

## 재활 운동을 위한 가속도 센서 타입 게임시스템의 기초연구

정화영°, 왕창원°, 민세동\*

°순천향대학교 의료IT공학과 , °순천향대학교 의료IT공학과 , \*순천향대학교 의료IT공학과  
e-mail: show7kr@naver.com°, lovelyiu315@gmail.com°, sedongmin@sch.ac.kr\*

### An Acceleration Sensor type Game System for Remedial Exercise

HwaYoung JungO, Changwon Wang JungO, Se Dong Min\*  
ODept. of Medical IT Eng., Soonchunhyang University  
ODept. of Medical IT Eng., Soonchunhyang University  
\*Dept. of Medical IT Eng., Soonchunhyang University

#### 요 약

최근 센서기술과 스마트폰의 융합을 통한 다양한 건강 모니터링을 할 수 있는 기능의 시스템이 개발이 대두되고 있다. 본 논문에서는 3축 가속도 센서와 안드로이드향의 스마트폰 어플리케이션을 이용하여 뇌졸중 및 척추, 요추 등 관련 질환을 가진 환자들이 게임을 통해 재활운동을 할 수 있는 시스템을 개발하기 위한 기초 연구이다. 제안된 시스템은 척추 주변에 착용할 수 있는 두 개의 3축 가속도 센서와 센서 데이터를 무선으로 전송할 수 있는 블루투스 모듈 그리고 재활운동용 스마트폰 게임으로 구성되어 있다. 현재 재활을 위한 여러 운동방법들이 존재하지만 본 시스템은 게임을 즐기면서 엔터테인먼트적인 요소를 가미함으로써 운동강도의 적당성과 언제든지 재활운동을 할 수 있는 환경을 조성하는 데에 큰 기여를 할 것으로 판단된다.

▶ Keyword : 재활운동(Remedial Exercise), 가속도센서(Acceleration Sensor), 게임(Game)

#### I. 서 론

현재 사회는 장시간의 학업과 PC업무, 잦은 스마트폰 사용으로 10~30대 허리건강은 척추질환에 쉽게 노출되어 있다. 국민건강보험공단의 통계에 따르면, 우리나라 사람들 중 허리디스크 증상을 앓고 있거나 경험한 사람은 10명 가운데 6~7명 정도이다. 척추질환은 주로 허리에 무리가 가는 잘못된 자세로 장시간 앉아있는 다거나, 일반적으로는 무거운 물건을 갑자기 들어 올리고 척추에 무리가 가는 운동 등을 계속할 경우 발병하게 되는데 이는 나아가 척추디스크로 발전 할 가능성이 높다. 척추 측만증 환자의 약 80%는 30도 미만의 척추변형을 가진 것으로 수술적 방법이 필요없이 자세 교정을위한 재활 치료를 통해 완치가 가능한 것으로 알려져 있다.[1] 또한 인구의 노령화와 더불어 뇌졸중의 사회경제적 중요성이 커지고 있다. 미국 및 국내의 통계 자료를 종합하였을 때,

2002년 한해 동안 35세에서 74세의 인구 중 약 78,500명이 생애 첫 번째 뇌졸중으로 입원한 것으로 나타났다. 또한 35세 이상의 인구 중 뇌졸중을 앓고 있는 사람이 382,000명으로 추산되고 있다.

한편 우리나라의 경제적 수준의 향상과 건강에 대한 관심은 의료기술의 발달과 IT기술이 접목됨으로써 여러 센서 및 스마트폰을 통한 일상생활 중 개인의 건강 상태를 모니터링 할 수 있게 되었고 기술이 발달하면서 질병을 예방하거나 위험 상황을 예측할 수 있는 기술의 필요성이 증대되고 있다. 이에 따라 인체의 다양한 활동 정보를 정확하고 효율적으로 측정하는 방법으로 인체의 여러 부위에 센서를 부착하고 다양한 자세변화와 활동 상태를 모니터링 하는 기법들이 필요하다. 때문에 본 연구는 가속도 센서와 블루투스를 이용한 무선통신으로 척추질환과 뇌졸중뿐만 아니라 여러 신경질환의 예방 및 재활을 방지할 수 있는 시스템개발을 목표로 연구를 진행하였다.

척추질환환자나 뇌졸중 환자들은 대부분 무리가 가는 행동은 삼가야 하기 때문에 운동의 필요성을 인지하면서도 쉽게 운동

을 하지 못하는 경우가 많다. 이러한 관점에서 적당한 강도의 재활운동을 한층 즐기며 실천 할 수 있는 체감형 게임시스템을 구현함으로써 신경질환예방 및 재활방지에 유용할 것으로 사료된다.

## II. 관련 연구

### 1. 관련연구

#### 1.1 연구동향

현재 척추 질환의 재활치료를 위해 강제형 자세 교정기, 밴드형 유동성 보조기 등 여러 방법들이 개발되었다. 하지만 X-ray와 MRI를 통한 의료영상의 획득과정을 거치면서 한 시점의 정보만을 획득할 수 밖에 없다는 점과 연속적인 모니터링을 할 수 없다는 점 등의 한계가 발생하였고, 이러한 문제점을 타기하기 위해 관성 센서를 이용한 자세 추정의 방법이 도입되고 있는 시점이다. 관성센서를 이용한 자세 추정 장치는 기존의 의료영상장치에 비해 간편하게 연속적인 자세 추정이 가능하므로 척추측만증 진단과 치료를 위해 유용하게 사용될 수 있음이 보고되었다.[1]



<그림 1> 척추측만증 보조기의 종류

현재 컨트롤러에 내장된 3축 가속도 센서를 적용하여 블루투스 통신과 스마트폰을 이용한 스마트폰 컨트롤러 시스템[1]과 3축 가속도 센서를 이용하여 척추측만도를 판별하기 위해 사용되는 Cobb's Cobb's 각도를 3차원 상에서 연산하는 방법을 구현한 시스템[2], 수면 및 호흡 상태 모니터링 시스템[3], 보행횟수 검출 모니터링 시스템[4] 등 이처럼 3축 가속도센서와 무선통신을 이용하여 다방면으로 연구가 진행되고 있다.

본 연구에서는 관성 센서인 3축 가속도 센서를 통해 척추디스크의 주 발생부분인 4-5번 척추의 지점과 영치뼈와 연결되는 부분에 각각 가속도 센서를 부착하여 각 지점에서 얻어지는 x, y, z축의 가속도 정보를 통해 게임에 적용시킴으로써 척추재활 운동을 보다 즐겁게 실천할 수 있도록 도와주고 운동량등의 정보를 장기적으로 관찰할 수 있는 시스템을 고안 하였다.

## III. 본 론

### 1. 시스템 설계 및 구현

#### 1.1 시스템 구현

본시스템의 구현 환경은 하드웨어와 소프트웨어로 구분하여 표1에 기술하였다. 표1의 (a)에서는 가속도 센서, 센서의 아날로그 신호를 처리하는 MCU(M430G2553), 무선통신기능을 지원하는 블루투스 모듈(FB155BC), 모니터링을 담당하는 안드로이드 운영체제의 스마트폰을 사용한다. 가속도 센서는 FreeScale사의 MMA7331L 센서가 장착된 모듈로서 핀헤더(2.54mm)를 지원하는 가속도 센서를 사용하였다. 이 센서는 G-select 기능을 지님으로써 센서의 감도를 설정 할 수 있다. 4g 또는 12g 민감도 설정을 통한 가속도 값의 변화를 명확하게 출력하기 위해 중력 가속도 범위를 4g로 설정함으로써 Sensitivity를 308 mV/g로 높게 설정해 주었다. MCU로는 Texas Instruments사에서 개발한 LaunchPad로 MSP-EXP430G2시리즈의 마이크로 컨트롤러를 탑재한 초소형 Evaluation Board를 사용하였다. 3축 가속도 센서의 아날로그 데이터를 디지털 데이터로 변환시켜줄 ADC(Analog to Digital Conversion)기능과 변환된 데이터를 블루투스 모듈로 전송해줄 UART(Universal Asynchronous Receiver Transmitter) 통신 기능이 주로 사용되기 때문에 여러 기능을 가진 Evaluation Board보다는 초소형의 필요한 기능만을 갖춘 LaunchPad를 선택하여 개발을 진행하였다.

표1의 (b)에서는 MCU의 제어를 위하여 Texas Instruments사에서 제공하는 Code Composer Studio를 사용하여 소스코드를 프로그래밍하였으며, 스마트폰에서는 다양한 개발환경을 제공하는 안드로이드 SDK를 이용한 Java언어 기반의 이클립스 환경을 사용하였다.

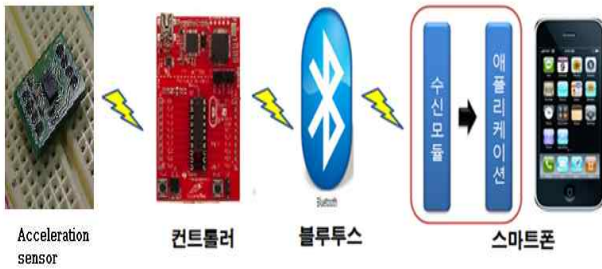
<표 1> Hardware 구현 환경

Module	Function
가속도센서 (PO-AXA-12-01)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sensitivity를 G-sel 핀에 0과 1의 값을 통해 쉽게 설정하여 제어</li> <li>● Output이 Analog 전압으로 출력되므로 ADC(Analog to Digital Conversion)을 이용하여 값을 쉽게 도출가능.</li> </ul>
Bluetooth (FB155BC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1,200 ~ 115,200 bps</li> <li>● 전송거리 10m</li> <li>● UART를 통한 데이터 통신</li> </ul>
MCU (MSP430G2553)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 초소형 Evaluation Board로써 ADC, UART 기능이 주 기능으로써 본 시스템에 매우 적합.</li> </ul>
스마트폰 (안드로이드)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 안드로이드 플랫폼</li> <li>● 안드로이드 SDK</li> <li>● JAVA &amp; xml</li> </ul>

<표 2> Software 구현 환경

Module	Function
Code Composer (Texas Instruments)	● MCU(MSP430G2553) 프로그램 개발환경
Eclipse (안드로이드 SDK)	● 안드로이드용 스마트폰 어플 개발환경

1.2 시스템 구성도



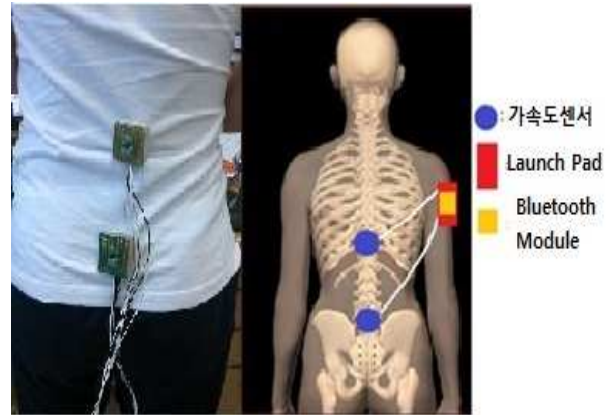
<그림 2> schematic System

본 시스템은 두 개의 가속도 센서를 이용하여 각 센서마다 x, y, z 3축씩 총 6축의 아날로그 전압출력을 가지고 x, y, z 각각의 출력을 마이크로 컨트롤러(Texas Instruments사의 M430G2553)의 ADC채널로 일대일로 입력시킨다. 입력된 데이터는 마이크로 컨트롤러 내부의 ADC(Analog to Digital Conversion)기능을 통해 디지털 신호로 변환되고 Bluetooth 전송단위인 8bit에 맞게 데이터를 전송하도록 알고리즘을 구현하여 전송한다. 데이터를 전송받은 Bluetooth Module은 입력된 데이터 그대로를 페어링 된 Smart Phone의 Bluetooth Module로 전송하게 되고 그 데이터를 다시 본래의 출력 값으로 가공한 뒤 두 개의 가속도센서를 통해 측정된 x축 가속도 정보의 차를 이용하여 게임에 이용할 데이터를 추출한다. 이렇게 도출 된 두 가속도 센서의 x축값의 차를 구하여 실제 스마트폰의 어플리케이션에서 애니메이션이 동작되어 게임을 실행하게 된다.

1.3 시스템 설계

그림 3은 시스템의 하드웨어적인 구조를 보여준다. 2개의 가속도 센서와 MCU(LaunchPad M430G2553), Bluetooth Module(FB155BC)과 보편화 되고 손쉽게 모니터링 할 수 있는 Smart Phone(Android)으로 구성되어있는데 척추의 중간과 영치뼈 바로 위의 척추위치에 각각 가속도 센서를 부착하게 된다. 2개의 가속도 센서 중 척추의 중간에 위치한 센서는 고정된 값으로 reference value로 설정하고 아래의 센서는 둔부를 좌,우로 흔들었을 경우 reference value와 차이를 갖기 위한 가속도 센서이다. 각 가속도 센서로부터 생성된 데이터가 MCU(Micro Controller Unit)의 ADC(Analog to Digital Conversion)를 거쳐 디지털데이터로 변환되고 Bluetooth를 통해 무선통신으

로 Smart Phone에 전송하여 SVM(Sensor Vector Magnitude) 값을 이용해 현재 사용자의 자세를 판별하여 게임을 실행하도록 구성하였다.

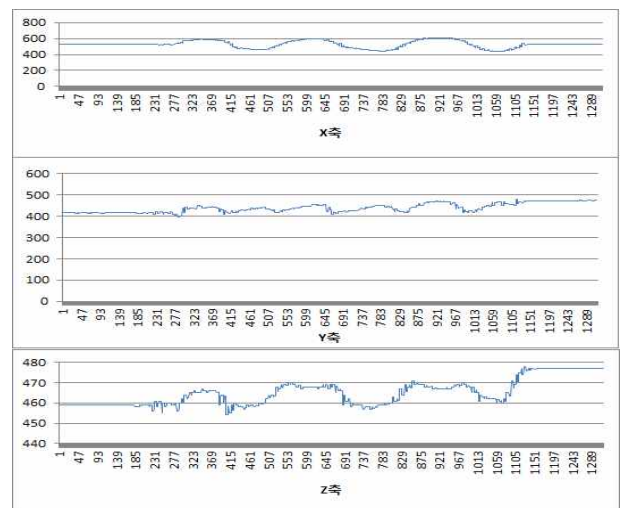


<그림 3> System Architecture

둔부를 좌,우로 흔들었을 경우 reference value와 차이를 갖기 위한 가속도 센서이다. 각 가속도 센서로부터 생성된 데이터가 MCU(Micro Controller Unit)의 ADC(Analog to Digital Conversion)를 거쳐 디지털데이터로 변환되고 블루투스를 통해 무선통신으로 스마트폰에 전송하여 현재 사용자의 움직임을 판별하여 게임을 실행하도록 구성하였다.

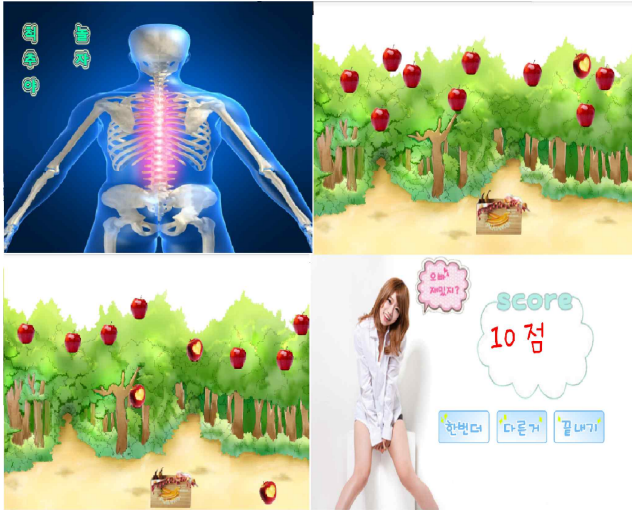
1.4 결과

가속도 센서를 통한 출력이 MCU와 블루투스 모듈을 거쳐 스마트폰까지 전송하는 과정에서 데이터의 무결성을 입증하기 위해 두 개의 가속도 센서 데이터를 저장하는 기능을 어플리케이션에서 구현하였다. 완성된 시스템의 동작 시 실험한 것으로 가속도 센서를 좌,우로 움직이는 형태로 4세트를 실행하여 각각 Ax, Ay, Az, Bx, By, Bz의 파일 형태로 안드로이드 내부 메모리에 text file로 저장하여 각 축 마다의 데이터의 흐름을 보았다.



<그림 4> 가속도센서 움직임에 따른 x,y,z축 값의 변화

둔부의 좌,우 운동에는 가속도센서의 특성상 x축이 가장 선형적인 결과를 보였으며 나머지 축들도 비슷한 데이터 흐름을 나타내었다. 따라서 본 게임은 좌,우 움직임에 가장 선형적인 x축의 데이터를 이용하여 두 가속도센서의 x축 데이터의 차로 애니메이션의 움직임을 조절하였다.



<그림 5> Application 구현화면

<그림 5>는 게임 어플리케이션 내에서 애니메이션이 동작하는 화면이다. 왼쪽 위부터 오른쪽 아래까지 차례로 어플리케이션의 첫 Activity와 게임시작 시 떨어질 사과를 보여주는 그림, 게임 중인 그림, 마지막 게임 종료 시 점수계산을 마친 그림으로써 게임시스템의 전 과정을 보여주는 그림이다. 파여져 있는 사과는 곧 떨어질 것이라 암시하는 것이며 하나가 떨어짐과 동시에 다른 사과가 파인사과로 변하게 되면서 미리 떨어질 사과의 위치로 바구니를 좌,우로 이동시켜 사과를 받는 과정으로 동작한다.

#### IV. 결 론

본 연구는 척추 및 신경질환에 대해 예방 및 재발방지의 목적을 가지고 접근하였다. 가속도 센서를 통한 아날로그 전압 출력력을 마이크로 컨트롤러를 통해 디지털 신호로 변환하였고, 무선으로 스마트폰에 전송하여 각 가속도센서의 x, y, z축 중에서 좌,우 움직임에 가장 선형적인 x축값의 차로 규격화하여 각 가속도센서의 값을 비교하는데 성공했다. 또한 도출된 값의 차를 통해 게임 어플리케이션을 구현하여 본 시스템을 장착하고 둔부를 좌,우로 이동 시 게임 어플리케이션에서의 애니메이션이 좌,우로 이동하는 것까지 구현하였다. 현재까지의 개발진행상태로는 척추질환에 대한 심도 있는 연구 및 하드웨어 구성의 정규화, 임상실험 등 여러 가지 미흡한 부분이 많이 존재한다. 앞으로 MSP430G2553의 필요한 주요기능만을 추출하여 PCB 제작을 통해 MCU를 더욱 소형화시키고 각

MCU를 센서와 결합하여 완전 무선의 시스템을 구축할 것이며, 좀 더 심도 있는 척추질환의 연구를 통해서 실제치료 및 질환예방에 사용될 수 있을 만큼의 효율을 달성할 것이며, 가속도 센서의 x, y, z값의 변화를 통한 더 세부적임 움직임을 구분으로 실험자의 둔부의 좌,우 만에 한정된 움직임이 아니라 여러 동작의 구분이 가능하도록 하는 것이 앞으로의 목표이다.

#### 참고문헌

- [1] Young Sik Na, Dong Kun Chung, Ki Young Lee, "Smartphone Controller System using 3-D Acceleration Sensor," The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 10, No. 4, 2010
- [2] Y. S An, K. S. Kim, C. G. Song "Posture guidance system using 3-axis accelerometer for scoliosis patient", Information and Control Symposium, pp. 396-398, May, 2009
- [3] Ji Hyeong Lee, Dong Jun Kim, Kyung Ho Kim, "Studies on Development of Sleeping and Respiration Patterns Monitoring System using a 3 axis-Acceleration Sensor", Information and Control Symposium, 2010
- [4] Hyang Mi Yoo, Jae Won Suh, Eun Jong Cha, Hyeon Deok Bae, "Walking Number Detection Algorithm using a 3-Axial Accelerometer Sensor And Activity Monitoring", The Korea Contents Association, 2008