

## Design and Implementation of User Standing Posture Recognition-Based Interaction System Using Multi-Channel Large Area Pressure Sensors

HyungSoo Park\*, HoonKi Kim\*, Jaekyung Kwak\*\*

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

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

\*\*CEO, Morethings Ltd., Yongin, Korea

### [Abstract]

Among the fourth industrial revolution technologies, products related to healthcare using IoT and sensors are currently being developed. We design and develop an interaction system based on user standing posture recognition using multi-channel large area pressure sensors in this paper. To this end, first of all we investigate major sensor markets of the sensor industry and review technology trends and the current and future of smart healthcare. Based on this survey, we examine and compare cases developed at home and abroad for multi-channel large-area pressure sensors, which are key components of the system that we want to develop. We recognize the standing posture status of the user through the developed system and experiment with how effective it is actually in user posture calibration and apply the research results to various healthcare devices' medical fields based on this.

▶ **Key words:** IoT, Health Care, Multi-Channel Large Area Pressure Sensor, Posture Recognition, Interaction System

### [요 약]

현재 제4차 산업혁명 기술들 중에 사물인터넷과 센서를 이용한 헬스케어 관련 제품들이 개발되어지고 있다. 본 논문에서는 다채널 대면적 압력 센서들을 이용한 사용자의 서있는 자세 인식 기반의 상호 작용 시스템을 설계 및 개발하려고 한다. 이를 위해 먼저, 센서산업의 주요 센서 시장 및 기술 동향에 대해 조사하며 스마트 헬스케어의 현재와 미래에 대해 검토한다. 이를 기반으로 시스템의 핵심 부품인 다채널 대면적 압력 센서에 대해 국내외에서 개발된 사례들을 조사해 보고 비교 평가해 본다. 연구 개발된 시스템을 통해 사용자의 서있는 자세 상태를 인지하여 실제적으로 사용자 자세 교정에 얼마나 효과적인지를 실험해 보고 이를 기반으로 다양한 헬스케어 기기의 의료 분야에 연구 결과를 적용한다.

▶ **주제어:** 사물인터넷, 헬스케어, 다채널 대면적 압력 센서, 자세 인식, 상호작용 시스템

- 
- First Author: HyungSoo Park, Corresponding Author: HoonKi Kim
  - \*HyungSoo Park (hspark@dongyang.ac.kr), Dept. of Computer Software Engineering, Dongyang Mirae University
  - \*HoonKi Kim (kimhk@dongyang.ac.kr), Dept. of Computer Software Engineering, Dongyang Mirae University
  - \*\*Jaekyung Kwak (jk.kwak@morethings.net), Morethings Ltd.
  - Received: 2020. 02. 07, Revised: 2020. 03. 06, Accepted: 2020. 03. 08.

## I. Introduction

제 4차 산업혁명 기술들 중인 하나인 IoT에 다양한 연구 개발이 시도되고 있다[1]. 헬스케어 분야에서는 다양한 센서를 활용한 건강 정보 데이터를 수집하여 상용화 제품들이 출시되고 있다[2-4]. 이에 따라 헬스케어 시장이 확대되고 있는 상황이다[5].

헬스케어 분야에 여러 분야들이 있지만, IT 산업의 발달로 언제 어디서든지 스마트폰을 활용하고, 고정된 자세로 일하는 직업이 늘어남에 따라 목디스크와 허리디스크에 대한 관심이 높아지고 있다. 이에 따라 여러 가지 센서들을 활용하여 걸음걸이와 자세 교정 시스템을 개발하는 연구가 활발하게 이루어지고 있다[6-11].

[6,7]에서는 전도성 섬유 기반 깔창형태의 섬유압력센서 및 보행 모니터링 시스템이 개발되었고, [8]에서는 섬유 압력 센서를 이용하여 반신불수의 환자와 정상인 사람 간의 걸음걸이 상태를 분석하는 연구가 진행되었다. 발열 기능이 구비된 압력 센서를 활용한 걸음걸이 분석 시스템에 대한 연구도 진행되었다[10].

본 논문에서는 다채널 다면적 압력 센서를 통해 사용자의 서 있는 자세를 교정하는 시스템을 설계 개발하고자 한다. II 장에서는 기존 유사 기술과의 비교를 통해 기존 유사 기술의 한계점을 제시하고 연구 개발하고자 하는 시스템의 필요성을 제안한다. III 장에서는 제안된 시스템에 대해 상세히 소개하고 주요 알고리즘과 주요 모듈들을 설명한다. 또한, 제안된 시스템의 적용 결과를 설명하고 시스템의 특징 및 장점, 그리고 타사 제품과의 비교 분석 결과를 제시한다. 향후 다채널 다면적 압력 센서를 활용하여 헬스케어 관련 다양한 제품들에 적용 가능할 것으로 기대하면서 IV 장에서 결론을 맺는다.

## II. Preliminaries

### 1. Related works

기존의 다양한 자세 분석 시스템 중 시계 형태의 웨어러블 디바이스의 경우 가속도 센서를 이용한 움직임 감지를 통해 사용자의 실시간 자세 및 운동량과 심박 센서를 이용해 실시간 심박 수를 측정하기 때문에 가장 많이 사용되는 디바이스 중 하나이지만 스탠딩 데스크를 사용하는 정적인 환경에서는 자세측정이 어렵다.



Fig. 1. Wearable Device - Watch Type

허리나 가슴에 부착하여 정적인 환경에서도 자세를 측정할 수 있는 웨어러블 디바이스들이 출시되었지만 앞서 언급한 시계 형태를 포함한 모든 웨어러블 디바이스들은 신체에 착용해야 하는 구속적 특성 때문에 이물감을 느끼는 사용자들에게는 외면 받고 있다.



Fig. 2. Wearable Device - Body Wearable Type

무구속적으로 사용자의 자세를 분석하는 시스템 중 방석 형태의 디바이스는 앉아 있는 상태에서만 자세 측정이 가능하며, 깊이 카메라를 이용한 자세 측정 시스템의 경우 고가이기 때문에 스탠딩 데스크 환경에 적합하지 못하다는 한계점을 가진다.



Fig. 3. Wearable Device - Chair Type(Left), Camera Type(Right)

기존의 자세 분석 시스템들은 사용자의 자세 데이터를 애플리케이션 구동이 가능한 모바일 기기를 이용하여 저장된 특정 레퍼런스 데이터베이스의 자세 데이터와 비교 분석함으로써 현재 사용자의 자세를 인지하고 메시지/소리/진동/그래프와 같은 기능을 통해 피드백을 주었다. 이는 자세 교정을 유도하는데 있어 사용자 개인마다 다른 몸무게, 신장, 발바닥 크기와 같은 신체적 조건과 노출된 환

경요인이 반영되지 않아 정확도가 부족하며, 사용자가 자신의 자세를 직관적으로 파악하게 하여 효과적으로 자세 교정을 하는데 큰 도움을 주지 못하고, 모바일 기기에 의존적이라는 한계점을 가진다. 따라서 상기 언급한 종래 기술에 따른 문제점을 해결할 수 있는 스탠딩 데스크 사용자 자세 측정 및 교정 시스템에 대한 기술이 필요한 실정이다.

## 2. Introduction of the Proposed System

본 연구의 목적은, 스탠딩 데스크와 함께 필수적으로 사용되는 스탠딩 매트에 압력측정 센서를 내재한 무구속적 구조를 이용하여, 사용자의 족부 압력측정을 통해 서 있는 자세와 활동량을 검출하고 로봇의 음성/표정/자세모사를 통해 사용자가 직관적으로 자신의 자세를 파악하고 교정할 수 있게 도와주며, 스탠딩 매트를 이용하는 동안의 생체활동에 따른 에너지 소비 및 운동효과를 가시적으로 보여주고, 사용자의 업무 스트레스를 측정할 수 있는 시스템을 제공하는 것이다. 시스템 구조는 Fig. 4와 같고, 세 가지로 구성된다. Fig. 4의 좌측 부분은 자세 인식 시트로서 다채널 다면적 압력 센서를 활용하여 사용자의 자세를 인식한다. Fig. 4의 중앙 부분은 자세 모사 유형물로 사용자의 자세 데이터를 자세모사/표정/음성을 통해 직관적으로 표현해 준다. Fig. 4의 우측 부분은 모바일 애플리케이션으로서, 사용자의 실시간 족부 압력 데이터를 스탠딩 매트로부터 전송받아 현재 사용자의 족부 압력과 신체 무게중심(COG)을 히트맵으로 표현할 수 있다.

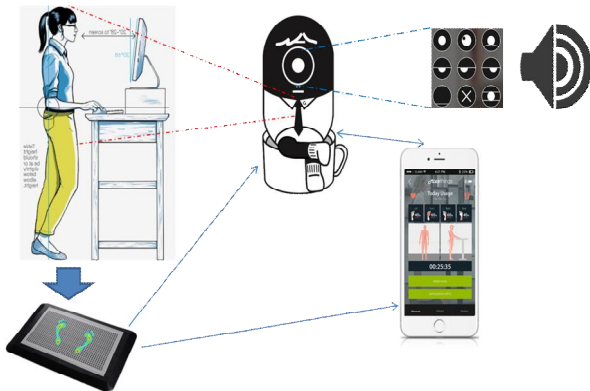


Fig. 4. User Standing Posture Recognition-Based System Architecture

## III. The Proposed Scheme

II 장에서 제시된 시스템의 구조에 따라 III 장에서는 제안된 시스템을 설계하고 개발하며, 주요 모듈들과 알고리즘을 설명한다.

## 1. Design & Implementation

연구 개발된 시스템은 사용자의 자세를 검출하고 무선 전송장치를 통해 데이터를 전송해줄 수 있는 스탠딩 매트와 스탠딩 데스크 위에 위치해 자세를 직관적으로 표현해 줄 수 있는 로봇 그리고 부가적인 서비스를 제공할 수 있는 애플리케이션으로 구성될 수 있다.

### 1.1 Posture Recognition Sheet

사용자의 자세 검출을 위한 스탠딩 매트는 위에 선 측정 대상자의 족부와 면 접촉을 이루어 족부 압력을 측정하는 센서와 아날로그 회로 및 무선전송장치로 Fig. 5와 같이 구성될 수 있다.

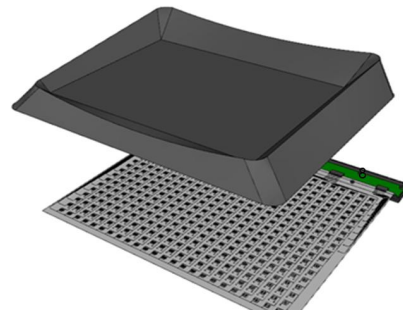


Fig. 5. Posture Recognition Sheet

매트에 내재된 센서는 42\*24개로 일정 시간마다 1,008개의 압력 데이터를 측정한다. 매트는 최초 압력 인식 후 일정 시간마다 사용자 자세에 압력 신호를 아날로그 및 디지털 필터를 통한 노이즈 제거 후 무선전송장치를 통해 로봇과 스마트폰으로 전송할 수 있다.

### 1.2 Posture simulating material

자세 모사 유형물(로봇)은 사용자의 스탠딩 데스크에 위치해 사용자의 자세 데이터를 자세모사/표정/음성을 통해 직관적으로 표현해 주기 위한 4개의 모터 및 디스플레이와 데이터 송수신을 위한 무선전송장치로 구성될 수 있다. 로봇의 상체는 축 2개의 모터로 구성되어 앞/뒤, 좌/우 방향으로 회전할 수 있고 로봇의 두 다리도 각각 모터로 구성되어 시계/반시계 방향으로 회전할 수 있게 하여 앞서 언급한 사용자의 자세를 모사할 수 있다.

로봇의 상체에는 디스플레이가 내재되어 올바른 자세를 기준으로 사용자의 무게중심(COG)을 점수화한 수치를 이용하여 사용자의 자세에 따른 다양한 표정을 통해 Fig. 6과 같이 표현할 수 있다.

자세 모사 유형물(로봇)은 최초 동작 시 스마트폰과 무선전송장치를 통해 스탠딩매트 및 서버와 직접적으로 연

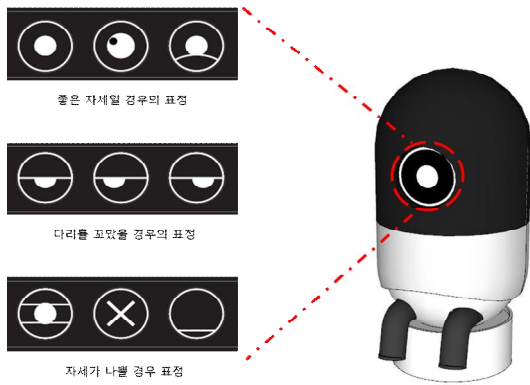


Fig. 6. Posture simulating material

결되고 실시간으로 스탠딩 매트로부터 신체의 무게중심 (COG) 데이터를 전달받아 자세모사/표정/음성으로 사용자에게 알려준 후 서버에 데이터를 전송할 수 있다.

1.3 Mobile Application

모바일 애플리케이션은 무선 통신을 사용하여 사용자의 실시간 족부 압력 데이터를 스탠딩 매트로부터 전송받아 현재 사용자의 족부 압력과 신체 무게중심(COG)을 히트맵으로 Fig. 7과 같이 표현할 수 있으며, 이는 사용자가 직관적으로 신체 밸런스를 알 수 있도록 한다. 발바닥 모형에 앞뒤좌우에 놓리는 압력 데이터를 그래픽으로 표현하여 사용자가 직관적으로 자신의 선 자세를 인식하도록 한다. 자세 교정을 하게 되면 즉시 자동으로 모바일 애플리케이션에 반영하도록 기능이 구현되어 있다. 또한, 동일한 자세를 유지할 경우 유지한 시간을 확인할 수 있다.

또한 서버에 저장된 사용자의 자세/운동량 데이터를 받아 그래프를 통해 사용자의 변화를 Fig. 8과 같이 보여줄 수 있으며, 스탠딩 매트 위에 오랜 시간 동안 서 있는 사용자의 활동을 유도하기 위해 각종 스트레칭과 스탠딩 매트의 압력 측정 센서를 활용한 두더지잡기 게임 등을 제공할 수 있다.

1.4 Main Module and Algorithm

알고리즘을 설계하기에 앞서 스탠딩 매트 위 사용자가 취할 수 있는 자세에 대해 Table 1과 같이 분류하였다.

Table 1. Posture Classification

1	2	3
Proper Posture	-	-
Wrong Posture	Slept Upper Body	Forward Slope
		Backward Slope
		Left Slope
		Right Slope
	Twisted Lower Body	Wrong Balanced Leg
		Twisted Leg

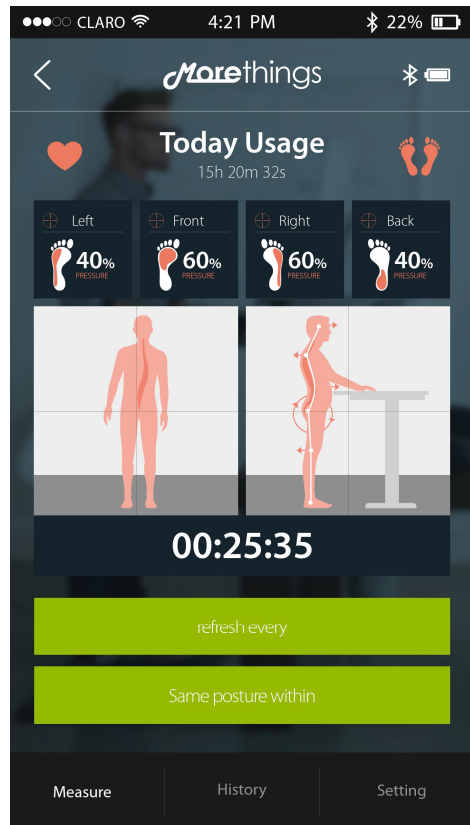


Fig. 7. Mobile Application – Current Status

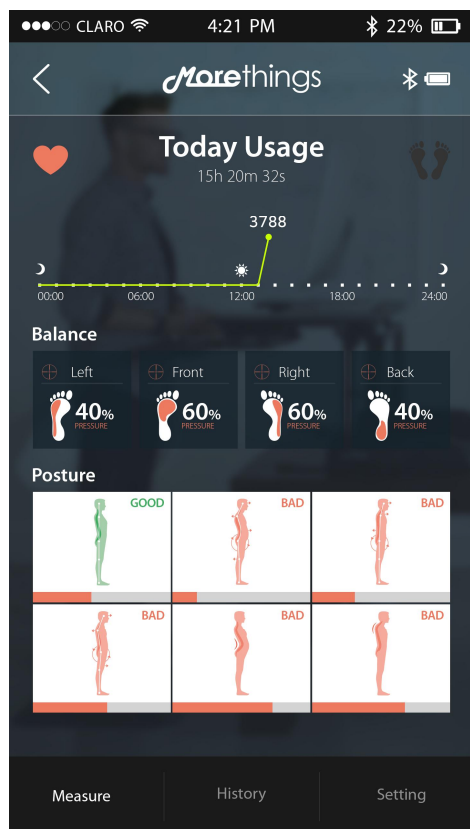


Fig. 8. Mobile Application – Posture Variation Graph

먼저, 매트 위 사용자의 자세를 크게 올바른 자세와 나쁜 자세로 분류하였으며, 나쁜 자세를 상체 기울기와 하체 비틀기로 분류하였다. 상체 기울기는 세부적으로 앞/뒤, 좌/우 기울기로 분류하였으며, 하체 비틀기는 짝 다리 집기와 다리 꼬기로 분류하였다.

사용자의 자세를 분석하기 위해 스탠딩 매트로부터 전송되는 1008개의 압력 데이터를 이용한다. 매트에 내재된 압력 센서는 가로 24, 세로 42개의 단일 센서로 2차원 배열 형태로 구성되어 있다.

전송된 각 센서의 압력, 위치, 가중치 등의 데이터를 활용하여 매트 위에 가해진 압력의 전체 무게중심(COP), 각 발의 무게중심(COP)을 추출한다. 이 데이터를 활용하여 양발의 압력과 위치, 양발 간의 압력 비율을 추출한 후 사용자의 신장과 몸무게를 반영한 신체의 무게중심(COG)을 검출할 수 있다. 이를 활용해 상체 기울기 및 하체 비틀기를 알 수 있다.

상체 비틀기의 경우 전체 무게 중심을 이용해 앞/뒤, 좌/우 기울기 정도를 알 수 있으며, 하체 비틀기의 경우 양발의 무게 중심의 존재 여부를 확인하여 검출할 수 있다. 짝다리 집기 혹은 다리 꼬기 자세의 특성상 한 발로 기대어 서 있기 때문에 왼발 혹은 오른발의 무게중심이 존재하지 않으면 하체 비틀기로 인식할 수 있다.

Fig. 9에서 첫 번째는 정상적인 자세일 때의 압력 분포와 COP/COG 위치를, 두 번째는 거북목 상태, 세 번째는 거북목 상태이면서 몸무게의 중심이 앞으로 기울어져 있는 상태, 마지막 상태는 몸이 앞으로 기울어진 상태를 나타낸 것이다.

## 2. Result

연구 개발하여 제작한 스탠딩 매트 위에 사용자가 올라서서 좋은 자세와 나쁜 자세를 취하도록 하여 시스템을 테스트하였다.

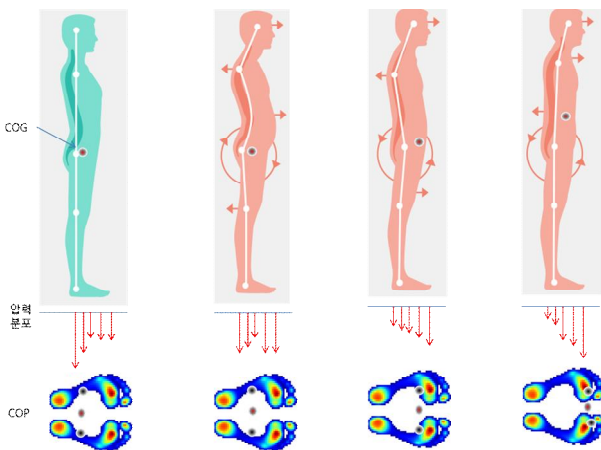


Fig. 9. Posture Recognition by COP and COG

## 2.1 Test Result

연구 개발하여 제작한 스탠딩 매트 위에 사용자가 올라서서 나쁜 자세를 취하도록 하였다. Fig. 10은 자세 인식 시트로부터 데이터를 수신하여 COP와 COG를 검출하고 이를 자세 유사 모형물에 표시하는 과정을 나타내고 있다.

사용자는 뒤/좌 방향으로 상체가 기울어진 자세를 취했으며 스탠딩 매트를 통해 전송된 데이터를 분석하여 전체 무게중심(COG) 및 왼발/오른발의 무게중심(COP)을 검출하였다. 아래 이미지를 통해 전체 무게중심(COG)이 뒤/좌 방향으로 쏠려있고 왼발의 무게중심(COP)은 뒤쪽으로, 오른발의 무게중심(COP)은 앞으로 쏠려있는 것을 확인할 수 있다. 로봇은 이 데이터를 반영하여 디스플레이를 통해 나쁜 자세임을 알리고 실제 구동을 통해 사용자와 비슷한 자세를 모사하였다.

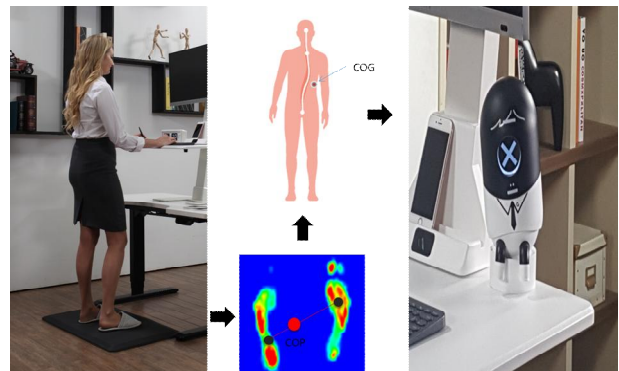


Fig. 10. Posture Recognition Procedure

Fig. 11은 좋은 자세와 나쁜 자세 3가지에 대해 테스트한 결과를 표현한 것이다. Fig. 11의 상좌측은 정상적인 자세를 테스트한 것으로 자세 모사 유형물의 눈모양이 정상적인 상태로 표현된다. 상우측은 다리를 꼬고 있을 경우를 나타내고 있으며, 하좌측은 짝다리를 짚고 있는 상태를 나타내고 있으며, 하우측은 몸을 앞으로 기울인 상태를 나타낸 것이다.

신발을 신은 경우와 신지 않은 경우에 대한 자세 교정 결과는 큰 차이가 없다. 그 이유는 연구 개발된 시스템에서는 두 발에 작용하는 상대적인 압력 차이를 이용한 무게중심(CoG)과 자세 중심(CoP)의 데이터를 가지고 자세를 인지하여 교정하기 때문이다.

## 2.2 Technical Comparison

걸음걸이 및 자세 분석, 교정을 위한 분석 시스템은 국내외적으로 출시된 제품들이 있으나 연구 개발된 제품이 성능뿐 아니라 가격 측면의 부분에서 많은 차이를 보임을 알 수 있다. 연구 개발한 제품과 2개의 기존 제품과의 성능과 기술



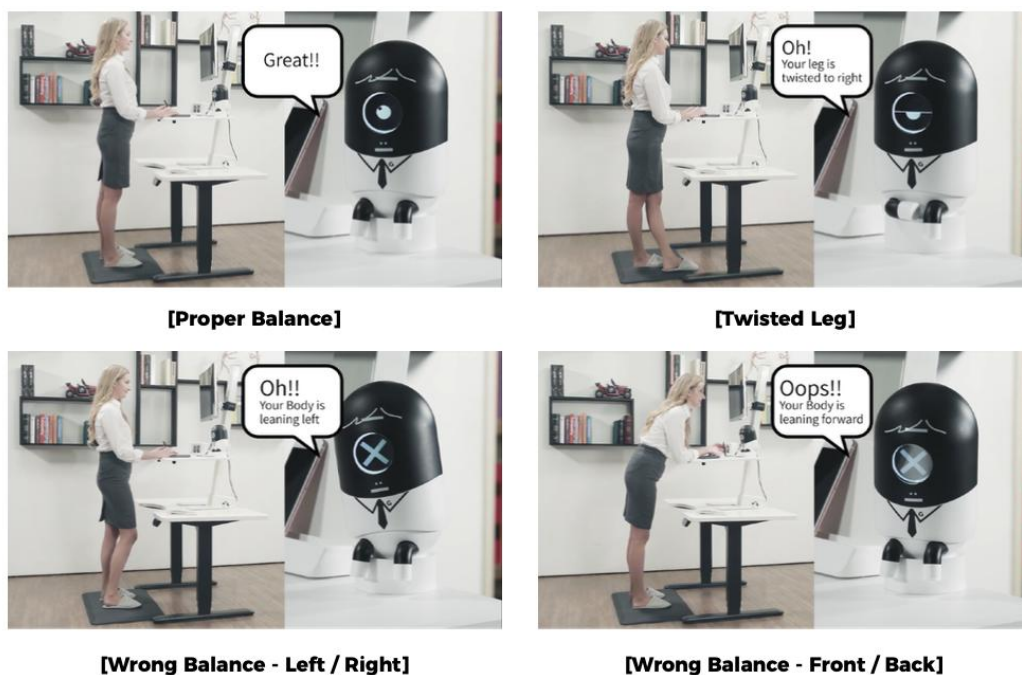


Fig. 11. Test Results of Proper and 3 Wrong Balances

Table 2. Technical Comparison of Posture Analysis Systems

Category	A Product	B Product	Proposed Product
pressure sensing method	resistance sensing	capacitance sensing	Hybrid (resistance & Capacitance)
Sensor Fabrication	Outsourcing	Outsourcing	Self Production
Scan Rate	Up to 30Hz	Up to 30Hz	at least 30Hz
No. of Sensing Cells @ MAX	1664	2048	4096
Sensor Size	384 x 384 mm	384 x 1152 mm	1600 x 500 mm
Heat Map Resolution	256 Level	256 Level	1024 Level
PC Application	YES	YES	YES
Mobile Application	NO	NO	YES
Support Heat Map	YES	YES	YES
Communication	USB2.0	USB2.0/WiFi	USB2.0/WiFi/BLE
Multiple Data Comparison	NO	NO	YES
Accuracy	98%	98%	98%
Cost	At least \87,000,000	At least \100,000,000	At most \3,000,000
Target	General User	Professional	Both

비교는 Table 2와 같다. Table 2에서 비교한 바와 같이, 기존에 출시된 제품보다 센서의 성능, 크기 및 제작 방식 등의 면에서 우수한 특성을 보이며, 특히 기존 출시된 시스템에 적용되는 센서를 외주 제작하는 방식이나 연구 개발한 제품은 자체 제작함으로써, 센서 제작 단가를 줄이고 전체 시스템을 저렴하게 공급할 수 있다는 장점이 있다.

또한 정전 용량 및 저항값의 변화를 동시에 감지할 수 있는 압력센서를 제작함으로써 대면적, 저가격화로 경쟁력 있는 제품을 제작하는데 큰 도움이 될 것으로 기대된다. 반면에 제안된 제품은 유연 기판 소재로 재질의 변형에 의한 센서 출력 데이터를 바탕으로 자세 정보를 판단하므로, 적용된

압력 센서의 신뢰성 관련 데이터 확보가 필요할 것이다.

### 2.3 Features and Benefits

2.2절에서 기존 출시된 제품과의 기술 비교를 통해 알 수 있듯이 연구 개발된 시스템은 여러 가지 특징 및 장점을 가지고 있다. 우선, 자세를 인식하고 분석하기 위한 다채널 다면적 압력 센서로 개발된 시스템이 기존 출시된 시스템보다 기술과 성능 면에서 우수하다는 것이다.

둘째로, 타사 제품에서는 지원하지 않는 모바일 애플리케이션을 지원한다는 것이다. 이를 통해 즉시 사용자의 현재의 자세를 확인함은 물론, DB에 누적된 데이터를 취합

하여 일정 기간 동안 사용자의 자세 상태를 그래프로 확인하여 사용자가 서서 작업하는 동안 어떤 자세를 주로 유지하는지를 파악하여 자세를 교정할 수 있도록 한다.

마지막으로, 자세 모형 유형물인 로봇이 사용자의 현재 자세 데이터를 수신받아 자세모사/표정/음성을 직관적으로 표현하여 사용자의 자세를 올바르게 유지해 줄 수 있다.

#### IV. Conclusions

본 논문에서는 유연한 압력센서 및 자세 모사 유형물을 사용하여 사용자의 현재 자세 상황 정보를 제공하는 사용자 인터랙션 방법 및 시스템을 제안하고 설계 및 개발하였다. 개발 제품을 기반으로 실험을 통해 공간분해능력을 바탕으로 더 많은 센서 데이터를 이용하여 정확한 자세 인지 및 사용자에게 더 많은 자세 정보를 제공할 수 있었다. 논문에서 개발된 시스템은 기 출시된 제품에 비해 구조 및 성능적으로 우수한 센서 어레이를 적용하고 있으므로 더 많은 센서 데이터를 확보할 수 있었으며, 타사 제품에는 적용되지 않는 자세 모사 모형물을 사용함으로써 사용자에게 직관적이고, 자세교정을 효율적으로 할 수 있도록 하였다.

연구 개발된 다채널 대면적 압력센서는 일차적으로 사용자의 서있는 자세의 상태를 인지하여 자세 교정을 위한 사용자 인터랙션 시스템에 적용하고 있다. 또한, 압력 센서의 핵심 기술들 중의 하나인 하이브리드 형태의 압력 센서 기술을 적용하고 있다.

앞으로 연구 개발 적용된 하이브리드 형태의 압력 센서 기술은 적용 분야에 따라 센서의 크기 및 센서 어레이 수를 조절하여 설계 및 제작이 가능하며, 압력 감지를 필요로 하는 다양한 분야에 적용이 가능할 것으로 기대된다. 사용자의 걸음걸이 분석을 위한 스마트 신발, 골프 자세 교정 매트, 자동차 카시트, 요가 운동 매트, 수면 모니터링 용 시트 등 실생활의 많은 부분에 적용이 가능할 것이다. 추후, 고령화 시대 및 건강에 대한 관심이 증대되고 있는 시점에서 헬스케어 및 의료 시장이 확대됨에 따라 다양한 제품으로 연구 개발이 진행될 것이다.

#### ACKNOWLEDGEMENT

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

#### REFERENCES

- [1] SeungMin Lee, "The 4th Industrial Revolution and the Sensor Industry," National IT Industry Promotion Agency, 2017
- [2] Kwang-man Park, Wang-hun Seok, Kwang-hee Lee, "Sensor industry and major promising sensor markets and technology trends," Electronics and Telecommunications Research Institute, 2015
- [3] ED Research Ltd., "Multi-Channel 3D Force touch sensor-based commercialization item", 2018
- [4] Won Hyo Kim, Byung Sup Choi, Byung-kwon Joo, "Haptic Sensor Technology Trend," Technical Series, pp82-87, 2009
- [5] MinYoung Kang, Do Hwi Park, gwang Suk Kim, "The Present and Future of Smart Healthcare," Samjong KPMG ERI Inc., No. 79, 2018
- [6] Changwon Wang, Daekyum Kim, Jonggab Ho, Yeho Choi, Se Dong Min, "A Development of Insole-type Capacitive pressure sensor and Gait Monitoring System Based on Conductive Textile," The Korean Institute of Electrical Engineers, 2017
- [7] Changwon Wang, Jong Gab Ho, Doo-Soon Park, Se Dong Min, "Development of Textile Capacitive Proximity Sensor and Gait Monitoring System for Smart Healthcare," The International Conference on Big data, IoT, and Cloud Computing, 2017
- [8] Changwon Wang, Jonggab Ho, Daegyeom Kim, Young Kim, and Se Dong Min, "A preliminary study on gait recognition between hemiplegic patients and normal people using a textile capacitive pressure sensor." The 9th International Conference on Computer Science and its Applications, 2017
- [9] Changwon Wang, Jonggab Ho, and Se Dong Min, "A Study on the evaluation of system performance between Textile capacitive proximity sensor and F-scan," The 12th Asia Pacific International Conference on Information Science and Technology, pp 248-250, 2017
- [10] Jonathan Engel, Jack Chen, Chang Liu, Bruce R. Flachsbar, John C. Selby, Mark A. Shannon, "Development of Polyimide-based Flexible Tactile Sensing Skin," Materials Research Society, 2003
- [11] Se-Dong Min, Jae-Kyung Kwak, Kwang-Dek An, Ji-Won Oh, Hwan-II Park "Pressure Sensor Having Heating Function and Gait Analyzing System Using the Same," Korean Intellectual Property Office, 2017

## Authors



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

LGE, Ltd. and ntelia, Ltd. Anyang, Korea, in 1995 and 2004. He is currently a Professor in the Department of Computer Software Engineering, Dongyang Mirae University. He is interested in mobile network, internet and mobile computing, and Information Security.



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.



Jaekyung Kwak received the Ph.D. Candidate in Biomedical Engineering from Chonnam National University, Korea in 2017. Kwak joined a researcher of DMC laboratory at SAMSUNG, Ltd, Korea in 2009 and 2016.

He is currently a CEO in Morethings Ltd. He is interested in Flexible pressure sensor and healthcare solution.