

## 신발에 착용 가능한 IoT기반의 헬스케어용 소형 웨어러블 기기 개발

\*김형석, \*\*이운현, \*\*\*김정창

한국해양대학교

\*khseok19@naver.com, \*\*dnsgus6035@naver.com, \*\*\*jchkim@kmou.ac.kr

## Development of an IoT-Based Small Wearable Device Attachable to Shoes for Healthcare

\*Hyeongseok Kim, \*\*UnHyun Lee, \*\*\*Jeongchang Kim

Korea Maritime and Ocean University

## 요약

현대사회에서 헬스케어가 대두하고 있는 동시에 자신의 몸 상태와 관련된 정보에 대해 직접 모니터링을 원하는 사람들이 늘어나고 있다. 이에, 본 논문에서는 사용자의 스마트한 건강관리를 위한 웨어러블 (wearable) 기기 및 어플리케이션을 개발한다. 사람의 발은 신체 건강과 밀접한 연관이 있으므로 개발된 시스템은 신발 내에 부착된 압력 및 온도 센서를 통하여 발의 건강상태를 실시간으로 모니터링할 수 있다. 또한, 제안한 시스템은 하나의 신발에 내장되어 있으므로 사용자가 일상생활 중에 간편하게 발의 건강상태를 스스로 모니터링할 수 있다.

## 1. 서론

고도로 발달한 과학기술은 우리들의 생활에 많은 편리함을 제공해 왔으나 기술의 발달로 신체 활동의 기회는 점차 줄어들고 있으며, 극심한 환경오염, 공해, 스트레스 등은 신체에 해로운 영향을 미치고 있다. 이로 인하여 사람들은 개인의 삶과 건강 유지를 위해 많은 시간과 노력을 들여야 하는 상황이며 헬스케어 (healthcare)에 대한 관심이 국내 외적으로 크게 증대되고 있다. 헬스케어란 질병, 부상, 신체적, 정신적 장애 등을 진단, 치료 및 예방을 통해 건강을 유지하는 것으로서 과거에는 단지 1차원적인 건강을 위한 치료 목적이었으나 지금은 생활 밀착형 건강관리 서비스로 확대되고 있다. 발은 인체에서 가장 많은 뼈를 가지고 있는 신체 부위로서 양발에 52개의 뼈와 100여 개의 신경과 근육으로 이루어져 있으며 1km를 걷는 동안 16톤이나 되는 힘을 흡수한다. 이러한 발의 상태를 자세히 관찰함으로써 사람의 질병 관계도 유추할 수 있는 것으로 알려져 있다 [1]. 보통 발과 걸음걸이에 관련하여 발생하는 질병은 골절, 탈구, 발바닥 근막염, 무지외반증, 하체 불균형 등이 있다. 이는 대부분 후천적인 질병으로서 95%를 차지하며 통증이 동반되지 않으면 맨눈으로 쉽게 확인이 되지 않는다. 하지만 사용자가 이동 중에 자유롭게 발의 상태를 체크할 수 있다면 발의 질병들을 예방할 수 있을 것이다. 이를 위한 기술은 웨어러블 디바이스(wearable device)가 대표적이다 [2]. 웨어러블 디바이스를 위한 IoT 기술은 스마트홈 (smart home), 스마트카 (smart car), 스마트 팩토리 (smart factory) 등 넓은 분야에서 응용되어 사용되고 있다. 이러한 기술은 현실 세계의 사물들과 가상 세계를 네트워크를 통해 P2P (people-to-people), P2M (people-to-machine) 및 M2M (machine-to-machine) 방식으로 언제 어디서나 서로 소통할 수 있는 인터넷 기술로서 다양한 구성요소 (유무선 네트워크 기기를 포함하여

인간, 차량, 교량, 각종 전자장비, 문화재 및 자연환경을 구성하는 모든 물리적인 사물)와 인터넷망이 연결되며 RFID/USN (radio frequency identification/ubiquitous sensor network) 기반의 유비쿼터스 (ubiquitous) 및 초연결사회를 구현할 수 있는 기반을 제공하고 있다 [3].

논문 [4]에서는 압력센서를 이용하여 사용자의 하중분포를 측정하고 사용자의 스마트폰 어플리케이션으로 전송하여 확인할 수 있는 시스템을 구현하였다. 그러나 신발에 탑재할 수 없는 크기를 가지고 있으므로 실생활에 적용할 수 없다.

본 논문에서는 평소 생활에서 사용하는 신발에 탑재할 수 있을 정도로 소형의 시스템을 구현하였다. 이 시스템은 블루투스 (bluetooth) 통신을 이용하여 센서의 측정값을 실시간으로 전송하고 사용자의 스마트폰 어플리케이션을 통해 편리하고 손쉽게 확인할 수 있다. 사용자는 스마트폰으로 하중분포와 신발 내부의 환경을 파악하여 자신의 발의 상태를 실시간으로 모니터링할 수 있다.

## 2. 시스템 구현 및 실험결과

본 논문에서 제시한 소형 웨어러블 기기는 깔창에 부착된 압력센서와 온도 및 습도센서를 이용하여 사용자의 하중분포와 신발 내부의 온도 및 습도를 측정하고, 블루투스 통신을 이용하여 사용자의 스마트폰으로 전송한다. 사용자는 스마트폰을 이용하여 자신의 하중분포와 신발 내부의 환경을 파악할 수 있다.

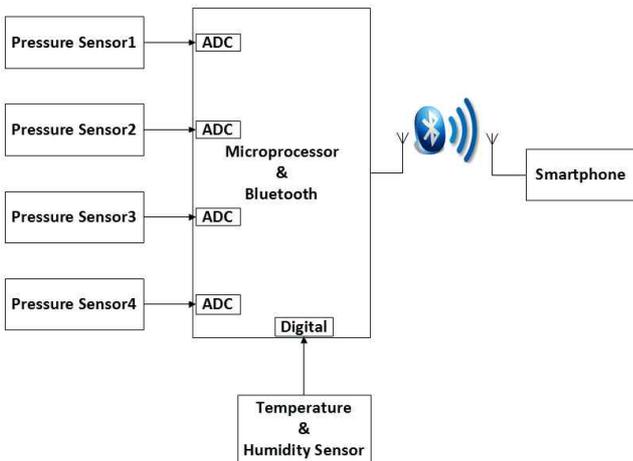


그림 1. 시스템 구성도

그림 1은 웨어러블 기기의 시스템 구성도를 나타낸 것이다. 제안된 시스템은 센서부, 데이터 전송부, 스마트폰으로 구분된다. 센서부는 4개의 압력센서와 1개의 온도 및 습도센서로 구성되어 있으며 각 센서의 측정값을 데이터 전송부로 전달한다. 본 논문에서 사용한 센서는 그림 2와 같다.

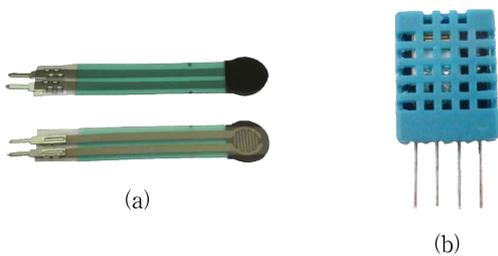


그림 2. 제안된 시스템에 적용된 센서 (a) 압력센서 (FSR-400), (b) 온도 및 습도센서 (RHT01)

데이터 전송부는 마이크로프로세서 (microprocessor)와 블루투스가 통합되어있는 일체형 모듈로 구성되어 있다. 센서에서 측정된 데이터는 마이크로프로세서에 내장된 ADC (analog-to-digital converter)를 통해 디지털 데이터로 변환되어 전달된다. 마이크로프로세서에서는 입력받은 데이터를 사용자에게 유용한 압력, 온도, 습도의 정보로 변환하고 블루투스 통신을 이용하여 스마트폰으로 전송한다. 데이터 전송부의 일체형 모듈은 신발 하나로 데이터 처리 및 전송을 위해 크기가 작은 BMD-200을 사용하였다. BMD-200은 Nordic 사의 nRF51822이 내장되어 있으며 주요사양은 표 1과 같다.

표 1. BMD-200 사양

| Item       | Specification                  |
|------------|--------------------------------|
| Processor  | ARM Cortex-M0 32-bit processor |
| Bluetooth  | Bluetooth 4.1 (Low Energy)     |
| VCC        | 1.8 ~ 3.6V                     |
| Interface  | 15 GPIO, 8 ADC, TWI, UART, SPI |
| ADC        | 8, 9, 10 bit resolution        |
| Dimensions | 17 x 17 x 2.9 mm               |

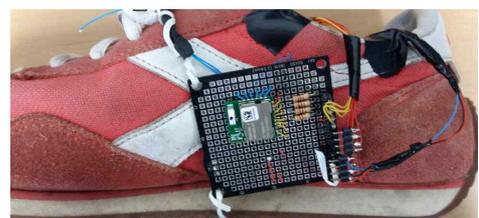
스마트폰에서는 데이터 전송부의 모듈로부터 받은 정보를 출력하여 사용자가 자신의 하중분포와 신발 내부의 환경을 실시간으로 파악할 수 있도록 한다. 각 압력센서의 출력값은 분해능 (resolution)을 8-bit로 설정하였기 때문에 0부터 255까지 출력되며, 수치가 클수록 센서에 가해지는 압력은 높은 것으로 볼 수 있다. 온도 및 습도센서의 출력값은 각각 섭씨 단위의 온도와 퍼센트 단위의 습도를 나타낸다.



(a)



(b)



(c)

그림 4. 하드웨어의 구성 및 위치, (a) 압력센서, (b) 온도 및 습도센서 (c) 데이터 전송부

그림 4는 테스트에 사용된 하드웨어이다. 그림 4 (a)는 깔창에 부착된 압력센서의 위치를 나타낸다. 적은 센서 개수로 효율적인 하중분포를 측정하기 위해 깔창에 가해지는 압력의 변화가 큰 부분에 압력센서를 부착하였다. 그림 4 (b)는 신발 내부의 환경을 측정하기 위해 신발 내부에 온도 및 습도센서를 부착한 것이다. 그림 4 (c)는 신발에 부착된 데이터 전송부를 나타낸다.

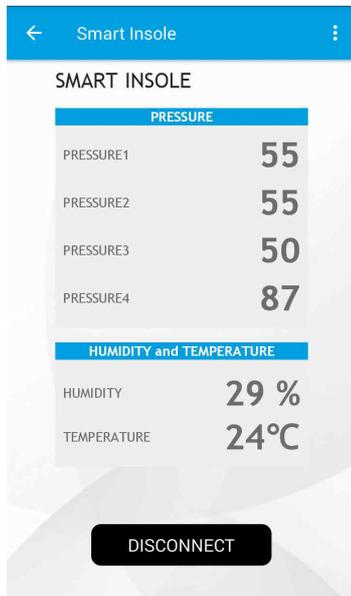


그림 5. 측정된 정보의 출력 결과

그림 5는 스마트폰으로 전송된 결과를 나타낸 것이다. PRESSURE1, PRESSURE2, PRESSURE3, PRESSURE4는 각각 그림 4 (a)의 1번, 2번, 3번, 4번 센서의 측정값을 나타내며, HUMIDITY, TEMPERATURE는 그림 4 (b)의 온도 및 습도 센서의 측정값을 나타낸다. 정상적으로 서 있을 때 깔창에 가해지는 하중분포는 발뒤꿈치에서 가장 높게 관찰됨을 알 수 있다.

### 3. 결론

본 논문에서는 발의 건강을 위하여 신발에 부착 가능한 소형 웨어러블 기기와 어플리케이션을 개발하였다. 개발된 시스템을 사용하여 신발 내부의 온도와 습도 정보 및 발에 가해지는 압력 정보를 모니터링할 수 있다. 이를 통하여 신발 내부에서 통풍과 땀의 흡수가 원활하지 않을 때 생기는 무좀 등을 예방하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한, 발의 압력 데이터는 사용자의 걸음걸이 정보를 제공하여 평발, 안짱걸음, 팔자걸음 등으로 인한 2차 질병을 예방하는 데도 활용될 수 있을 것이다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 산업통상자원부의 지역주력산업육성사업 창의융합 R&D의 지원을 받아 수행되었음.(과제명: 센서 기반의 사물인터넷 기술을 이용한 헬스케어용 스마트 라이프로그 HW/SW 플랫폼 및 어플리케이션 개발)

### 참 고 문 헌

[1] 김귀열. "발의 건강과 관리." 전기의세계 53.1 (2004): 73-75. APA  
 [2] 전황수, and 권수천. "웨어러블디바이스 적용 동향 및 정책적 대응 방향." 한국통신학회 종합 학술 발표회 논문집 (하계) 2014 (2014):

507-508.

[3] 개요. "사물인터넷 (IoT) 기술동향과 전망." APA

[4] 김형석, 박원우, 서나현, 김정창. "헬스케어를 위한 스마트 깔창 및 어플리케이션 개발." 한국통신학회 종합 학술 발표회 논문집 (추계) 2014 (2014): 321-322.