

## Implementation of Real-time Sedentary Posture Correction Cushion Using Capacitive Pressure Sensor Based on Conductive Textile

HoonKi Kim\*, HyungSoo Park\*, JiWon Oh\*\*

\*Professor, Dept. of Computer Software Engineering, Dongyang Mirae University, Seoul, Korea

\*Professor, Dept. of Computer Software Engineering, Dongyang Mirae University, Seoul, Korea

\*\*Senior Engineer, Morethings Ltd., Yongin, Korea

### [Abstract]

Physical activities are decreasing and sitting time is increasing due to the automation, smartization, and intelligence of necessary household items throughout daily life. Recent healthcare studies have reported that the likelihood of obesity, diabetes, cardiovascular disease, and early death increases in proportion to sitting time. In this paper, we develop a sitting posture correction cushion in real time using capacitive pressure sensor based on conductive textile. It develops a pressure sensor using conductive textile, a key component of the posture correction cushion, and develops a low power-based pressure measurement circuit. It provides a function to transmit sensor values measured in real time to smartphones using BLE short-range wireless communication on the posture correction cushion, and develops a mobile application to check the condition of the sitting posture through these sensor values. In the mobile app, you can visualize your sitting posture and check it in real time, and if you keep it in the wrong posture for a certain period of time, you can notify it through an alarm. In addition, it is possible to visualize the sitting time and posture accuracy in a graph. Through the correction cushion in this paper, we experiment with how effective it is to correct the user's posture by recognizing the user's sitting posture, and present differentiation and excellence compared to other product.

▶ **Key words:** Health Care, Conductive Textile, Capacitive Pressure Sensor, Posture Recognition

### [요 약]

일상생활의 전반에 걸쳐 필요한 생활용품들이 자동화, 스마트화, 지능화됨으로 인해 물리적인 활동이 줄고 앉아 있는 시간이 늘어가는 추세이다. 최근 헬스케어 연구에서는 앉아 있는 시간에 비례해서 비만, 당뇨병, 심장혈관질환, 그리고 조기사망의 가능성이 높아진다고 보고되었다. 본 논문에서는 전도성 섬유 기반 전기용량성 압력 센서를 이용한 실시간 앉은 자세 교정 방식을 개발한다. 자세 교정 방식의 핵심 부품인 전도성 섬유를 이용한 압력 센서를 개발하고, 저전력 기반의 압력 측정 회로를 개발한다. 자세 교정 방식에서 BLE(Bluetooth Low Energy) 근거리 무선통신을 이용하여 실시간으로 측정된 센서값을 스마트 폰으로 전송할 수 있는 기능을 제공하고, 이 센서값을 통해 앉은 자세의 상태를 확인할 수 있도록 모바일 앱을 개발한다. 모바일 앱에서는 앉은 자세를 시각화하여 실시간으로 확인할 수 있고 잘못된 자세로 일정시간 유지할 경우 알람으로 알릴 수 있다. 또한, 앉아 있는 시간 및 자세 정확도를 그래프로 시각화할 수 있도록 한다. 본 논문의 교정 방식을 통해 사용자의 앉아 있는 자세 상태를 인지하여 실제적으로 사용자 자세 교정에 얼마나 효과적인지를 실험해 보고 타제품과 비교하여 차별성과 우수성을 제시한다.

▶ **주제어:** 헬스케어, 전도성 섬유, 전기용량성 압력 센서, 자세 인식

- First Author: HoonKi Kim, Corresponding Author: HyungSoo Park
- \*HoonKi Kim (kimhk@dongyang.ac.kr), Dept. of Computer Software Engineering, Dongyang Mirae University
- \*HyungSoo Park (hspark@dongyang.ac.kr), Dept. of Computer Software Engineering, Dongyang Mirae University
- \*\*JiWon Oh (oeonline@morethings.net), Morethings Ltd.
- Received: 2021. 12. 30, Revised: 2022. 02. 24, Accepted: 2022. 02. 24.

## I. Introduction

코로나로 인해 실내에 거주하는 시간이 늘어나고 앉아 지내는 시간이 늘어나고 있다. 또한, 일상생활의 전반에 걸쳐 필요한 생활용품들이 자동화, 스마트화, 지능화됨으로 인해 물리적인 활동이 줄고 앉아 있는 시간이 늘어가는 추세이다. 이로 인해 허리 건강에 대한 관심이 늘어나면서 헬스케어 분야에서는 센서를 활용한 다양한 연구들과 특허들이 진행되고 있다[1-8].

다채널 대면적 압력 센서들을 이용하여 서 있는 자세를 인식하고 잘못된 자세를 교정해 주는 헬스케어 시스템이 연구 개발되었고[1]. 전도성 섬유 기반 깔창 형태의 섬유 압력 센서를 이용한 보행 모니터링 시스템도 연구 개발되었다[2]. 또한, 압력 센서를 이용하여 착석 위치를 추정하고 이를 기반으로 착석 위치를 교정해 주는 의자도 개발되었다[3].

특히 분야에서도 자세 교정을 위한 다양한 특허들이 등록되었다. 등록된 특허 기술에 자세 감지 도구[4], 자세 교정 장치 및 그 방법[5], 앉은 자세 측정 및 운동용 좌석 패드 및 의자[6], 착석 수단용 감지 장치[7], 골격 추적을 이용한 자세 교정 방법[8] 등이 있다.

능동적 전기용량성 압력 센서를 이용하여 새로운 웨어러블 모델이 연구 개발되었으며[15], 섬유 압력 매핑 센서들을 이용하여 운동할 때 근육 활성화 정도를 측정하는 연구도 진행되었다[16].

본 논문에서는 전도성 섬유 기반 전기용량성 압력 센서를 이용한 실시간 앉은 자세 교정 방식을 개발하고자 한다. II 장에서는 앉아 지내는 시간이 길어짐에 따라 허리 척추 건강에 대한 다양한 기사들을 살펴보고 실시간 앉은 자세 교정 방식의 연구 개발 필요성을 제안한다. III 장에서는 제안된 방식에 대해 상세히 소개하고 주요 모듈들을 제시한다. 또한, 제안된 방식의 실험 결과를 설명하고 시스템의 특징 및 장점, 그리고 타사 제품과의 비교 분석 결과를 제시한다. 향후 실시간 앉은 자세 교정 방식이 앉아서 일하는 직업군에 적용되어 허리 척추 건강에 좋은 영향을 끼칠 것으로 기대하면서 IV 장에서 결론을 맺는다.

## II. Preliminaries

### 1. Related Articles

Nilofer Merchant 트위터는 앉아 지내는 것은 담배 피우는 것과 같다고 말하고 있고, 최근 헬스케어 연구에서는 앉아 있는 시간에 비례해서 비만, 당뇨병, 심장 혈관 질병, 그리고 조기사망의 가능성이 높아진다고 보고되었다[9].

하루에 앉아서 평균 9.3시간을 보내고 있으며 과도한 앉은 시간으로 인해 인체에 나쁜 영향을 주고 있고 10명 중 8명이 허리 통증을 호소하고 있다[9,10]. 잘못된 앉은 자세로 인해 척추가 틀어지고 턱관절 불균형에 안면비대칭이 올 수도 있다고 보고되고 있고[11], 잘못된 앉은 자세가 유발하는 대표 질환들을 소개하고 있다[12]. Fig. 1에서 알 수 있듯이 허리 환자 절반은 앉아 일하는 사람 일명, ‘의자족’이라고 밝혔다[13].

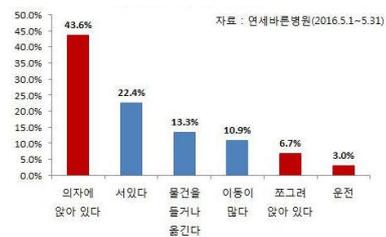


Fig. 1. Statistics on the usual posture of people with spinal diseases.

식품의약품안전처의 자료에 따르면, Fig. 2에서 매년 국내 허리디스크 환자 수가 지속적으로 증가하고 있으며 20대 허리디스크 환자에 대한 요양급여비용도 2018년도에 가장 높은 액수 313억원대로 늘어났다[14].

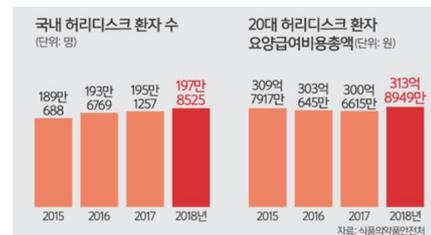


Fig. 2. The number of patients with lumbar disc and medical care benefit expenses

보건복지부에서 공개한 Fig. 3의 연령별 앉아서 보내는 시간 통계에 따르면, 20대 남성과 여성이 하루에 앉아서 보내는 시간은 각각 9.0시간과 9.5시간이다[14]. 이는 모든 연령대에서 가장 높은 수치이다. 20~30대 청년들이 앉아 있는 시간이 많아짐에 따라 허리디스크 유병률이 반등하고 있음을 알 수 있다.

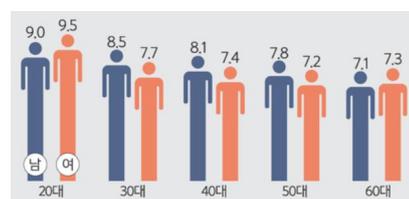


Fig. 3. Time statistics for sitting down by age

## 2. Necessity of Research

관련된 연구들과 기사들을 종합해 보면 한결같이 앉은 자세가 우리 몸의 여러 요소들의 건강과 직결된다고 주장하고 있다. 따라서, 앉아 있는 동안에 올바른 정자세를 유지하는 것이 정말 중요하다고 할 수 있다. 하지만, 사람들은 무의식 중에 편한 자세를 취하려고 하는 경향이 있어서 의식적으로 올바른 정자세를 유지하기가 쉽지 않다. 이에 정자세를 유지하고 허리 및 척추 건강을 위해 실시간 앉은 자세를 교정할 수 있는 기술을 연구 개발하는 것이 절실히 필요한 실정이다. 이에 본 논문에서는 방석에 전도성 천을 이용한 압력센서를 부착하여 센서값을 통해 앉은 자세의 상태를 파악하고 올바르지 않은 자세에 대해 실시간으로 경고를 해 주는 자세 교정 방식을 연구 개발하려고 한다.

백그라운드 서비스는 디바이스에게 센싱값을 요청하여 결과값을 받아 앱을 수행하지 않아도 사용자의 앉은 상태의 정보를 실시간으로 확인할 수 있다. UI는 사용자의 앉은 상태를 그래픽으로 표현하며 백그라운드로에게 상태 정보를 요청하고 결과값에 따라 앉은 상태를 화면에 출력한다. 또한, UI는 서버의 데이터베이스와 연동하여 사용자의 정보를 검색할 수 있다.

## 2. Development Environment

연구 개발된 자세 교정 방식의 Table 1과 같다. 프로그램 언어로 서버에서는 MySQL, Node.js를 Mobile App은 Java를, Device는 C를 사용하였고, 서버 개발 환경을 AWS 클라우드와 리눅스 우분투 기반으로, 모바일 앱은 안드로이드 스튜디오로 구축하였다.

## III. The Proposed Cushion

본 장에서는 시스템의 구조에 따라 제안된 교정 방식을 개발하며, 주요 모듈들을 설명한다.

### 1. Introduction of the Proposed System

본 연구의 목적은, 방석에 전도성 천을 이용한 압력센서를 부착하여 센서값을 통해 앉은 자세의 상태를 파악하고 모바일 앱을 통해 백그라운드 서비스와 GUI를 구성하고 스마트폰의 화면을 통해 현재 자세를 이미지 화면(Fig. 14 참조)으로 보여 주고 일정 시간 나쁜 자세를 유지하면 알람을 통해 자세를 교정하도록 한다. Fig. 4는 시스템 상세 구조도를 나타낸 것이다.

Table 1. Development Environment

Item	Detail
Language	Server: MySQL, Node.js Android: Java Device: C
HW	Board(Arch.): NucleoF103 (STM32F103RB) HW Development Tool : Keil Studio 5
Device	Application Test Device: Nexus 7, G Pad 8.3 HW Measuring tool: Ocyloscope Tool Design: 3D Printer
etc.	Server Environment: AWS, Ubuntu 14.04 Android Development Tool: Android Studio

### 2.1 Pressure Sensor using Conductive Textile

본 논문에서는 인체의 움직임에 의해 지면에 가해지는 압력을 측정하기 위하여 Capacitive Pressure Sensor를

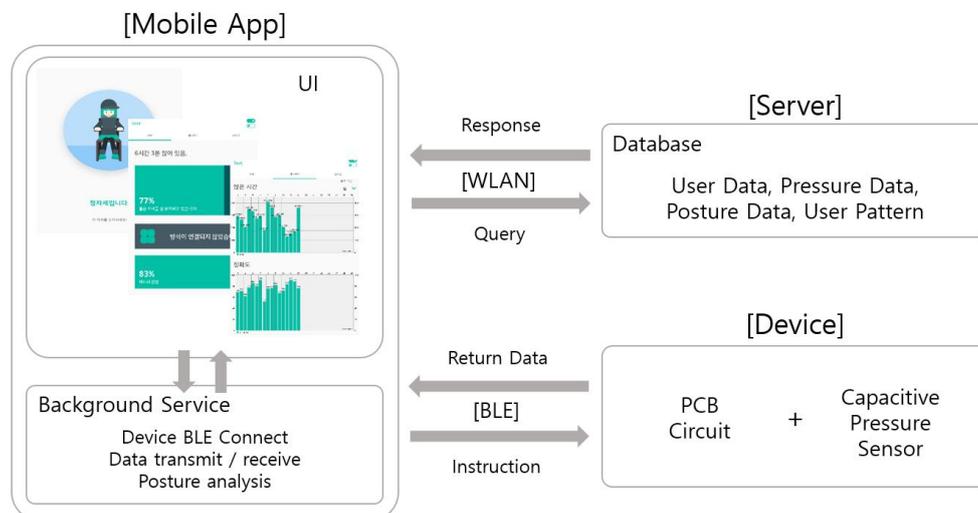


Fig. 4. System Architecture

구현했다. Capacitive Pressure Sensor의 원리는 외부 압력에 의한 양 플레이트의 거리 변화(d)가 전체 커패시턴스의 용량 변화를 가져오게 되는 물리적인 동작에 기반을 두고 있다.

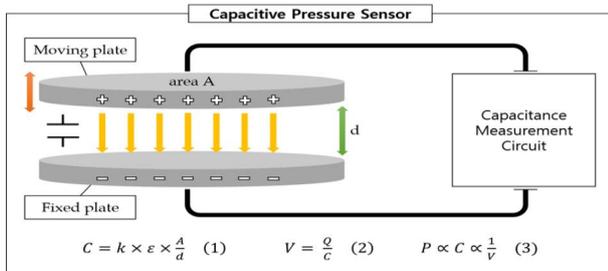


Fig. 5. Capacitive Pressure Sensor

Fig. 5와 같이 양 플레이트 사이 거리(d), 전기상수(k), 유전율상수(ε) 및 면적(A)를 이용한 Capacitance(C) 값은 식(1)과 같다. 식(1)에서 양 플레이트 사이 거리(d)에 따른 C의 변화를 통해 압력(P)을 구할 수 있다. C의 변화를 측정하기 위하여 C와 Voltage(V)의 관계를 나타낸 식(2)를 이용하였다. 식(3)을 통해 압력(P)은 C와는 비례하며 V와는 반비례함을 알 수 있다.

본 프로젝트에서는 Fig. 5와 같은 Capacitive Pressure Sensor를 구현하기 위해 양 플레이트에는 전도성 섬유, 그사이에는 비전도성 섬유(부직포)를 사용하였다. C에 따라 변하는 V를 ADC하여 인체의 움직임에 의해 지면에 가해지는 압력(P)을 측정하였다. 제작된 센서의 성능 평가를 위해 국제법정계량기구에서 규정한 분동을 이용하여 0kg에서 100kg까지 무게를 10kg씩 증가시켜 무게에 따른 커패시턴스 값을 측정하였다. Fig. 6은 Capacitive Pressure Sensor를 3x3으로 구성한 플레인이다.



Fig. 6. Capacitance Plane

**2.2 Pressure Measurement Circuit based on Low Power.**

저 전력 구동 및 소형화를 위하여 저 전력 기반의 STM32F103RB 코어 및 Capacitive Sensor, Acceleration Sensor와 BLE, Lipo Battery

(3.7V/100mAh)를 사용하였다. Fig. 7은 저 전력 기반의 압력을 측정하는 회로이다.

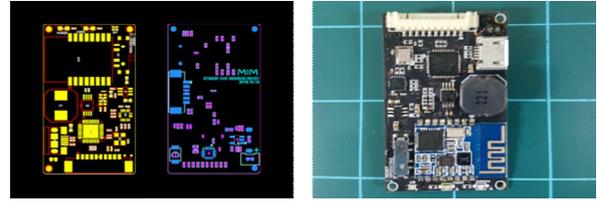


Fig. 7. Pressure Measurement Circuit

**2.3 Digital IIR Low Pass & High Pass Filter**

본 개발에서 아날로그로 구현된 Band Pass Filter에 의해 1차적으로 센서의 Noise를 제거한다. 하지만 회로만으로는 100% Noise를 제거하기 힘들기 때문에 Digital IIR Filter를 사용하여 2차 필터를 구현하였다. 앓은 자세의 압력신호는 주파수대가 비교적 낮은 신호이므로 0.5Hz에서 10Hz사이의 낮은 주파수대의 신호만 통과하도록 하였다.

<Analog Filter>

$$H_L(s) = \frac{w_c}{s + w_c}, H_H(s) = \frac{s}{s + w_c}$$

<Bilinear Transform>

$$H(z) = H(s), \text{ where } s = \frac{k(z-1)}{z+1}, k = \frac{2\pi f_c}{\tan(\frac{\pi f_c}{F_s})}$$

위의 식으로부터 bilinear Transform을 통하여 Digital Filter의 전달함수로 변환할 수 있다. Digital Filter로 변환하여 보면 아래와 같은 식을 유도하였다. 여기서, 역Z변환을 하여 아래와 같은 입출력식을 구하였다.

<Digital Filter>

$$H_L(z) = \frac{w_c + w_c z^{-1}}{k + w_c + (w_c - k)z^{-1}}$$

$$H_H(z) = \frac{k - k z^{-1}}{k + w_c + (w_c - k)z^{-1}}$$

<Finally>

$$y(n) = b_0 x(n) + b_1 x(n-1) - a_1 y(n-1)$$

<LPF>	<HPF>
$b_0 = \frac{w_c}{k + w_c}$	$b_0 = \frac{k}{k + w_c}$
$b_1 = \frac{w_c}{k + w_c}$	$b_1 = \frac{k}{k + w_c}$
$a_1 = \frac{w_c - k}{k + w_c}$	$a_1 = \frac{w_c - k}{k + w_c}$

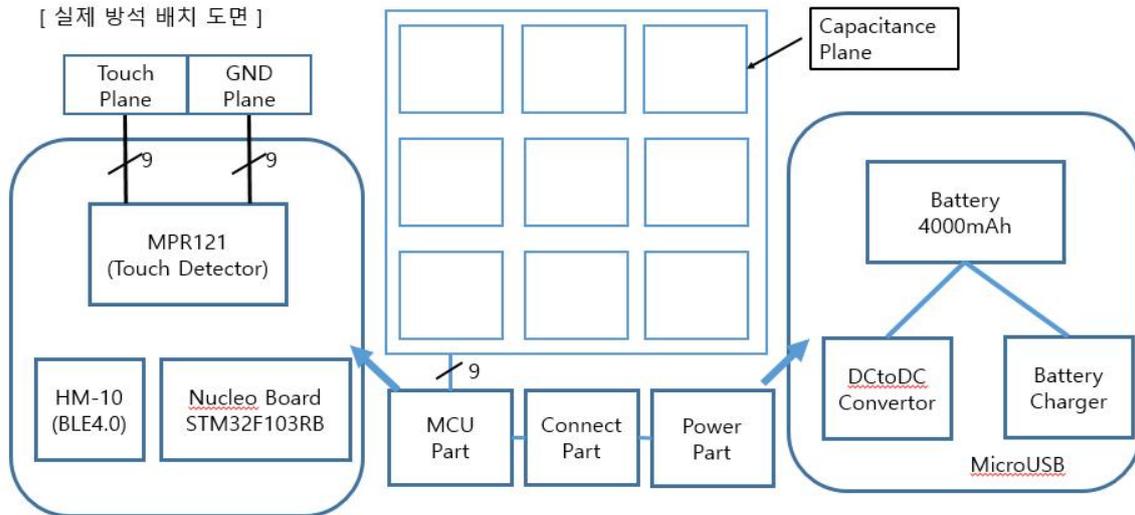


Fig. 8. Cushion layout drawing

Fig. 8은 3x3 9개의 압력 센서를 사용한 방석 배치 도면을 나타낸 것이다. Fig. 9는 원본 데이터와 필터를 적용한 데이터가 모두 반영된 그래프이며 빨간색 그래프는 Raw 데이터이며 초록색 그래프는 Digital IIR Filter를 거친 데이터이다. 데이터 측정은 약 100초가 진행되었으며, Raw 그래프에서 심하게 보이는 Noise가 필터를 거친 그래프에서는 확연하게 없어지는 것을 볼 수 있다.

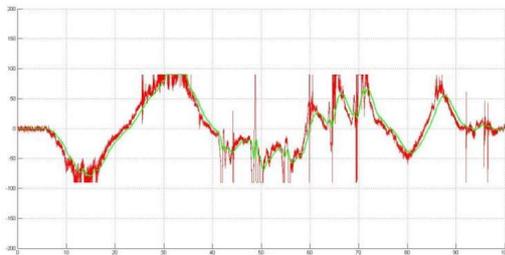


Fig. 9. Digital IIR Filter Graph

### 2.4 Normalize

방석에는 총 9개의 센서가 탑재되어 있으며 각 센서는 같은 재질의 전도성 섬유와 같은 크기로 제작되었지만 각 센서의 환경 및 오차 때문에 항상 같은 값을 가지기 어렵다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 Table 2와 같이 Normalize 과정을 진행하였다.

Table 2. Normalization of Sensor

Sensor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Max	738	783	652	767	888	984	947	798	899
Min	324	199	240	230	200	178	322	409	488
Dev	414	584	412	537	688	806	625	389	411
Res	608	308	300	508	395	919	789	432	567
%	46	35	20	54	50	80	59	5	13

서비스 시작 전까지 각 센서의 최대 압력 값 및 최소 압력 값과 편차를 측정하여 각 센서를 0~100%의 값으로 정규화하였다. 이러한 과정은 센서의 오차를 처리할 뿐만 아니라 나중에 사용자의 무게중심을 추출하는데 핵심적인 역할을 한다. 다양한 몸무게의 사용자마다 각각의 케이스를 두어 처리하는 것이 아닌 상대적인 비율을 이용해 효율적으로 처리할 수 있다.

### 2.5 The Center of Gravity Method

Fig. 10에서와 같이 정규화된 센서 데이터를 이용하여 각각의 정규화된 센서 값에 중심으로부터의 거리값을 곱하여 무게의 중심을 구하는 방법이다. 사용자의 보폭을 중심으로 기준 삼아 각 센서의 위치에 따른 2차원 가중치 (x,y)를 주었다. 9개의 센서를 무게중심을 파악하기 위한 하나의 지표로 변환한 것이다.

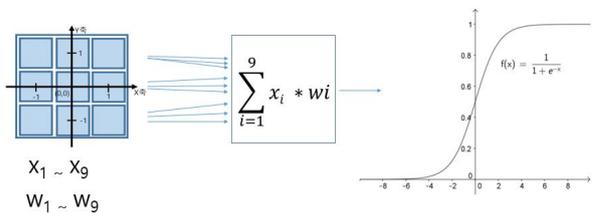


Fig. 10. Procedure for the Center of Gravity

### 2.6 K-means

k-means 알고리즘은 여러 개의 데이터가 존재할 때, 그 데이터를 여러 개의 군집으로 분해하는 거리에 기반을 둔 알고리즘이다. 위의 무게중심 알고리즘을 통하여 나온 (x,y) 좌표를 바탕으로 각 자세별로 군집을 형성하게 된다. 따라서 새로운 데이터가 들어왔을 때, 그 데이터를 각 군

집의 중심점으로부터 거리를 구한 후 가장 가까운 군집으로 판단하게 된다. 무게중심 알고리즘을 통해 얻은  $(x, y)$  좌표를 각 자세별로 여러 개 수집하였으며, 그것을 k-means 알고리즘을 통해 각 자세별로 중심점을 얻어냈다. Fig. 11은 K-means 알고리즘을 이용하여 앉은 자세의 상태를 인식하는 과정이다.

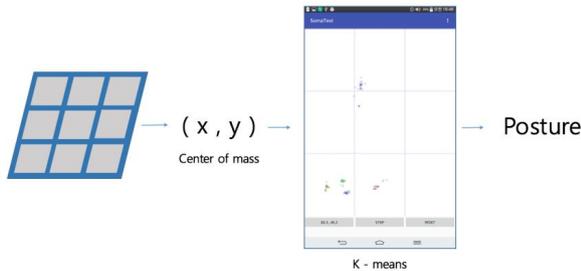


Fig. 11. Posture Recognition using K-means

K-means 알고리즘을 통해 새로운 데이터가 들어왔을 때 각 자세군집의 중심점으로부터 거리를 구한 후 가장 가까운 자세로 추측이 가능하였다.

좌표가 비슷하게 나오는 자세들이 존재하였는데 예를 들어, 다리를 끈 자세의 경우에는 한쪽 다리가 반대편 무릎으로 걸쳐지게 되기 때문에 한쪽으로 무게중심이 쏠리는 것에서 단순히 몸이 좌우로 쏠린 것과 구분해내기가 어려웠다. 이것을 해결하기 위해 좌표값을 얻은 후에도 센서의 크기를 활용하였다. 다리를 꼬게 되면 그 다리의 센서 크기는 아주 작게 나오기 때문에 이 점을 활용해 한쪽으로 쏠린 경우에는 반대편 앞부분 센서 크기를 비교하여 쏠린 자세와 다리 끈 자세를 구분해냈다.

2.7 Equipment Development

센서 및 회로와 방석을 조립하기 위한 기구 설계를 진행하였다. 제품이 방석이라는 점에서 사용자의 하중과 휴대성을 고려하여 내구성을 고려한 설계를 진행하였다. Fig. 12는 센서 및 회로와 방석을 조립하기 위한 기구 설계를 나타낸 것이다.

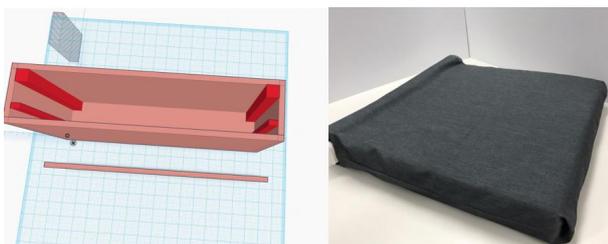


Fig. 12. Equipment

2.8 Mobile App Development

모바일 어플리케이션은 OS에 종속되지 않도록 하이브리드 기반으로 개발하였다. 디바이스와는 BLE(Bluetooth Low Energy)로 통신한다. 어플리케이션은 백그라운드 서비스와 UI로 나누어 개발하여 사용자가 어플리케이션을 사용하고 있지 않아도 자연스럽게 방석과 통신을 주고받아 불편함 없이 사용할 수 있도록 구현하였다.

사용자는 어플리케이션을 통해 실시간으로 자신의 자세를 확인할 수 있으며 잘못된 자세로 일정 시간 유지 시 알림을 받을 수 있도록 하였다. 또한, 히스토리를 통해 앉은 자세 시간 및 자세 정확도 데이터를 시각화하여 볼 수 있도록 하였다. Fig. 13은 모바일 앱의 GUI 화면을 나타낸 것이다.

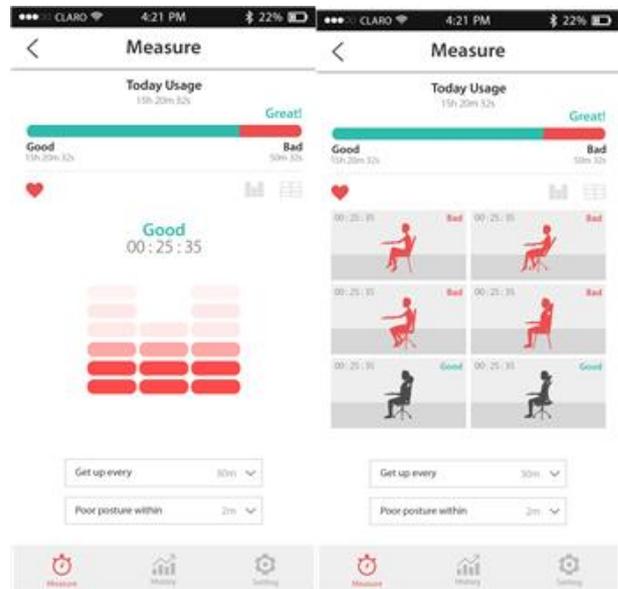


Fig. 13. GUI of Mobile App

3. Result

본 논문에서 개발된 자세 교정 방식에 사용자가 좋은 자세와 나쁜 자세를 취하여 앉도록 하여 시스템을 테스트하였다.

3.1 Test Result

자세교정 방식을 통해 앉은 자세를 다양하게 취한 후 해당 자세가 제대로 인식하는지를 모바일 앱을 통해 확인하였다. 자세 교정 방식은 사용자에게 일 단위의 앉아 있는 시간 통계를 제공하고 앉아 있는 시간 동안에 얼마나 올바른 정 자세로 앉아 있었는지에 대한 통계 데이터도 제공을 한다. 이 데이터는 DB 서버에 저장되고 관리되며 필요 시 언제든지 검색하여 그래프로 가시화하여 확인할 수 있다.

Fig. 14는 자세 인식 테스트 결과이고 Fig. 15는 모바일 앱에서 자세교정 방식과 통신으로 연결된 상태 및 배터리

상태를 확인할 수 있으며 사용자의 앉아 있는 활동 시간을 모니터링하여 앉아 있는 자세에 대해 평가해 준다.



Fig. 14. Posture Recognition Test



Fig. 15. Cushion Status

Fig. 16은 앉아 있는 활동을 DB에 저장한 후 그래프로 나타낸 것이다. 첫 번째 '앉은 시간' 그래프는 일 단위로 앉은 시간을 나타낸 것으로 X축은 100분 단위이고 Y축은 일 단위이다. 1일에 앉아 있는 시간은 거의 5시간이며, 17일까지 측정된 값들 중에서 14일이 가장 낮고 9일이 가장 높은 값을 나타내고 있음을 알 수 있다. 14일에는 2시간 약간 초과하고 9일에는 거의 7시간 동안 앉아서 시간을 보냈음을 알 수 있다. 두 번째 '정확도' 그래프는 앉아 있는 동안 얼마나 바른 정자세로 앉아 있었는지를 나타낸 것이다. 8일에 가장 나쁜 자세로 시간을 보냈고 7일과 15일에 가장 좋은 자세로 앉아 있었음을 알 수 있다.



Fig. 16. Graph of Sedentary Posture

### 3.2 Technical Comparison

헬스케어 방식을 개발 유사한 제품은 D사가 있다. D사는 방식에 센서를 설치하여 자세를 교정시켜 주는 방식으로 개발하였으며, 실제 자세를 알려 주기보다 잘못된 자세라는 것만 알림으로 알려 주는 형태로 개발되어 있다.

본 논문에서 개발된 쿠션은 정자세를 포함한 7가지 자세를 정확하게 사용자에게 알려 주어 자세 교정의 효과를 높일 수 있게 하였다. 또한, 외부 인터페이스를 통해 자세에 대한 정확도와 하루에 얼마나 앉아 시간을 보냈는지에 대한 데이터를 제공할 수 있도록 개발하였다. 센싱 포인트에 있어서 보다 정확한 자세를 인식할 수 있도록 D사보다

더 많은 센서를 사용하여 개발하였다. Table 3은 본 논문의 교정 방식과 D사의 제품과 비교한 것이다.

Table 3. Technical Comparison of Health Care Cushion

Category	Proposed Cushion	D Product
Sensor Type	capacitive pressure sensor based on conductive textile	Fiber Optics
Sensing Point	9 Points (3x3)	6 Points
Measurement of posture	7 types included proper posture (Leaning to the front, back, left, right, Crossing left or right leg)	Measure the center of gravity based on the front and back
Data Collection w/ external I/F	O	X
Communication	BLE	BLE
Battery	Rechargeable battery	Rechargeable battery

Table 4는 본 논문의 교정 방식과 기존 특허들[4-8]과 비교하여 정리한 것이다. 기존 특허들에서는 대부분 대부분 on/off 방식의 근접센서를 이용해 단순히 센서에 신체가 닿는지 닿지 않는지로 케이스를 나눠 자세를 분류했으나 본 논문에서는 단순 on/off 방식이 아닌 0~255단계로 미세 압력을 측정할 수 있는 센서 기술을 적용하여 자세를 상세하게 분류할 수 있도록 하였으며 또한, 기존 특허에서는 의자와 장소에 제한되지만, 본 논문은 방식형태의 디바이스로 구현하여 의자와 장소에 제한을 받지 않도록 구현하였다.

Table 4. Patent Comparison

Item	Proposed Cushion	Patent [4]	Patent [5]	Patent [6]	Patent [7]	Patent [8]
Sensor	Multi Pressure Sensor	Close-up Sensor	Close-up Sensor	Tilt Sensor	Close-up Sensor	Camera
Function	Extract the Center of Gravity of Posture, Analyze the User's Posture with 9 Sensors that can detect 0 to 256 units	Simple posture Classification by On/Off Sensors	Simple posture Classification by On/Off Sensors	Simple Posture Classification by slope range	Simple posture Classification by On/Off Sensors	Kinette Camera Posture Analysis
Userbility	Cushion Type	Chair-Mounted Type	Chair-Mounted Type	Chshion Type	Chair-Mounted Type	Chshion Type

## IV. Conclusions

본 논문에서는 전도성 섬유 기반 전기용량성 압력 센서를 이용한 실시간 앉은 자세 교정 방식을 개발하였다. 개발 제품을 기반으로 실험을 통해 세밀한 절차 과정을 통해 정확한 자세 인지 및 사용자에게 더 많은 자세 정보를 제공할 수 있었다. 논문에서 개발된 시스템은 기 출시된 제품에 비해 보다 다양한 자세 정보를 제공하고 또한 장시간 데이터를 DB에 저장하여 사용자에게 1개월 동안 얼마나 앉아서 시간을 보냈는지 얼마나 올바른 정자세로 앉았는지를 확인할 수 있도록 그래프로 시각화 기능을 제공하였다.

[1]에서 서 있는 자세를 교정할 수 있는 시스템을 개발하였고 결론에서 향후 연구에 대해 예시했듯이 본 논문에서는 앉은 자세를 교정할 수 있는 실시간 자세 교정 방식을 개발하였다. 본 논문의 교정 방식은 기존 특허에 비해 단순 on/off 방식이 아닌 0~255단계로 미세 압력을 측정할 수 있는 센서 기술을 적용하여 자세를 상세하게 분류할 수 있는 장점과 방식형태의 디바이스로, 의자와 장소에 구속되지 않고 적용할 수 있는 특징이 있다.

본 논문의 실시간 앉은 자세 교정 방식을 통해 앉아서 일하는 직업인들(운전기사, 컴퓨터 프로그래머, 연구원, 등)에게 보다 건강한 허리를 유지할 수 있는 매개체가 되고 본 논문에서 개발된 센싱 기술을 활용하여 헬스케어와 관련된 다양한 제품들이 연구 개발될 것으로 기대한다.

## ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by DMU(Dongyang Mirae Univ.) Research Grant.

## REFERENCES

- [1] HyungSoo Park, HoonKi Kim, Jaekyung Kwak, "Design and Implementation of User Standing Posture Recognition-Based Interaction System Using Multi-Channel Large Area Pressure Sensors," Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 25, No. 3, March 2020, 155-162
- [2] Changwon Wang, "Development of the Textile Pressure Sensor based Gait Analysis System," Soonchunhyang University Graduate School, Dept. of Medical IT Engineering, Aug. 2020
- [3] Dong Hun Shin, Tae Yeon Hwang, Kyung-min Lee, Development of the Sitting Position Estimation Algorithm and Sitting Position

- Correction Chair Using Pressure Sensors,” Trans. Korean Soc. Mech. Eng. A, Vol. 45, No. 8, pp. 709-714, 2021
- [4] Myung-Ho Cho, “Posture Sensing Apparatus,” Kipris, 10200400 88515, 2004
- [5] Sungun Kim, “Apparatus for Attitude Correction and Method Thereof,” Kipris, 1020110008611, 2011
- [6] In Shik Park, “sitting pad for measuring sitting posture and exercise and chair adopting the same,” Kipris, 1011883880000, 2012
- [7] Myung-Ho Cho, “Sensing Device for Sitting Means,” Kipris, 1020050117597, 2005
- [8] Jun Park, Hyeri Kim, Kyuhyun Lee, “Method for Postural Correction Using Skeleton Tracking,” Kipris, 1014984980000, 2015
- [9] KICKSTARTER, <https://www.kickstarter.com/projects/junhao/dar-ma-sit-smart-for-a-healthy-body-and-mind>
- [10] Sports World, <http://m.sportsworldi.com/view/20160516003908>
- [11] Kyunghyang newspaper, <https://www.khan.co.kr/life/health/article/201606201556452>
- [12] Chosunilbo, [https://health.chosun.com/site/data/html\\_dir/2017/07/10/2017071001076.html](https://health.chosun.com/site/data/html_dir/2017/07/10/2017071001076.html)
- [13] Electronic newspaper, <http://www.press9.kr/news/articleView.html?idxno=34055>
- [14] Segyeilbo, <http://m.segye.com/view/20190628509951>
- [15] Jingyuan Cheng, Oliver Amft, Paul Lukowicz, “Active Capacitive Sensing: Exploring a New Wearable Sensing Modality for Activity Recognition,” International Conference on Pervasive Computing, pp. 319-336, 2010
- [16] BoZhou, Mathias Sundholm, Jingyuan Cheng, Heber Cruz, Paul Lukowicz, “Measuring muscle activities during gym exercises with textile pressure mapping sensors,” Pervasive and Mobile Computing, Volume 38, Part 2, Pages 331-345, July 2017

## Authors



HoonKi Kim received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in Electronic Engineering from Hanyang University, Korea, in 1988, 1990 and 2002, respectively. After receiving his M.S. degree, he was with Core Network

Research Labs., LG Electronics Inc., Korea, from 1990 to 2001. He has been engaged in research of switching, CDMA cellular, PCS, IMT-2000, NGN system. Dr. Kim joined the faculty of the Department of Computer Science at Dongyang Mirae University, Seoul, Korea, in 2001. He is currently a Professor in the Department of Computer Science, Dongyang Mirae University. He is interested in embedded system, communication software and wireless communication networks.



HyungSoo Park received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science and Engineering from Korea University, Korea, in 1992, 1995 and 2008, respectively. Dr. Park joined a researcher of R&D Center at LG

Electronics Ltd. and ntelia, Ltd. Anyang, Korea, in 1995 and 2005. He is currently a Professor in the Department of Computer Software Engineering, Dongyang Mirae University. He is interested in VR/AR, Meta-verse, mobile network and Information Telecommunication Security.



JiWon Oh received the B.S., M.S. degree in Electronic and Information Engineering from Korea University, Korea in 2018, and in IT Convergence from Ajou University. Oh joined a researcher of Software Membership

at SAMSUNG, Ltd and Software Maestro, Korea, in 2016. He is currently a Senior Engineer in the Department of Sensor Development, Morethings Co., Ltd. He is interested in Flexible pressure sensor and healthcare solution.