

논문 2022-17-01

웨어러블 단말의 가속도 센서를 이용한 수면 중 움직임 및 자세를 감지하는 방법

(A Method for Detecting Movement and Posture During Sleep Using an Acceleration Sensor of a Wearable Device)

전 영 준, 김 상 혁, 강 순 주*

(YeongJun Jeon, SangHyeok Kim, SoonJu Kang)

Abstract : The number of patients with many complications grows with the increase of aging population. As the elders and severely ill patients spend most of their time in bed, it leads to Pressure Injuries (PI) such as bedsores. Unfortunately, there is no method to automatically detect changes in patient's posture which leads to the need for a caregiver every set of times when the patient needs to be moved. Many studies are conducted to solve this inefficient problem. Yet, these studies require costly devices or use methods that disturb patient's sleeping environment. Those methods are mostly hard to implement in practice due to these reasons. We propose a method to detect posture using a three-axis acceleration sensor from the wrist band. We developed a wearable watch that measures sleep-related data. We analyzed 40 people's sleep data with a wearable module and watch to measure their postures such as supine, left-side, and right-side. Then, we compared the classified posture from the watch with the wearable module and achieved 90% accuracy. Therefore, we concluded that only by using the wearable watch, we can detect the sleeping position without any new equipment or system to diagnose the patients without discomfort during their daily lives.

Keywords : Healthcare, Embedded system, Embedded device, Sleep apnea, Pressure Injuries, Motion estimation

1. 서 론

전 세계적으로 고령화 사회가 됨에 따라서 다양한 합병증들을 해결 및 예방하는 방안에 관한 연구들이 이어지고 있다. 그중에서 누운 상태에서 자세를 판별하는 방법에 관한 연구도 활발히 이루어지고 있다 [1]. 이를 판별하는 것이 중요한 이유는, 자세를 바꾸기 힘든 노인 및 중증 환자들은 누운 자세에서 지속해서 압박받은 신체 부위에 혈액순환 장애가 일어나는 Pressure Injuries (PI) 중 하나인 욕창과 수면 중에서도 자세에 따라서 역류성 식도염을 유발하거나, 임산부에게도 해가 될 수 있기 때문이다. 그중 욕창은 특히 병원이나 nursing homes에서 노인들에 많이 나타나며, constant pain 이동성 저하, 무기력감에서 심하면 죽음까지 이를 수 있을 정도로 위험하다 [2, 3]. 이뿐 아니라 수면 무호흡을 진단하는 연구에서도 자세에 따라서 수면 무호흡이 더 자주 발생할 수 있고, 더욱 완화될 수 있다는 사례가 많이 발견되고 연구되고 있다. 수면 시에도 자세에 따른 문제점들이 생길 수 있으며, 그에 대한 특징들은 다음과 같다.

- **Supine Position** : 정면으로 하늘을 보고 누운 자세로서 일반적으로 가장 좋은 수면 자세이지만, 나이가 든 사람들에게는 sleep paralysis 증상이 가장 발생되기 쉬운 증상이다. 그뿐 아니라 대부분의 폐쇄성 수면무호흡 환자에게서 가장 수면무호흡이 많이 발생하는 자세이다.

- **Right-side Position** : 오른쪽으로 누운 자세로 몸속에서 위는 왼쪽으로 향해 있으므로 이를 거스르게 되어서 역류성 식도염을 유발할 수 있다. 또한, 비장도 왼쪽으로 자리 잡고 있으므로 이 자세에서는 무리가 갈 수 있다.

- **Left-side Position** : 왼쪽으로 누운 자세로, 위와 횡장의 위치로 인해 수면 질환이 있는 환자들에게는 가장 추천이 되는 자세이다.

따라서 수면 중에서는 일반적으로 Left-side Position을 추천하지만, 이를 의식적으로 유지하더라도 수면 중 자세의 변화가 발생하는 것은 자연스러우며, 하나의 자세를 오래 유지하는 것도 좋지 않다. 따라서 스스로 인지하고 자세를 변경하지 못하는 중증 환자 및 수면 중에서는 위험 상황을 실시간으로 파악하는 것이 필요하다. 기존의 연구들에서 수면 중 자세를 판단하는 것에서 수면 환경을 변화시키거나 매트리스와 같이 대규모 장치를 이용하는 것을 보았다.

본 논문에서는 위치를 새로 설치하지 않고, 일상생활에서 불편함이 없이 편하게 착용할 수 있는 스마트워치에서 측정할 수 있는 가속도 센서의 값을 통해 움직임 및 자세의 변화를 인지하는 방법을 연구하였다.

*Corresponding Author (sjkang@ee.knu.ac.kr)

Received: Nov. 5, 2021, Revised: Nov. 15, 2021, Accepted: Nov. 22, 2021.
Y.J. Jeon: Kyungpook National University (Ph.D, Student)

S.H. Kim: Kyungpook National University (Ph.D, Student)

S.J. Kang: Kyungpook National University (Prof.)

* 이 논문은 2018년도 정부 (교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. NRF-2018R1A6A1A03025109).

* 이 논문은 2018학년도 경북대학교 국립대학육성사업 지원비에 의하여 연구되었음.

© IEMEK J. Embed. Sys. Appl. 2022 Feb. 17(1) 1-7

ISSN : 1975-5066

http://dx.doi.org/10.14372/IEMEK.2022.17.1.1

우리는 이를 연구하기 위해서, 수면 중 중요한 생체신호들을 측정할 수 있는 Sleepcare-Kit (SCK)를 직접 설계하고 개발하였다 [4]. SCK는 웨어러블 시계의 형태로 PPG, 심박수 (Hearttrate), 산소포화도 (SpO2), 호흡, 3축 가속도, 온도를 측정할 수 있으며 실시간으로 분석할 수 있다. 이를 기반으로 다양한 환자들의 수면 데이터를 지속해서 측정해온 결과, 수면 중 움직임 및 자세 변화를 watch의 가속도 센서로 유추할 수 있음을 발견하였다. 수면할 때 자세는 개인별 차이가 있지만, 개인별로 수면 중 자세의 변화에 따른 손목의 가속도 값은 일정한 경향을 나타내는 것을 보였으며 이를 감지할 수 있다면 손목의 가속도 센서만으로도 수면 중 움직임을 감지하는 방법이 될 것이다. 이 방법은 새로운 단말을 몸에 부착하거나, 새로운 설비를 설치하지 않고도 사용될 수 있으므로 모든 스마트워치에서 측정이 가능한 가속도 센서의 값으로 자세를 판별할 수 있다. 또한, 스마트워치는 모두 스마트폰 앱과 같은 방법으로 의료진 및 보호자와 실시간으로 통신할 수 있으므로 매우 효율적이고 불편함 없이 사용될 수 있다.

II. 관련 연구

최근까지 수면 시의 자세를 측정하기 위한 연구들은, 수면을 방해하지 않기 위해서 매트리스를 활용하거나 새로운 센서를 부착하는 등 다양한 방식으로 이루어지고 있다.

1. 압력 센서를 이용하여 자세 판별

그림 1처럼, 매트리스에 압력 센서를 고르게 분포하여 자세를 판별하는 연구가 진행되었다 [5]. 압력 센서 32개의 값을 모두 측정하여 조합한 다음에 자세를 판별하는 방식이다. 이는 수면 중이 아니더라도 비교적 자세하게 자세를 판별할 수 있는 이점이 있고, 정확도는 5번의 측정을 거쳤을 때 90%를 보인다. 하지만, 일상생활에서 적용하기에는 수십 개의 센서를 제어할 수 있는 시스템을 구축해야 하고, 수면 환경을 변화시키므로 비용적, 안정성 측면에서 일상생활에 적용하기 어렵다. 또한, 이런 연구들은 압력 센서의 개수에 따라 정확도가 달라지므로 정확도를 높이기 위해 센서의 개수가 늘어남에 따라 전력의 소모도 커지고 비용적인 측면에서도 부담이 될 것이다 [6].

2. 수면 중 자세 무호흡 연관

수면 무호흡 환자 중 많은 사람은 자세에 따라서 수면 무호흡이 개선되거나 심해지는 경향이 발생한다 [7]. 이를 해결하기 위해서 매트리스에 자세를 변환하는 시스템을 부착하여 수면 중 자세 변화를 유도하는 시스템도 연구되었다.

3. 비접촉식 열화상 카메라로 움직임 감지

최근 이미지처리로 생체신호를 분석하는 연구가 많이 이루어지고 있는데, 그림 2처럼 열화상 카메라를 이용하여 수면 중 자세의 변화를 감지하는 연구가 수행되었다 [8].

호흡과 움직임을 동시에 측정할 수 있다는 점에서 의미가 있으며, 사생활이 보장되는 한에서 비접촉식으로 수면 자세를 측정할 수 있다. 하지만, 수면 중 카메라를 설치해야 하는 단점과 실시간으로 분석 및 위험감지는 쉽지 않다.

이 외에도 Leaking Coaxial Cable을 이용하여 수면 자세를 판별하는 연구도 이루어졌다 [9]. 이는 사람의 수면 자세에 따라서 수신감도가 달라질 것이라는 가정으로 연구를 진행한 것으로, 2명의 환자를 동시에 측정하는 방법이다. 이러한 연구들은 대부분 병원에서의 환자를 대상으로 한 연구들이기 때문에 일상생활 환경에서 적용하기 어려운 단점이 있으며 실제 구축에도 다양한 어려움이 따르고 전문 인력이 필요할 것으로 보인다.

4. 가속도 측정 패치

그림 3에서 보이듯이 몸에 가속도 센서를 측정할 수 있는 패치를 부착하여 자세를 측정하는 연구도 진행이 되고 있다 [10]. 이는 간편하게 자세를 측정할 수 있지만, 자세를 측정하기 위해서 새로운 단말을 부착해야 하는 것에 있어서 불편함이 따른다. 몸에 부착할 때도 정확히 중간과 약간 아래의 위치에 따른 차이가 존재하기 때문에 측정의 불편함도 따를 것이다. 그리고 몸에 부착 시 움직임에 따라 패치의 위치가 바뀔 수 있는데, 이를 고정하기 위해서는 수면에 제약이 따를 수 있다.

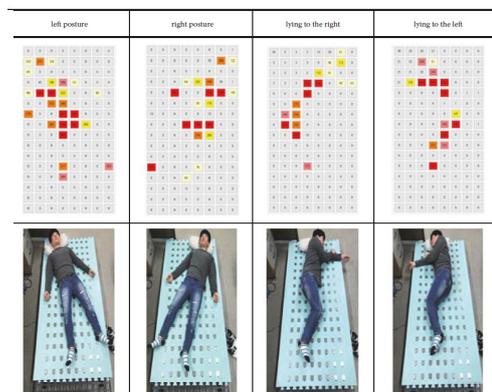


FIGURE 12. The different lying postures and the corresponding pressure distributions.

그림 1. 눕는 자세에 따른 압력 값의 분포를 분석한 결과
Fig. 1. Results of analyzing the distribution of pressure values according to the lying position

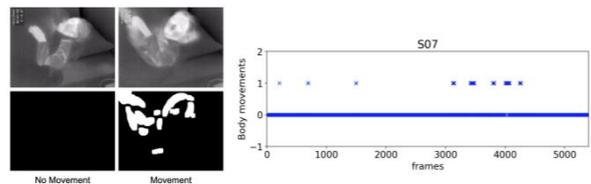


그림 2. 열화상 카메라로 움직임을 감지 및 분석
Fig. 2. Method and analysis of detecting movement with a thermal imaging camera

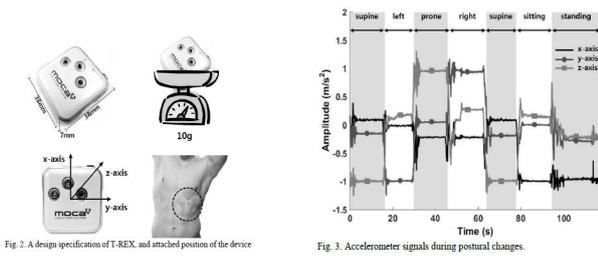


그림 3. 가속도 측정 패치와 측정 결과로 자세 판별 분석
 Fig. 3. Acceleration patch and Posture discrimination analysis

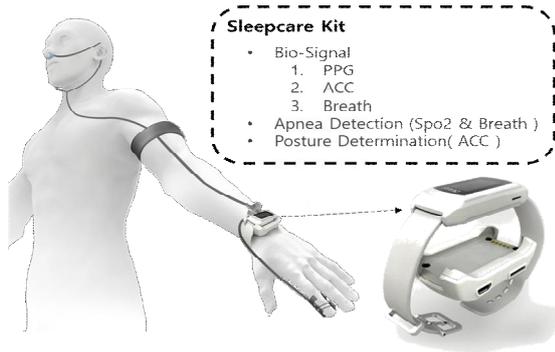


그림 4. Sleepcare Kit 모습 및 측정 요소
 Fig. 4. Sleepcare kit appearance and measured sensor list

우리는 위 연구를 참조하여, 손목의 가속도 센서와 더불어 자세를 측정하기 위한 수단으로 활용하였다. 위 연구처럼 몸에 가속도 값을 측정할 수 있는 단말을 부착한 뒤 손목에 우리가 개발한 Sleepcare Kit (SCK)를 동시에 착용하여 가속도 센서값을 측정 후 분석을 하였고 측정 결과를 동기화하여 자세를 판별함과 동시에 웨어러블 디바이스의 가속도 값을 분석하여 움직임 및 자세의 변화를 유추하는 연구를 진행하였다. 이처럼 본 연구는 어떤 환경에서도 추가적인 설비를 설치하지 않고 불편함 없이 스마트워치만으로 움직임 및 자세의 변화를 인지할 수 있는 시스템을 구축하는 것이다.

III. 제안 시스템 설계

1. 측정 단말 구성 및 구조

우리는 일상생활에서 수면 데이터를 편리하게 측정할 수 있는 단말인 SCK를 직접 설계 및 개발하였다. SCK는 그림 4처럼 2개의 단말이 결합이 된 형태이지만, 결합 후 하나의 시계처럼 착용할 수 있으며 수면 중 필요한 생체 데이터를 다양하게 측정하고 저장할 수 있다. SCK에 관한 내용 중 무호흡 진단에 관한 부분은 이전의 논문을 참고하면 자세히 설명되어 있다 [4]. 본 논문에서는 SCK에서 측정된 생체신호 중, 3축 가속도 센서의 값과 몸에 부착한 웨어러블 단말의 3축 가속도 센서에서 측정된 값을 중점적으로 이용하여 수면 중 움직임과 자세를 인지하는 방법을 제시한다.

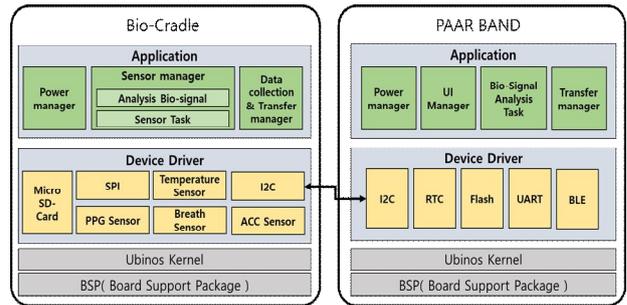


그림 5. Sleepcare Kit의 소프트웨어 구조
 Fig. 5. Software Structure of Sleepcare Kit

SCK는 그림 4의 오른쪽 아래에서 확대한 모습을 보이는 데, 위쪽의 시계는 PAAR Band, 아래의 모듈은 Bio-Cradle이다. 둘을 구분한 이유는 PAAR Band는 일반 스마트워치처럼 동작하는 부분이 필요하다고 생각해서이며, 수면 중에는 외부의 다양한 센서들을 측정하는 방법이 필요하므로 PAAR Band와 결합할 수 있는 Bio-Cradle을 개발하고 이용하였다. 이를 구현하기 위한 소프트웨어 구조는 그림 5와 같으며 운영체제는 Ubinos라고 불리는 우리 연구실에서 자체 개발한 실시간 시스템 운영체제 (RTOS)를 사용하였다. Bio-Cradle은 호환, PPG센서를 연결할 수 있고 내부에는 가속도 신호 및 온도를 측정할 수 있는 센서를 탑재하였다. 위 센서들을 구동할 수 있는 디바이스 드라이버를 설계 및 구현하였고, 이를 제어할 수 있는 태스크들을 이용하여 센서의 값을 측정하고 분석함과 동시에 데이터를 저장하고 전송까지 실시간으로 수행할 수 있도록 하였다. PAAR Band는 데이터를 측정하는 Bio-Cradle과 I2C로 통신하며, BLE를 통하여 스마트폰 및 외부 단말과 통신을 하여서 실시간 스트리밍 및 위험상황을 알릴 수 있게 하였다. 평소에는 스케줄링, UI까지 동작하는 일반적인 스마트워치로 볼 수 있다. 또한, 저전력 기능도 구현하여 한 번의 충전으로 전체 기능 동작 시 15시간 이상, 측정 중이 아닐 때는 15일 이상 유지가 되며, 수면 중 생체신호를 측정함과 동시에 내부의 sd-card에 데이터를 저장하여 충분히 측정 후 분석이 가능하도록 설계하였다.

본 논문에서는 측정 후 분석을 위해서 Bio-Cradle의 sd-card의 데이터 저장기능을 사용하였지만, 분석이 완료된 후에는 PAAR Band 및 일반 스마트워치만을 이용하여 자세를 판별할 수 있음을 보인다.

2. 생체신호 측정 및 분석

우리는 손목의 3축 가속도 센서만으로 자세 및 움직임을 판별할 수 있는지를 알기 위해서 실제 32명의 수면 데이터를 측정 및 분석하였고, 그림 6처럼 양손에 SCK를 착용하고 몸에는 자세를 측정할 수 있는 모듈을 부착하여 10명의 데이터를 더하여 총 42명의 데이터를 측정 및 분석하였다.

2.1 IRB 측정 동의

본 연구는 경북대학교 기관심사위원회 (승인번호



그림 6. 테스트를 위해 디바이스를 착용한 모습
(SCK와 가속도 측정 모듈)

Fig. 6. Wearing the devices for testing
(SCK and acceleration measurement module)

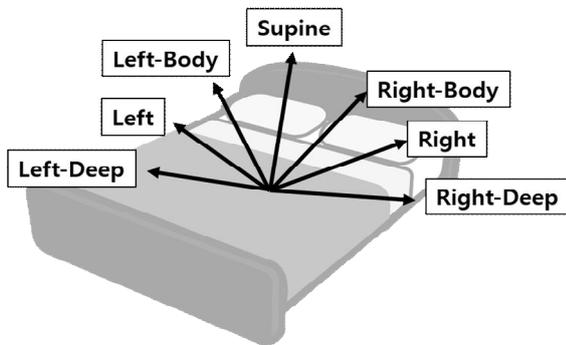


그림 7. 수면 중 신체 방향에 따른 수면 자세 분류
Fig. 7. Classification of sleep posture based on body
direction during sleep

2018-0149)의 승인을 받았다. 본 연구에서 사용된 수면 데이터를 측정하기 위한 모든 절차를 참가자들에게 설명하고 참가 전에 서면 사전 동의를 얻었다. 모든 방법은 IRB 지침에 따라 수행되었으며, 개방 접근 저널에 측정 데이터를 사용할 수 있다는 사전 동의하에 측정되었다. 사용된 장비는 비침습성이며 비만 이외의 중증 질환이 있는 사람들에게는 측정되지 않았다. 측정 장비는 전자파 인증 및 안전성 검사를 완료했으며, 관련 내용이 참가자들에게 상세히 제공됐다.

2.2 측정 방법

위처럼 측정 전 사전 동의를 받은 후 측정하였으며, 측정 장비는 SCK와 Bio-Cradle을 몸에 부착하여 자세를 동시에 측정하고, 완료 후 데이터를 받아서 분석을 진행하였다. 측정 전 자세를 명확하게 판단하기 위해서 몸에 부착한 Bio-Cradle로 누운 상태에서 다양한 자세를 취하게 하고 이 데이터를 기반으로 자세를 결정하였다. 자세는 그림 7과 같으며, 화살표의 방향은 수면 중 시선이 향하는 방향을 나타낸다. 하늘을 보고 누운 반듯이 누운 자세인 Supine과 왼쪽, 오른쪽을 바라보는 Left-Side, Right-Side 자세가 있지만, 우리는 이를 세분화하여 왼쪽과 오른쪽 자세에서는 각도에 따라서 Body, Deep 방향을 추가하여 각각을 3가지씩으로 분류하였다.

2.3 측정 시스템 설계

SCK는 가속도 신호를 20ms 주기 (50hz)로 측정하며, 이 데이터는 변동이 생겼을 시 움직임을 감지하고, 다시 고정된 상태로 돌아오면 자세 변화를 감지하는 형태로 알고리즘을 구현하였다. 또한, 자세를 판별하기 위해서 다양한 단말들과 시간 동기화를 수행하며 측정을 해야 하므로 블루투스 통신을 통하여 동시에 데이터를 측정하고 측정 완료 후 sd-card에 저장된 데이터로 MATLAB을 이용하여 분석할 수 있도록 설계하였다.

2.4 분석 방법

5일 이상 측정 후 몸의 자세에 따라서, 손목의 가속도 센서의 값이 어떻게 변화하는지를 분석하고, 자세에 따른 가속도 센서의 값을 기반으로 자세를 판별하는 방법을 구현하였다. 이를 토대로 손목의 SCK에서 측정된 가속도 센서의 값을 입력값으로 하여 이것만으로도 자세를 정확히 인지할 수 있는지를 분석하였다.

IV. 측정 결과 분석 및 평가

우리는 실제 수면 다원검사 장비와 측정한 결과를 비교하여 자세가 바뀌는 구간에서 SCK의 가속도 값이 유의미하게 변하는 것을 확인하였고, 이를 기반으로 20~60대 40명의 수면무호흡 환자와 정상인 데이터를 측정하였다. 측정 환경은 수면다원검사 장비와 동시에 착용하여 측정한 경우를 제외하고는 모두 일상 수면 환경에서 측정을 진행하였고, 그림 6 처럼 착용한 상태에서 사전에 매트리스에 누워서 다양한 자세를 취한 결과를 토대로 수면 후 측정된 데이터를 분석하였다. 분석한 결과 중 일부는 그림 8에서 볼 수 있다.

8-A 그림은 수면 다원검사 장비를 이용하여 정밀하게 수면 데이터를 측정함과 동시에 SCK를 착용하여 측정한 결과로서, 자세의 변화 부분을 화살표로 표기하였다. 오른쪽의 그림이 수면 다원검사에서 자세의 변화를 나타낸 부분이고 이와 대응하는 부분을 왼쪽의 SCK의 측정된 결과와 연결하였다. 실제 자세 변화가 일어난 부분에서 유의미한 차이를 보이고, 자세의 변화가 일어난 시간에 맞춰서 손목의 3축 가속도 센서의 값도 같은 시간대에 변화하고, 한 자세가 유지될 때 값이 큰 차이 없이 유지됨을 볼 수 있다.

이와 더불어 SCK만으로 측정한 결과로 가속도 센서의 값과 수면무호흡간의 연관성을 분석한 그림이 그림 8-B이며, 중증 수면 무호흡 환자 중 자세에 따른 영향이 있는 환자들은 그림처럼 정상 호흡을 하는 구간의 자세에서 특정 자세로 변동되면 수면 무호흡이 발생함을 확인할 수 있다.

그림 8-C는 왼쪽, 오른쪽 손에 SCK를 착용하고 몸에 자세를 측정할 수 있는 단말을 부착한 상태에서 측정된 데이터 중 한 사람의 데이터 일부를 가져온 것으로, 실제 움직임이 발생하는 구간을 감지하는 changing 구간도 C의 왼쪽 그림에서 음영으로 표시된 부분에서 판단됨을 쉽게 알 수 있다. 움직임이 발생할 때는 뒤척임이 발생하므로 인해서 그 순간에는 가속도 신호의 값이 무작위로 바뀌게 되지만,

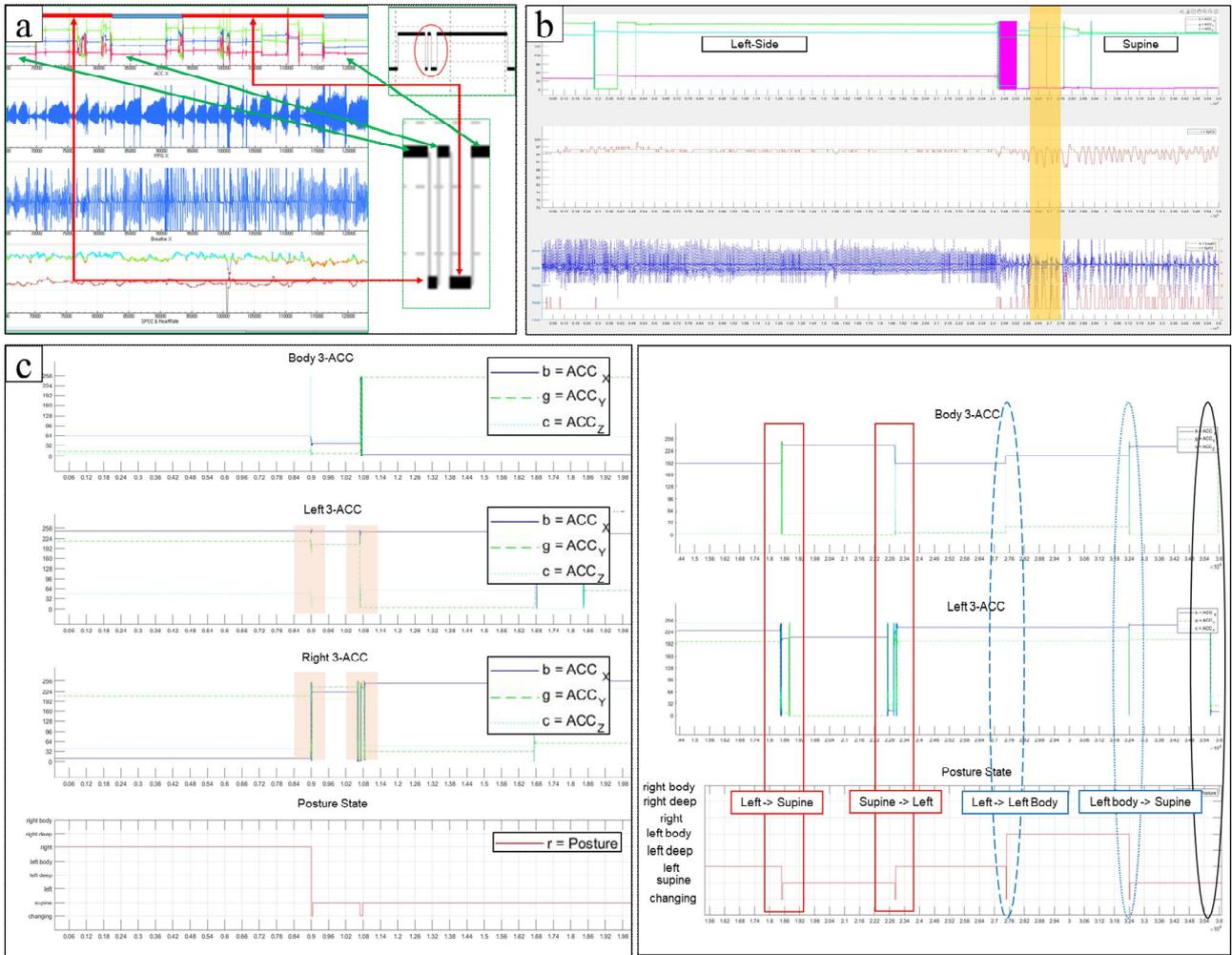


그림 8. 측정된 결과 모습 및 자세 판별 분석. a - 수면다원검사 장비와의 비교, b - 자세 변화가 발생했을 때 무호흡 구간으로 전환되는 것 확인, c - 몸에 가속도를 측정할 수 있는 단말을 부착하고 SCK를 양손에 측정된 결과를 분석.

Fig. 8. Measurement and comparison results and posture discrimination analysis. a - Comparison with polysomnography equipment; b - Confirmation of switching to the apnea section when posture changes occur; c - Analysis of the results measured while wearing the acceleration module and SCK.

그 후 자세가 안정되게 되면 대부분은 다시 본인의 자세에 맞는 손목 위치로 돌아감을 볼 수 있었다.

C의 오른쪽 그림은 왼쪽의 손목에만 SCK를 착용한 일반적인 사람이 스마트워치만 측정된 상태에서 측정된 결과로, 처음 Left->Supine, Supine->Left 상태로 바뀌는 두 번의 구간은 명확하게 판단되며, 중간에 파선 타원 구간에서 손목의 신호는 바뀌지 않지만, 몸이 Left -> Left body로 변하는 구간이 있는데 이는 우리가 Supine, Left, Right만으로 측정할 경우의 오차가 커질 수 있으므로 몸이 트는 각도에 따라서 다양하게 라벨링을 한 것이므로 같은 Left 자세로 정확히 판단했음을 알 수 있다. 이외에 측정된 9명의 데이터도 개인에 따라서 자세별 가속도 센서값의 차이는 있지만, 그 사람의 데이터를 3~5일 정도 측정 후 왼쪽 손목에만 SCK를 착용하고 측정된 결과 자세를 유의미하게 판별할 수 있음을 보였다. 그 결과는 표 1과 같으며, 총 5명의 데이터를 5일간 측정 후 분석하여 왼손의 SCK 데이터만으로 움

표 1. 왼손의 SCK만으로 판단한 수면 중 자세와 움직임에 대한 정확도 Table 1. Accuracy of sleep posture determined only by the SCK of the left hand

	A	B	C	D	E
Supine	89.2%	83.2%	95.7%	93.4%	84.7%
Left	81.5%	89.3%	93.4%	87.5%	91.2%
Right	94.3%	97.2%	76.4%	84.9%	96.3%
Moving	100%	97.3%	98.3%	100%	97.5%

직입과 자세를 판별할 수 있는지를 분석하였다. 사람마다 개인차가 있지만, 최소 80% 이상의 정확도로 자세를 판별할 수 있음을 보였다.

오차가 발생한 구간을 분석한 결과 그림 8-C의 마지막의 Left body -> Supine 구간에서 자세가 바뀌었는데도 손목의 가속도 센서의 값은 변화가 없었음에 보이는데, 이러한 경우에도 같은 자세를 5분 이상 유지하게 되면, Supine 자세

에 맞는 일반적인 가속도 값으로 돌아옴을 볼 수 있었다. 5명의 총 평균을 분석한 결과는 표 1에서 정리하였다. Supine은 89.24% Left-Side 자세는 88.58% Right-Side 자세는 87.98%, 움직임이 발생한 구간은 98.62%로 90% 가까이 자세의 변화를 측정할 수 있음을 보였다. 기존의 논문들의 정확도가 80~90% 정도로 자세의 변화를 판단할 수 있음을 보이는 것과 비교하여 비슷하거나 더 높은 정확도로 저비용으로 측정 장소에 구애받지 않고 자세를 인지할 방법으로 이용될 수 있는 여지가 있는 것으로 판단된다.

V. 결론

육상과 수면 질환의 진단에 도움이 되기 위해서 중증 환자 노년층의 자세를 인지하는 연구가 이루어지고 있지만, 대부분의 연구는 일상생활에 적용하기에는 비용적 측면의 문제도 있으며 설치 및 이용하기가 쉽지 않다. 본 연구에서는 대부분 사람이 쉽게 착용할 수 있는 스마트워치의 가속도 센서를 이용하여 수면 중 자세를 인지하는 방법에 관해서 기술하였다. 수면 중 움직임에 따라서 손목의 위치도 특정한 형태를 보일 것이라는 전제로, 우리가 자체 개발한 웨어러블 디바이스인 Sleepcare Kit를 이용하여 자세에 따른 손목의 가속도 센서의 값을 분석하였다. 분석한 결과 5일 정도의 데이터만으로도 90% 내외의 정확도로 자세를 판별할 수 있음을 보였으며 기존의 연구와 비슷하거나 그 이상의 성능을 보임을 알 수 있다. 이 연구의 의미는, 새로운 장치를 사용하지 않고 모든 사람이 일반적으로 착용하는 스마트워치만을 가지고도 자세를 인지할 방법으로 활용이 되어 일상생활에서 불편함 없이 측정하는 수단이 될 수 있다는 점이다. 추후 데이터를 더 모을 수 있다면 머신러닝 및 딥러닝 알고리즘을 이용하여 더 높은 정확도로 자세를 판별할 수 있을 것으로 판단하고 있다.

References

- [1] M. B. Pouyan, J. Birjandtalab, M. Heydarzadeh, M. Nourani, S. Ostadabbas, "A Pressure map Dataset for Posture and Subject Analytics," 2017 IEEE EMBS International Conference on Biomedical & Health Informatics (BHI). IEEE, pp. 65-68, 2017.
- [2] A. A. P. Wai, K. Yuan-Wei, F. S. Fook, M. Jayachandran, J. Biswas, J. J. Cabibihan, "Sleeping Patterns Observation for Bedsores and Bed-side Falls Prevention," 2009 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE, 2009.
- [3] N. Yildirim, M. F. Fitzpatrick, K. F. Whyte, R. Jalleh, A. J. Wightman, N. J. Douglas, "The Effect of Posture on Upper Airway Dimensions in Normal Subjects and in Patients with the Sleep Apnea/hypopnea Syndrome," Am

Rev Respir Dis. Vol. 144, No. 4, pp. 845-847, 1991.

- [4] Y. J. Jeon, S. J. Kang, "Wearable Sleepcare Kit: Analysis and Prevention of Sleep Apnea Symptoms in Real-time," IEEE Access. Vol. 7, pp. 60634-60649, 2019.
- [5] T. H. Kim, S. J. Kwon, H. M. Choi, Y. S. Hong, "Determination of Lying Posture Through Recognition of Multitier Body Parts," Wireless Communications and Mobile Computing. Vol. 2019, Article ID. 9568584, 2019.
- [6] J. J. Liu, W. Xu, M. C. Huang, N. Alshurafa, M. Sarrafzadeh, N. Raut, B. Yadegar, "A Dense Pressure Sensitive Bedsheet Design for Unobtrusive Sleep Posture Monitoring," 2013 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom). IEEE, pp. 207-215, 2013.
- [7] R. D. Cartwright, F. Diaz, S. Lloyd, "The Effects of Sleep Posture and Sleep Stage on Apnea Frequency," Sleep. Vol. 14, No. 4, pp. 351-353, 1991.
- [8] P. Jakkaew, T. Onoye, "Non-contact Respiration Monitoring and Body Movements Detection for Sleep Using Thermal Imaging," Sensors. Vol. 20, No. 21, pp. 6307, 2020.
- [9] S. A. Shah, N. Zhao, A. Ren, Z. Zhang, X. Yang, J. Yang, W. Zhao, "Posture Recognition to Prevent Bedsores for Multiple Patients Using Leaking Coaxial Cable," IEEE Access. Vol. 4, pp. 8065-8072, 2016.
- [10] H. Yoon, S. Hwang, D. Jung, S. Choi, K. Joo, J. Choi, K. Park, "Estimation of Sleep Posture Using a Patch-type Accelerometer Based Device," 2015 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). IEEE, pp. 4942-4945, 2015.

YeongJun Jeon (전 영 준)



2016 Electronics Engineering from Kyungpook National University, Daegu, Republic of Korea (B.S.)

2018 Electronics Engineering from Kyungpook National University, Daegu, Republic of Korea (M.S.)

2020 Electronics Engineering from Kyungpook National University, Daegu, Republic of Korea (Ph.D. Candidate.)

Field of Interests: Embedded System S/W Architecture, Healthcare System, Real-Time System, Internet of Things.

Email: thg333@naver.com

SangHyeok Kim (김 상 혁)



2016 Department of Electrical Engineering from Chonnam National University, Gwangju, Republic of Korea (B.S.)
2018 Department of Software Convergence from Kyungpook National University, Daegu, Republic of Korea (M.S.)

Field of Interests: Embedded System S/W Architecture, Healthcare System, Real-Time System, Internet of Things.
Email: ds_sh@naver.com

SoonJu Kang (강 순 주)



1983 Electronics Engineering from Kyungpook National University, Daegu, Republic of Korea (B.S.)
1985 Computer Science from the Korea Advanced Institute of Science and Technology(KAIST), Daejeon, Republic of Korea (M.S.)

1995 Computer Science from the Korea Advanced Institute of Science and Technology(KAIST), Daejeon, Republic of Korea (Ph.D.)

1985~1996 Member of Research Staff and a Head of the Computing and Information Research Department in Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI)

1996~ IT College, in Kyungpook National University (Prof.)

Career:

2000~2001, 2007 Visiting Research Faculty in University of Pennsylvania, Philadelphia.

2011~2016 Director of a Korea Government-Funded Next-Generation Software Platform Research Center in Center of Self-Organizing Software Platform.

2013~2019 Department Chairman of Software Convergence Engineering.

2014, 2016~2018 Vice-Chairman of Korean Institute of Information Scientists and Engineers.

2018~2027 Head Director of Key Research Institutes in Universities.

2020.03~2020.02 A Dean of the IT College of Kyungpook National University.

Field of Interests: Self-Organizing Software Platform for Embedded Real-time System, Home Network, Smart Office Environment, Distributed Object Technology, Software Engineering for Embedded Real-Time Systems.

Email: sjkang@ee.knu.ac.kr