

편마비 환자의 재활을 위한 다채널 근전도 기반의 체감형 무선 게임 장치 개발*

김강수*, 강정훈*, 문창수**, 최흥호*, 문치웅***
인제대학교 의용공학과*, 거명**,

인제대학교 FIRST Research Group/U-Health Research Center***
{kks03, kjh03}@bse.inje.ac.kr, km01@km01.co.kr, {hhchoi, mcw}@inje.ac.kr

The Development of Interactive Wireless-Game Device based on
Multi-Channel Electromyography for Rehabilitation in Patients with Hemiplegia

KangSoo Kim*, JungHoon Kang*, ChangSu Mun**, HeungHo Choi*, ChiWoong Mun***
Dept. Biomedical Engineering, Inje university*, KMG**,
Also, FIRST Research Group/U-Health Research Center, Inje university***

요 약

본 논문에서는 편마비 환자의 재활 훈련을 돕기 위하여 시각적인 피드백과 동기 부여를 줄 수 있는 다채널 근전도 기반의 체감형 무선 게임 장치를 제안하였다. 게임 콘텐츠는 환자의 회복 상태에 따라 적용할 수 있도록 채널 별로 제작하였으며, 속도 및 난이도를 조절할 수 있게 제작되었다. 본 장치의 유효성 검증을 위하여 편마비 환자 7명을 대상으로 적용하여 설문 조사를 하였다. 조사 결과는 치료 효과에 대한 기대감이 가장 높은 점수(4.14±0.38)를 보여주었으며, 설문 문항 전체적으로 3점 이상의 결과를 보여주었다. 이 연구의 필요성과 개발된 장치의 만족감을 확인할 수 있었으며, 본 장치는 재활 환자들에게 게임을 통하여 재미있게 재활 운동을 할 기회를 제공할 수 있을 것이다.

ABSTRACT

An interactive wireless-game device based on multi-channel electromyogram has been developed to help rehabilitation of patients with hemiplegia. The device is able to provide a visual feedback and rehabilitation motivations to the patients. The game contents were made according to the number of applied channels and, their level and speed can also be controlled depending on the recovery states of patients. Patient satisfaction survey was conducted to evaluate the necessity and usefulness of the proposed device after playing the game. The results show that the proposed system is expected to give hemiplegia patients exciting and effective rehabilitation chances, if more diverse and specialized rehabilitation games are developed.

Keywords : Electromyogram, Interactive game, Rehabilitation, Hemiplegia

접수일자 : 2011년 09월 19일 일차수정 : 2011년 10월 19일 심사완료 : 2011년 10월 24일

교신저자(Corresponding Author) : 문치웅

* 본 연구는 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업(3차년도)으로 수행된 연구결과임.(과제번호: 20110311)

1. 서 론

표면 근전도는 피부 표면에 전극을 부착하여 비 침습적이고 통증이 없는 방식으로 생체 신호를 획득할 수 있으며, 최근 표면 근전도 신호를 이용한 연구는 스포츠 과학, 보철 제어, 재활 치료 등에서 활발하게 진행되고 있다[1]. 스포츠 과학 분야에서는 근육의 운동 시 발생하는 근전도 신호를 측정하여 정량적인 분석을 통한 기능적 이상 여부의 진단을 할 수 있으며[2], 보철 제어 분야에서는 팔 다리의 기능을 상실한 사람들을 위해 보조 의수를 조절할 수 있는 표면 근전도의 대표적 응용분야로써 주목 받고 있다[3,4]. 의학의 발달로 질병이나 외상으로부터 많은 이들의 수명이 연장되어 상대적으로 질병과 외상 후 장애인의 증가와 더불어 재활 치료의 수요가 점점 증가하고 있다. 하지만 현재 재활 치료의 적용에서 근전도 장치는 근육의 전기적 신호만을 관측하는데 집중되어 있으며, 이러한 치료방법은 재활 치료사의 주관으로 이루어지기 때문에 환자의 능동적 의지가 개입될 여지가 적다는 한계를 가지고 있다[5]. 이를 개선하기 위하여 환자에게 적극적인 의지를 불어넣을 수 있는 다양한 방법론들이 연구되고 있으며 그 중 하나의 방안으로 기능성 게임(serious games)이 제시되었다[6,7].

기능성 게임으로의 확장이 가능한 닌텐도 Wii의 개발로 게임에서 체감형 인터페이스가 부각되기 시작하였으며, 다양한 감각을 활용하는 인터페이스 개발이 확대되는 추세이다[8]. 이러한 게임기들을 재활 치료의 목적으로 환자에게 적용하였을 때 일반적인 치료 방법보다 재활 치료의 참여 의지를 높일 수 있다는 보고가 있다[9]. 하지만 일반인을 대상으로 상용화된 게임기들을 환자에게 적용하기에는 인터페이스 부분과 게임의 속도 및 난이도와 같은 부분에서 어려움을 보일 것이라 예상된다. 따라서 환자의 상태에 따라 게임의 속도 및 난이도를 조절할 수 있는 환자 맞춤형 재활 전용 게임의 개발이 요구되고 있다[10]. 이와 같은 문제점을 개

선하기 위하여 근전도 시스템을 게임에 접목하여 환자가 재활 훈련에 능동적으로 참여할 수 있고, 흥미를 유발할 수 있는 체감형 게임을 이용한 기술 개발이 이루어지고 있다[11,12]. 근전도를 이용한 사람-기계 사이의 인터페이스는 전극을 통해 획득되는 근육의 전기적 신호만으로 의도를 해석할 수 있기 때문에 게임을 실행할 때 기존의 게임기들에서 사용되는 리모컨이나 조이스틱과 비교하면 환자에게 쉬운 인터페이스를 제공할 수 있다. 또한, 실제 신체 움직임이 일어나기 이전에 신호가 선행함으로 각속도 센서나 모션 카메라를 이용하여 움직임의 의도를 추정하는 것 보다 앞서 의도를 해석할 수 있다는 장점이 있다[13]. 본 연구진에 의한 이전 연구에서는 근신호로부터 게임에 필요한 명령을 구동할 수 있는 시간 지연이 없고 신뢰성 있는 알고리즘 및 장치의 개발이 이루어졌다[14,15]. 이를 근육 재활 운동이 필요한 환자에게 적용하기 위해서는 소형화와 무선화를 통한 편의성을 제공해 줄 수 있는 시스템과 환자가 거부감 없이 진행할 수 있는 맞춤형 게임의 개발이 요구된다.

본 연구에서는 실내에서 이루어지는 근육 재활 훈련의 지루함과 단조로움을 극복하기 위하여 구속성이 없는 다채널의 무선 근전도 모듈을 제작하고, 대상자의 근 신호로부터 의도를 인식하여 자체 제작된 환자 맞춤형 게임에 접목함으로써 효율적으로 재활을 유도하는 방법을 제안하고자 한다. 또한, 편마비 환자를 대상으로 하여 개발된 시스템을 일정 시간 동안 적용한 후, 설문 조사 방법을 통하여 만족도, 필요성, 안정성에 대한 부분을 평가하고, 앞으로의 연구에서 나아가야 할 방향을 수립하고자 한다.

2. 관련 연구

2.1 편마비 환자의 발생요인 및 특성

편마비(hemiplegia)는 얼굴의 반쪽과 같은 쪽의 팔, 다리 모두에 운동마비가 일어난 상태를 말하며, 이는 피질의 운동영역이나 추체로 섬유 손상에 의해 유발된다. 뇌에서 척추로 지나가는 추체로에서 신경 섬유가 교차하기 때문에 뇌의 오른쪽에서 발생한 출혈이나 폐색은 왼쪽의 편마비를 초래한다. 이러한 편마비는 흔히 뇌졸중에서 오는데 뇌졸중은 발병률과 사망률이 높은 대표적 질환이다. 편마비 환자에게 나타나는 가장 큰 특징은 공동운동패턴(synergy)이 나타난다는 것이다. 공동운동은 하나의 근육을 움직일 수 없고 반드시 몇 개의 근육군이 동시에 작용하는 것을 의미하며, 환자의 활동이나 보행 시 기능적인 제한을 가져오게 된다. 재활 치료를 통하여 회복 단계를 거치면서 공동운동은 없어지고 독립적인 운동이 가능해지게 된다 [16].

2.2 편마비 환자의 회복단계

편마비 환자들의 운동기능 회복의 단계를 추정하기 위한 지표로 Brunnstrom stages가 대표적으로 쓰이고 있으며[17], 움직임 정도에 따라 1단계에서 6단계까지 [표 1]과 같이 정리할 수 있다.

[표 1] 브룬스트롬 회복 단계
(Brunnstrom recovery stage)

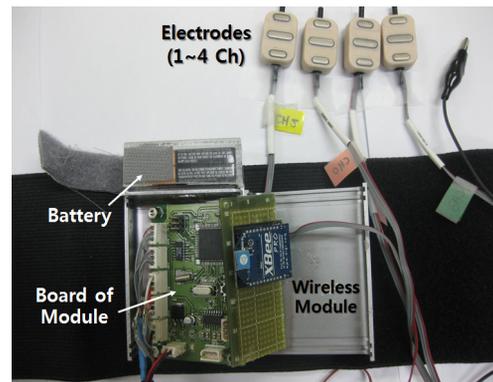
단 계	현 상
1단계	이완성의 단계로 수의적 운동이 없다.
2단계	경직이 나타나면서 공동운동, 약간의 수의 운동이 나타난다.
3단계	경직이 가장 강한 단계로 환자는 공동운동을 수의적으로 할 수 있다.
4단계	경직이 서서히 감소되면서 공동운동으로부터 분리된 동작이 가능하다.
5단계	팔,다리에 공동운동이 소실되면서 수의적인 동작이 수행 가능하다.
6단계	경직이 없어지고 개별적인 관절운동이 회복되어 정상에 가까워진다.

3. 재료 및 방법

근육 재활 훈련을 위한 근전도 기반의 체감형 게임 장치는 근전도 신호를 획득할 수 있는 모듈, 사용자와 컴퓨터간의 정보를 교환할 수 있는 Graphical user interface(GUI), 채널 별로 실행할 수 있는 게임 콘텐츠로 크게 3가지로 구분될 수 있다.

3.1 4채널 무선 근전도 모듈 설계

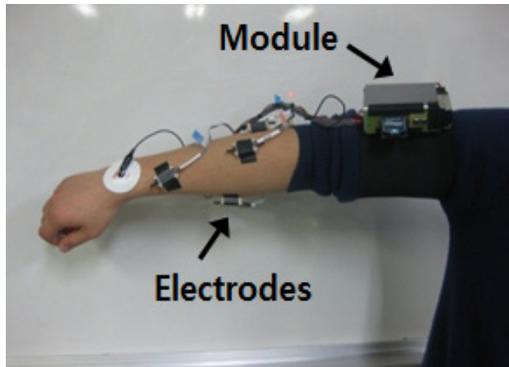
[그림 1]은 본 논문에서 제안한 근육 재활 훈련 장치 중 근전도 신호 획득 모듈에 해당하는 사진으로 제작된 하드웨어의 구성은 센서부, 증폭부, 필터부, A/D 변환부, 무선 통신부로 이루어지며, 4채널의 근전도 신호를 동시 획득 가능하도록 구성하였다. 본 장치에서는 반영구적으로 재사용이 가능한 건식 타입의 전극(KOREC EMG-02 2006, 재활공학연구소, 한국)이 사용되었으며, 이 센서 내에는 최대 88dB의 높은 이득을 가지는 차동 증폭부와 4Hz~900Hz 대역의 대역 통과 필터부를 내장하고 있다[18,19].



[그림 1] 제작된 4채널 무선 근전도 모듈

건식 센서에서 획득된 아날로그 근전도 신호를 디지털 신호로 변환하기 위해 12bit의 분해능을 가지며, 4채널의 신호를 샘플링 가능한 SPI 시리얼 호환용 MCP 3204(Microchip Technology inc,

U.S.A)를 사용했다. 1kHz의 샘플링 속도로 변환된 디지털 값은 ATmega 128과 Zigbee 무선 통신 모듈을 통해 GUI의 명령에 따라 근전도 신호로 발생한 이벤트를 송신한다. 또한, 제작된 근전도 모듈은 몸에 착용하였을 때 불편함을 줄여 주기 위해 배터리를 이용한 소형화 무선 시스템으로 제작하였다. (크기 : 8x6cm, 무게 : 220 g) [그림 2]는 제작된 모듈을 사용자가 상지 부위에 착용한 모습을 보여준다.



[그림 2] 제작된 모듈을 상지에 착용한 사진

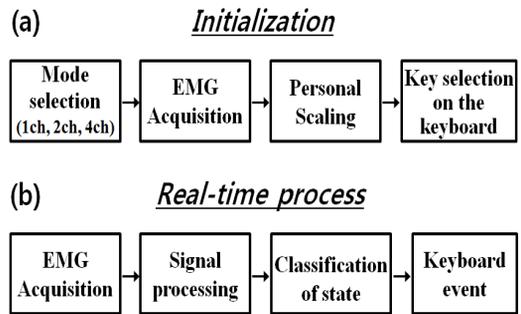
3.2 근전도 신호 처리 및 GUI 설계

구현된 장치 제어용 프로그램은 Visual studio 2008의 Microsoft foundation class(MFC) 기반으로 제작되었다. 무선 근전도 모듈로부터 획득한 4채널의 A/D 변환 데이터로부터 사용자의 의도에 맞게 추출된 키보드 이벤트로 게임을 수행하기 위해서 [그림 3]과 같은 신호 처리 과정을 갖는 프로그램을 개발하였다. 게임에 필요한 키보드 이벤트를 발생시켜주기 위한 과정은 다음의 2단계로 이루어진다. (Step 1): 개인별 초기화 과정[그림 3-(a)], (Step 2): 실시간 처리 과정[그림 3](b)

- Step 1: 본격적인 게임을 실행하기 전에 개인마다 차이가 나는 근전도 신호 크기를 스케일링하여 기준치를 만들고, 키보드 이벤트를 발생시킬 키를 선택하는 단계이다.

- Step 2: 운동에 임할 때 실시간으로 근육의

활성화 상태를 분류하는 단계로서, 이 단계에서는 근 활성화 상태를 분류하는 알고리즘 및 신호처리 과정이 높은 신뢰성을 가지고 실시간으로 실행되어야 하는데 이 방법은 본 연구진의 이전 연구에서 보고되었다[14,15]. 근전도 신호의 획득부터 키보드 이벤트가 발생할 때까지 소요되는 시간을 결정하는 시간 창의 크기는 150~300ms 정도의 범위가 적합하다는 보고가 있었으며[20], 본 연구에서는 시간 창을 150ms마다 설정하여 키보드 이벤트를 발생하도록 하였다.



[그림 3] 근전도 신호로부터 게임 이벤트를 발생시키는 신호처리 과정

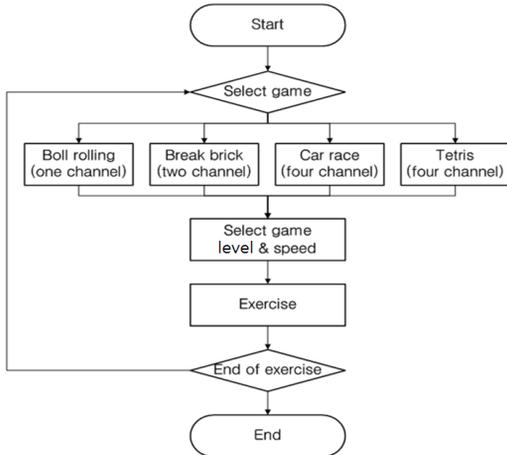
3.3 게임 콘텐츠 설계

제작된 모든 게임 콘텐츠는 Flash 기반으로 Adobe 사의 ActionScript 2.0을 사용하여 개발되었다. 채널별로 게임을 선택할 수 있도록 구성하였으며, 환자의 상태에 따라 적절히 게임 속도와 난이도를 조절할 수 있게 구성하였다. 또한, 제작된 게임 콘텐츠는 사용자의 거부감이 없도록 보편화 되면서도 사용이 익숙한 게임들을 선택해 [표 2]와 같이 제작하였다.

[표 2] 개발된 게임 콘텐츠의 종류

모드	게임
1채널	공굴리기 게임
2채널	벽돌 깨기 게임
4채널	자동차 게임, 테트리스 게임

구현된 콘텐츠들의 동작 순서는 [그림 4]와 같은 구성을 한다. 또한, 개발된 게임 콘텐츠 외에도 상용화된 콘텐츠들과의 연동을 위해서 인터페이스 GUI에 게임 조작에 필요한 키보드의 버튼들을 선택할 수 있도록 제작하였다.



[그림 4] 재활 운동 시 게임 콘텐츠의 선택 및 구동의 흐름도

3.4 설문 평가

본 연구의 대상자는 모집단을 정의할 수 없으므로 본 연구와 설문에 동의한 환자들을 연구대상자로 선정하는 편의표본추출법을 이용하였다. 재활병원에 내원하여 물리치료를 받고 있는 편마비 환자 7명(남성 6명: 44.3±9.8세, 여성 1명: 58세)을 대상으로 하였으며, 선정기준은 게임을 자주 하지 않더라도 어느 정도 익숙해 있는 사람과 [표 1]에서 설명된 Brunnstrom 4단계 이상의 경직과 공동운동으로부터 호전이 있는 사람들을 대상으로 실시하였다. 일주일간 재활병원에 상주하며 선정된 대상자들로 하여금 개발된 모듈과 게임 콘텐츠를 적용하여 10~20분 정도 실행한 뒤 설문조사 하였다.

설문조사는 근전도 기반 게임장치의 필요성(문항1~3), 만족도(문항4~7) 안정성(문항8)을 중심으로 총 8문항으로 작성된 설문지를 이용하여 실시하였다. 설문의 구성에서 설문 내용과는 관계없이

동의하는 경향을 제한하기 위하여 설문 문항을 긍정과 부정으로 구성하여 균형을 이루도록 배열하였으며, 각각의 설문문항들은 5점 Likert 척도로 구성하여 ‘매우 그렇다’를 5점, ‘전혀 그렇지 않다’를 1점으로 계산하고 부정의 문항들에 대해서는 점수를 역 환산하여 평균±표준편차를 계산하였다.

가. 시스템의 필요성

대상자들에게 개발된 시스템의 필요성에 대해 질문하였으며, 치료 효과에 대한 기대감과 게임 내용의 흥미성에 대하여 답할 수 있도록 문항을 구성하였다. (문항번호: 1~3)

나. 시스템의 만족도

시스템의 전반적인 만족도에 대해 질문하였으며, 장치 부착과 사용의 불편함, 게임의 진행속도와 난이도에 대한 만족감을 측정할 수 있는 문항을 구성하였다. (문항번호: 4~7)

다. 시스템의 안정성

대상자들에게 개발된 시스템의 이용 시 안정성 여부에 대해 질문하였으며, 오동작의 발생 여부에 대하여 답할 수 있도록 문항을 구성하였다. (문항번호: 8)

4. 결 과

본 연구에서 개발된 무선 다채널 체감형 게임 장치는 근육의 재활 치료에서 시각적인 피드백 제공과 흥미 유발로 환자의 치료에 대한 동기부여에 기여할 수 있다는 것을 [표 3]의 결과로 확인할 수 있었다.

4.1 1채널 모드 게임

[그림 5]는 1채널 모드로 제작된 공굴리기 게임이다. 운동이 요구되는 곳에 전극을 부착하고 근활성화로 인한 키보드 이벤트가 발생하면 공이 목

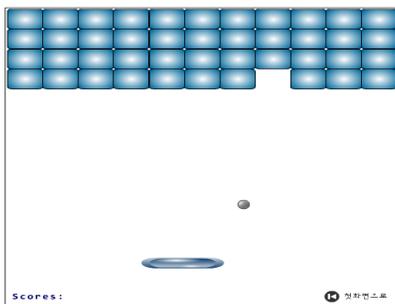
표지점을 향하여 조금씩 전진하게 된다. 게임 난이도는 공을 굴리는 언덕의 기울기 변화로 조절하도록 구성하였다. 1채널 게임은 상지와 하지에서 신전과 굴곡 운동 모두에서 이용할 수 있다.



[그림 5] 공굴리기 게임 - 1채널 모드 게임

4.2 2채널 모드 게임

[그림 6]은 2채널 모드로 상지와 하지에서 신전과 굴곡의 운동 모두에 적용하기 위해 제작된 벽돌 깨기 게임이다. 오른쪽과 왼쪽에 대칭을 이루는 부위에 전극을 부착하여 게임 화면 하단의 바를 좌우로 제어 하며 게임을 진행해 나간다. 또 다른 예로 한쪽 손목을 좌우로 흔들 때 움직이는 각 근육에 전극을 부착하여 손목 움직임 방향에 따라 바를 이동 시킬 수 있다. 게임에서 공의 속도는 1~7단계로 조절할 수 있으며, 벽돌의 층수를 1~6층까지 설정하여 게임 난이도를 설정할 수 있다. 편마비 환자의 고르지 못한 양쪽 균형의 트레이닝과 근육의 미세한 수의운동 훈련에 효과적이다.



[그림 6] 벽돌깨기 게임 - 2채널 모드 게임

4.3 4채널 모드 게임

[그림 7]은 4채널 모드로 제작된 자동차 경주([그림 7]의 왼쪽)와 테트리스 게임([그림 7]의 오른쪽)이다. 좌-우-전-후 4방향에 대한 제어가 가능해야 하므로 정상인에 가까운 회복 단계에 있는 환자들에게 적용이 가능하며 손목, 발목과 같은 관절의 내전, 외전, 굴곡, 신전 등 여러 근육의 고른 운동에 효과적이다.



[그림 7] 자동차 경주, 테트리스 - 4채널 모드 게임

4.4 설문조사 결과

[표 3]은 대상자들로부터 설문한 결과를 나타낸 표이다. 치료 효과의 기대감에 대한 점수(4.14 ± 0.38)와 게임 장치 사용 후 느꼈던 흥미에 대한 점수(3.86 ± 0.38)는 4점(그렇다)에 근접한 결과를 나타내어 편마비 환자의 재활을 위한 장치와 콘텐츠의 개발이 요구되는 필요성을 확인할 수 있었다. 기존 재활 치료의 지루함을 묻는 문항의 점수(2.86 ± 0.69)는 3점(보통이다)에 근접한 결과를 보여 주어 기존에 행해지던 물리 치료의 과정이 지루하다고는 판단할 수는 없지만, 환자들이 느꼈을 때 만족할만한 수준은 아닌 것으로 나타났다. 시스템 장착 시 편리함을 묻는 문항의 점수(3.71 ± 0.49)와 시스템 사용 후 만족감을 묻는 문항의 점수(3.71 ± 0.95)에서는 4점(그렇다)에 가까운 결과를 보여 주어 환자들은 개발된 장치에 대하여 전반적으로 만족한다는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 게임의 진행 속도(3 ± 0.58)와 난이도(3.14 ± 0.38)에 대한

만족감을 묻는 문항에서는 3점(보통이다)에 근접한 결과를 보여주어 차후 연구에서 편마비 환자의 상태를 고려한 게임의 보완과 최적화 필요성에 대하여 확인할 수 있었다. 마지막으로 시스템의 안정된 동작을 묻는 문항의 점수는 3.46 ± 0.79 로 나타났으며, 불안정하다고 대답한 이유로는 근육에 힘을 주었으나 게임에 결과가 반영 되지 않아 게임 진행에 지장이 있다는 의견이 있었다. 이는 근전도에 의한 환자의 의사를 결정하기 위해 문턱치를 설정하게 되는데 피로가 쌓이게 되면 근신호의 크기가 줄어들어 오인식의 원인이 되었다.

[표 3] 설문조사 결과

문항	Likert 점수 (평균±표준편차)
1. 치료 효과의 기대감	4.14±0.38
2. 게임 장치의 흥미감	3.86±0.38
3. 기존 재활 치료의 지루함	2.86±0.69
4. 시스템 사용 후 만족감	3.71±0.95
5. 시스템 장착 시 편리함	3.71±0.49
6. 게임 진행 속도의 적절함	3±0.58
7. 게임 난이도의 적절함	3.14±0.38
8. 시스템 동작의 안정성	3.46±0.79

5. 결론 및 고찰

본 연구에서는 편마비 환자의 재활 훈련에서 게임을 통해 시각적인 피드백과 동기를 부여할 수 있는 무선 근전도 모듈과 게임 콘텐츠를 제안하였다. 제작된 모듈과 게임 콘텐츠는 환자의 회복 상태에 따라 채널 수를 조정하여 단순한 게임에서부터 다소 복잡한 동작이 요구되는 게임까지 적용해 볼 수 있다. 단일 채널이 요구되는 게임은 주로 공동운동을 수의적으로 하는 Brunnstrom 회복단계 3의 환자에게 적용해 볼 수 있다. 이 단계는 환자가 독립적으로 분리된 운동이 불가능하여 환자가

수행하기에 복잡한 운동이 요구되는 콘텐츠의 사용은 문제가 있기 때문이다. 또한, 콘텐츠는 시간제한이 없으면서 2~3회성 움직임으로 임무를 단계별로 진행해 나갈 수 있는 방식으로의 제작이 바람직하다. 2-3채널이 요구되는 게임은 회복단계 4-5에 있는 환자들에게 적용해 볼 수 있다. 이 단계의 환자들은 경련성이 감소하기 시작하며 공동운동에서 벗어난 일부 독립적 운동을 결합할 수 있기 때문이다. 양측 팔 올리기, 관절의 굴곡과 신전 운동 등을 대표적인 적용 예로 들 수 있는데 2채널 이상이 되면 마비가 발생한 측면과 정상 측면의 균형을 환자 본인이 감지할 수 있으며, 이는 환자의 재활 의지와 동기 부여에 긍정적으로 영향을 줄 수 있다. 4채널이 요구되는 게임은 4방향을 이용한 게임이 대부분이므로 근육의 세밀한 움직임이 요구된다. 그러므로 정상에 가까운 정도로 회복이 진행된 6단계의 환자들에게 적용할 수 있다. 이 단계의 환자들은 운동 속도가 빨라지게 되면 어색한 동작들이 발생하게 된다. 이를 해결하기 위해서 게임 콘텐츠의 속도와 난이도를 조절하여 동작의 어색함을 없앨 수 있도록 재활을 유도한다.

개발된 시스템과 GUI 및 게임 콘텐츠는 근신호의 문턱치를 설정하여 환자의 의사를 판단하게 되어 있지만, 운동의 효과 및 동기 부여에 더욱 도움이 되기 위해서는 근전도 신호의 크기를 정량적으로 측정하여 이를 콘텐츠 동작의 입력 수단으로 하는 방법도 요구된다. 자신의 근육 활성화 정도를 피드백 받을 수 있으므로 앞으로의 연구에서는 이와 같은 방법을 추가할 수 있는 콘텐츠를 개발할 것이며 더 나아가 가상현실 게임에서의 적용도 가능할 것이다. 또한, 피로도가 증가함에 따라 근 활성화 정도의 크기가 감소하는 현상을 고려하는 적응 문턱치(adaptive threshold) 알고리즘[21]을 적용하여 환자의 동작 여부를 오인식 없이 게임 콘텐츠에 반영하도록 할 것이다.

본 연구의 설문 조사 결과에서는 편마비 환자의 재활 운동을 위한 시스템 및 콘텐츠의 개발 필요성을 확인할 수 있었으며, 개발된 장치의 만족감을

확인하였다. 본 연구는 개발된 장치를 단시간 환자들에게 적용하여 설문결과를 수행하였으므로 효과적인 검증 효과를 관찰하기에는 어렵다는 한계가 있다. 앞으로의 연구에서는 편마비 환자들에게 광범위하고 장기간에 걸쳐 적용함으로써 게임 진행 방식과 속도 및 인터페이스 방법에서 개선과 검증이 이루어질 것이다. 본 연구에서는 편마비 환자의 운동 재활에 한해서만 고려하였지만, 편마비의 가장 큰 원인이 되는 뇌졸중은 인지장애와 운동장애가 동반되는 경우가 많으므로 인지 재활을 운동 재활과 동시에 수행할 수 있는 콘텐츠를 제작할 것이다. 또한, 편마비의 경우에만 국한되는 것이 아니라 일반 재활 및 운동이 요구되는 다른 경우에도 사용될 수 있도록 유연성을 확장해 나갈 것이다.

감사의 글

이 연구의 진행을 도와주신 파크사이드 재활 병원의 박인선 원장님께 감사드립니다.

참고문헌

- [1] Eleanor Criswell, "cram's introduction to surface electromyography", 2nd Ed, p.5-7, 2005
- [2] F. Felici, "Neuromuscular responses to exercise investigated through surface EMG", Journal of Electromyography and Kinesiology, vol.16, pp.578-585, 2006.
- [3] C. Castellini, P. V. Smagt, "Surface EMG in advanced hand prosthetics", Biological Cybernetics, vol.100, no.1, pp.35-47, 2009.
- [4] A. Hernandez Arieta, R. Katoh, H. Yokoi, Y. Wenwei, "Development of a multi-DOF electromyography prosthetic system using the adaptive joint mechanism", Applied Bionics and Biomechanics, vol.3, no.2, pp.101-112, 2006.
- [5] J. Herbold, M. B. Walsh, M. Reding, "Rehabilitation hospital versus nursing home setting for rehabilitation following stroke: a case-matched controlled study" Archives of physical medicine and rehabilitation, vol.88, no.10, pp.17-18, 2007.
- [6] Rego. P, Moreira. P.M, Reis. L.P, "Serious games for rehabilitation", Information systems and technologies(CISTI) 5th conference, pp.1-6, 2010
- [7] Christian. S, Thomas. P, Hannes. K, "Full body interaction for serious games in motor rehabilitation", Proceedings of the 2nd augmented human international conference, 2011.
- [8] L.Lanningham-Foster, R. C. Foster, S. K. McCrady, Teresa B. Jensen, N. Mitre, James A. Levine, "Activity-Promoting Video Games and Increased Energy Expenditure", The Journal of Pediatrics vol.154, no.6, pp.819-823, 2009.
- [9] J. E. Deutsch, M. Borbely, J. Filler, K. Huhn, P. G. Bowlby, "Use of a low-cost, commercially available gaming console (wii) for rehabilitation of an adolescent with cerebral palsy" Journal of the american physical therapy association, vol.88, no.10, pp. 1196-1207, 2008.
- [10] Anderson. F, Annett. M, Bischof W.F, "Lean on wii: physical rehabilitation with virtual reality wii peripherals", Studies in health technology and informatics, vol.154, pp.229-234, 2010.
- [11] T. S. Saponas, D. S. Tan, D. Morris, R. Balakrishnan, J. Turner, and A. Landay, "Enabling Always-Available Input with Muscle-Computer Interfaces", Proceedings of the 22nd annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, pp.167-176, 2009.
- [12] C. S. Moon, "A self-training system using bio-feedback game for muscle and electromyogram bio-feedback game method thereof", Korea Patent, 10-0822483-0000, 2008.
- [13] 최창목, 신미혜, 김정 외, "인간-기계 인터페이스를 위한 근전도 기반의 실시간 손가락부 힘 추정", 한국정밀공학회지, vol.26, no.8, pp.132-141, 2009.

- [14] K.S. Kim, H.H. Choi, C.W. Mun, et. al., “Comparison of k-nearest neighbor, quadratic discriminant and linear discriminant analysis in classification of electromyogram signals based on the wrist-motion directions”, *Current applied physics*, vol.11, no.3, pp.740-745, 2011.
- [15] 김강수, 한용희, 문치웅 외, “다채널 근전도 신호를 이용한 체감형 게임 인터페이스 기술 개발”, *한국게임학회 논문지*, vol.10, no.5, pp.65-73, 2010.
- [16] Bobath, Berta, “Adult hemiplegia: evaluation and treatment”, 3rd Ed, p.17-21, 1990.
- [17] Sawner, Kathryn A, “Brunnstrom’s movement therapy in hemiplegia : a neurophysiological approach”, 2nd Ed, p.15-50, 1992.
- [18] 최기원, 성소영, 문인혁, “근전의수용 소형 표면 근전위 센서의 개발”, *전자공학회 논문지*, vol.42, no.6, pp.67-76, 2005.
- [19] S.H. Park, J.K. Kim, S.W. Yuk, et. al, “The prototype of the 3 D.O.F Myoelectric hand system for the upper limb amputee”, *IEEE Mechatro Autom*, pp.983-987, 2008.
- [20] F.HY. Chan, Y.S. Yang, F.K. Lam, et. al, “Fuzzy EMG classification for prosthesis control”, *IEEE transaction rehabilitation engineering*, vol.8, pp.305-311, 2000.
- [21] Xiu Zhang, Xingyu Wang, M. Nakamura, et. al, “Meal assistance system operated by electromyogram signals: movement onset detection with adaptive threshold”, *International journal of control, automation and systems*, vol.8, pp.392-397, 2010.



김 강 수 (Kim, KangSoo)

인제대학교 의용공학과 학사
현재 인제대학교 의용공학과 석사과정

관심분야 : 생체신호처리, 체감형 게임



최 흥 호 (Choi, HeungHo)

인하대학교 전자공학과 학사, 석사, 박사
한국재활복지공학회 이사
대한의용생체공학회 간행이사
대한의용생체공학회 재무이사
인제대학교 의용공학과 정교수

관심분야 : 헬스케어, 체감형 게임, 재활치료



강 정 훈 (Kang, JungHoon)

인제대학교 의용공학과 학사
현재 인제대학교 의용공학과 석사과정

관심분야 : 헬스케어, 하드웨어 설계



문 치 응 (Mun, ChiWoong)

서강대학교 전자공학과 학사
KAIST 전기전자공학과 석사, 박사
아산생명과학연구소 NMR연구실 선임연구원
삼성종합기술원 의료기기팀 전문연구원
인제대학교 의용공학과 부교수

관심분야 : 헬스케어, 신호처리, 체감형 게임



문 창 수 (Mun, ChangSu)

KMG(거명) 대표이사

관심분야 : 헬스케어, 의료기기