

뇌졸중 환자의 재활훈련을 위한 압력센서 타입 게임 시스템

정화영*, 나예지, 왕창원, 민세동
순천향대학교 의료IT공학과

An pressure sensor type game system for the rehabilitation of Stroke patients

HwaYung Jung, YeJi Na, ChangWon Wang, Se DongMin
Dept. of Medical IT Eng, Soonchunhyang University

Abstract - 최근 건강에 대한 관심이 증가하면서 다양한 센서를 이용한 많은 건강 모니터링 시스템이 개발되고 있으며 스마트폰 사용의 증가로 간단하고 쉽게 건강 모니터링이 가능한 어플리케이션에 대한 관심 또한 증가하고 있다. 본 논문은 압력 센서와 안드로이드 어플리케이션을 이용하여 뇌졸중 수술 환자들이 상지 운동 게임을 통해 재활 운동을 할 수 있는 시스템을 개발하기 위한 기초 연구이다. 이 시스템은 현재 뇌수술 환자의 재활운동 시 활용되는 원통형 기구를 기반으로 발전시킨 시스템으로써 양 손에 쥌 수 있는 원통에 부착한 압력 센서와 센서의 데이터를 전송할 수 있는 블루투스 모듈, 안드로이드 게임으로 구성된다. 수술환자의 재활을 위한 운동방법은 다양하지만 본 시스템은 시간과 장소에 구애받지 않고 언제든지 재활 운동을 할 수 있도록 하는 것이 주 목적이다.

1. 서 론

현재 우리나라는 건강에 대한 관심, 의료 기술과 IT기술의 발달, 경제적 수준이 높아지면서 헬스케어에 관심이 증가하고 있다. 이에 따라 압력센서를 이용한 상지재활 운동시스템, 밴딩운동이 악력에 영향을 미치는 정도, 저 연령대를 대상으로 한 악력 증진 게임 시스템 등 각종 센서를 이용한 건강 모니터링 시스템이 계속해서 연구되고 있고 국내 뇌졸중 재활 분야의 스마트폰 어플리케이션의 적용 및 이용현황에 따른 연구도 활발히 진행되고 있다.[1-4] 또한 현재 사회는 2005년 65세 이상 인구가 9.1%로 UN이 정한 고령화 사회를 지나 고령사회로 이행 중이며, 2018년에 고령사회(14%), 2026년에 초고령사회(20%)로 진입을 예상하고 있다.[4] 이렇듯 빠르게 고령사회로 진입 하면서 이전에 제기 되지 않던 노후 문제 및 노인성 질환의 심각성이 증대되는 실정이다. 노인성 질환자 중 우리나라 전체 환자의 60%는 45세 이상이며 신경외과의 뇌질환 수술 환자 비율이 전체 수술 환자의 30%를 차지할 만큼 뇌질환 환자가 많은 부분을 차지하고 있다. 뇌수술 후 환자는 신체적, 감각적, 지능적 능력이 모두 떨어지고 뇌는 손상 후 1년 이내에 최대한의 기능 회복이 일어나므로 이 시기에 적극적인 재활 치료를 받는 것이 환자의 향후 삶에 대단히 큰 영향을 끼치게 된다. 기존연구에 의하면 로봇치료를 이용한 한 연구에서 같은 시간 내에 더 많이 반복적인 행동을 한 실험군이 대조군보다 치료 효과가 좋았다는 결과가 있었다. 또한 하루 4~6시간의 집중훈련이 뇌졸중 후 기능 회복에 기존 고식적 치료보다 더욱 효과적이라는 연구결과는 전통적인 치료사에 의존한 치료방법과 운동 시간이 뇌졸중 후 뇌 조직화와 뇌 가소성을 촉진하기에 충분치 않을 수 있다는 것을 의미한다. 이처럼 재활 치료의 효과는 성별이나 연령에 따라 차이를 보이지 않고 반복적인 운동의 효과가 크기 때문에 재활에 있어 치료사에 의한 훈련 이외에도 환자의 의지와 적극적인 치료가 중요

하다.[4-6] 그러나 대부분의 재활프로그램들은 전문치료 기관에서만 사용할 수 있으며, 고비용으로 인해 환자가 꾸준한 진료를 받기에 비용적 부담이 발생한다. 이러한 부분을 개선하기위해 본 논문에서는 재활운동 중 악력증진에 초점을 맞추어 압력센서와 스마트폰을 이용해 시간과 장소에 구애받지 않고 간단하고 효율적으로 뇌질환 수술 환자들이 효과적인 재활 운동을 할 수 있는 시스템을 개발하였다.

2. 본 론

2.1 시스템 설계

본 시스템은 크게 센서, 신호처리 및 전송 기능의 마이크로프로세서, 무선전송모듈, 스마트폰으로 구성된다. 뇌졸중 환자의 악력은 원통에 부착된 압력센서 데이터를 이용하여 추출하며, 신호변환을 거쳐 무선 전송된 데이터로 스마트폰과 연동하여 게임을 실행한다.

2.1.1 시스템 구성

표<1>, <2>는 전체 시스템의 구성요소 및 구현환경을 나타낸다. 구성요소로는 각 왼손과 오른손 원통 기구에 부착된 압력센서 FSR-406 4개, ADC(Analog to Digital Converter)와 UART(Universal asynchronous receiver transmitter) 기능을 수행하는 MCU(Micro Controller Unit), 스마트폰과의 무선통신을 위한 Bluetooth Module, 게임 실행 및 모니터링을 위한 스마트폰으로 구성된다. MCU firmware 및 게임 어플리케이션 구현을 위한 구현환경은 TI사의 Code Composer Studio와 Java기반의 Eclipse를 사용하여 개발하였다.

<표1> 구성요소

Module	Function
Pressure Sensor (FSR406)	- Sensing area: 4.5 * 3.8 cm - Force Sensitivity: 0 ~ 10 kg - Analog 전압 출력. ADC(Analog to Digital Conversion)를 이용하여 값을 도출.
Bluetooth (FB155BC)	- 1,200 ~ 115,200 bps - 전송거리 10m - UART를 통한 데이터 통신
MCU (MSP430G2553)	- TI 사의 초소형 Evaluation Board로써 ADC, UART 기능이 주 기능으로써 본 시스템에 매우 적합.

Smart Phone (Android)	- 안드로이드 OS - 모니터링 디바이스
--------------------------	---------------------------

<표2> 구현환경

Module	Function
Code Composer (Texas Instruments)	- firmware development tool
Eclipse (Android SDK)	- Android Smartphone development tool

2.1.2 동작원리

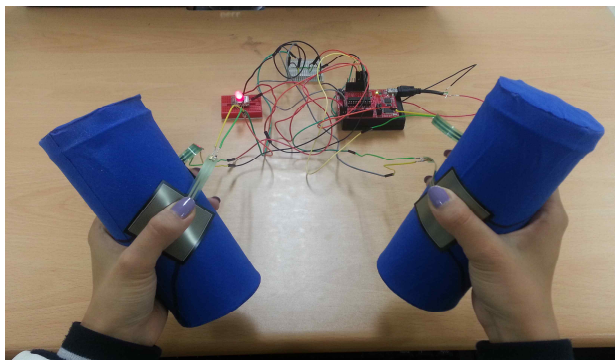


[그림 1] 시스템 흐름도

그림 1은 시스템의 전체 흐름을 나타내는 그림이다. 압력센서의 아날로그 전압 출력으로부터 MCU의 10bit ADC를 거쳐 Digital 신호로 변환 후 그 신호를 Bluetooth Module의 입력에 UART통신을 이용해 전송한다. 게임을 실행할 스마트폰과 Bluetooth Module 간 페어링이 완료되면 어플리케이션 실행을 통해 데이터를 스마트폰으로 전송한다. 이 모든 일련의 과정이 반복됨으로써 재활운동이 이루어지며, 게임의 결과는 안드로이드 내부의 DataBase를 활용하여 실행한 날짜, 시간, 점수, 게임지속시간 등을 횡수별로 저장한다.

2.2 결과

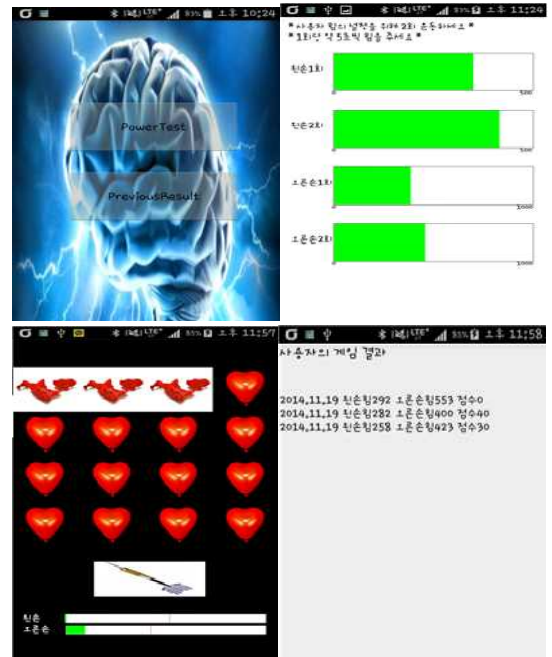
본 시스템의 결과로는 크게 게임 어플리케이션과 DataBase 구축, 전체적인 Hardware 구현으로 나뉜다.



[그림 2] 시스템 하드웨어구조

그림 2은 전체적인 시스템의 하드웨어 구조를 나타낸다. 원통형 기구의 왼손과 오른손 각각 2개씩 엄지와 검지 위치에 압력센서를 부착하였다. 원통형 기구를 잡을 시 개인별 다른위치를 잡을 수 있기 때문에 가이드라인을

그러 비교적 균일한 위치에서 동작이 가능하도록 설계하였다. 센서 4개의 Analog 출력을 받아 신호변환 및 시리얼통신을 담당하는 MCU 및 전원배터리, 무선통신을 위한 블루투스모듈로 구성된다.



[그림 3] 어플리케이션 실행화면

그림 3는 어플리케이션 각 Activity의 실행화면을 보여준다. 게임을 실행하기 전 이전 결과를 볼 수 있는 기능과 환자마다의 개인적인 약력의 역치 값 조절을 위한 기능으로 구분된다. 처음 실행하는 환자의 경우 이전기록이 없기 때문에 바로 역치 값 조절기능으로 진행하며, 왼손과 오른손을 각각 2번씩 최대 힘을 주어 평균 값을 도출한다. 이 평균 값은 다음 게임 실행 Activity로 전환 시 Power를 나타내는 Bar의 빨간 선에 해당하는 역치 값으로 사용된다. 총 16개의 풍선이 나타나며, 왼손과 오른손이 모두 설정된 역치 값 이상의 세기가 판단되었을 시 아래와 같이 풍선이 하나씩 터지게 되고 제한시간 내에 풍선을 많이 터뜨리기 위한 과정을 통해 재활운동의 기능을 수행하는 것이 목적이다. 이 후 게임종료 시에는 실행 날짜 및 점수, 게임지속시간 등이 안드로이드의 내부 Database에 저장된다.

3. 결 론

본 연구는 뇌수술 환자의 재활 운동의 효율성 증진과 자율적인 재활운동이 가능한 시스템 개발을 목적으로 접근하였다. 기존의 사용되던 뇌졸중 수술환자의 재활기구인 원통형기구에 기반하여 부착된 압력 센서의 아날로그 신호를 마이크로 컨트롤러를 통해 디지털 신호로 변환 및 UART통신을 거쳐 블루투스 모듈로 전송하였고, 블루투스 페어링 과정을 통해 무선통신으로 스마트폰에 변환된 디지털 값을 전송 및 각 압력 센서의 값을 추출하는데 성공하였다. 또한 도출된 값을 이용해 사용자의 약력을 판단하여 개인별 약력차이를 고려해 매 순간 게임을 실행시킬 때마다 약력의 평균 값을 재설정 함으로써 환자별 압력차이 및 재활운동을 통한 약력증진 시 어플리케이션의 유동성을 부여하였다. 게임이 실행 시 제한시간 내에 설정된 평균 압력이상의 압력이 가해졌을 경우 풍선이 터지는 형식으로 진행되며, 게임 종료 시 실행시간, 날짜, 점수 등을 DataBase화 하는 기능을 구현하였다. 현재의 개발 상태로는 뇌수술 환자의 재활치료로서의 효과를 검증할만한 임상실험의 데이터 분석 및 약력 측정에 적합한 센서의 위치, 게임의 다양성 등 미

흡한 부분이 존재한다. 향후 작업치료 측면의 연구와, 하드웨어의 소형화 및 완전 무선통신 시스템을 구축하는 등 추후 임상실험의 데이터를 확보하고 분석하여 실제 재활운동을 통한 악력증진의 효과를 입증하여 상용화 시킬 수 있는 방법을 모색할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] YuJeong Kim, SuMi Kim, "The effect of Band Training Program on Stroke Patient's Unilateral Grips and Range of Motion", The Korea Contents Association, 14, 12, 361-368p
- [2] Bong-Keun Jung, Se-Dong Min, "A low cost wearable wireless sensing system for paretic hand management after stroke" The 2014 International Symposium on Wellness Technology and Service for Future Life Care, 2014
- [3] JongTea Kim, ChangJu Lim, InKi Hong, SungTea k, Jung, "Implementation of Game and Interface for Improvement of Hand-Grip Strength", Ergonomics Society of Korea, 11, 138-141p, 2007
- [4] Hyungjun Im, Je Young Song, Yun Kyung Cho, Yoon Joon Kim, Hyun Jung Kim, Youn Joo Kang, "The Use of Smartphone Applications in Stroke Rehabilitation in Korea", Brain & NeuroRehabilitation, 6, 1, 2013
- [5] Jaeyoung Jang, Hyungsup Yoon, "A study on serious game design for rehabilitation training of the patients with apoplexy", The Korean Society for Computer Game, 15, 151-159p, 2008
- [6] HyeonSuk Kim, "Functional Changes of Activities of Daily Livings after Rehabilitation Management in Elderly Stroke Patients at a Geriatric Hospital", Chonnam National University, Master's Thesis, 2013