

논문 2022-17-03

# 파킨슨 환자의 증상들을 데이터화하여 분석하고 관리할 수 있는 다양한 센서가 탑재된 웨어러블 디바이스 개발

## (Development of Wearable Devices Equipped with Multi Sensor that can Analyze and Manage Symptoms of Parkinson's Patients as data)

김 상 혁, 전 영 준, 강 순 주\*  
(SangHyeok Kim, YeongJun Jeon, SoonJu Kang)

Abstract : Through the development and dissemination of embedded devices, studies that may help patients are rapidly emerging. Recently, as wearable devices have become one of the ways to diagnose diseases in daily life, they are being studied as a way to assist severely ill patients to lead their daily lives. Among them, a method of detecting and giving signals to detect and solve symptoms using acceleration sensors to diagnose Parkinson's disease is being studied, and there is no study to measure and analyze various factors that can affect Parkinson's disease. To solve them, we designed and developed a wearable device, P-Band, with various sensors capable of diagnosing related symptoms, including acceleration sensors capable of diagnosing Parkinson's disease. In this paper, the overall structure of the P-Band and the description and operation method of the measurable sensors are presented. In addition, it was confirmed that the symptoms of Parkinson's patients could be determined complexly through the results measured in actual patients.

Keywords : Parkinson, Wearable, Acceleration sensor, Spo2 sensor, Gas sensor, Light sensor

### 1. 서 론

기술의 발달로 인해 웨어러블 디바이스 시장은 급격하게 성장하였으며, 운동량 측정, 알람, 커뮤니케이션과 같은 일반적인 기능을 하던 것에서 벗어나 사람들의 삶을 보조해 줄 수 있는 방향으로 그 기능이 확대되기 시작하였다. 간단하게는 긴급 상황에 신호를 발생할 수 있도록 하거나 반려동물이나 아이, 물건의 위치를 확인하는 시스템 등이 있으며 복잡하게는 특정 상황에 놓인 (질병이나 낙상사고 등의) 사람들을 도울 수 있는 특화된 시스템들이 연구되고 있는 추세이다. 그 중에서도 주로 삶에 보조가 필요한 노인과 같은 사람을 대상으로 한 웨어러블 디바이스들이 많이 연구되고 있는데, 특히나 치매나 파킨슨병과 같이 주로 고령의 환자가 많은 퇴행성 뇌질환의 경우에는 일상생활을 스스로 하는 게 어렵고 간단한 사고조차도 치명적인 경우가 많아 웨어러블 디바이스를 통해 이를 해결하고자 하는 움직임이 있어왔다 [1-3]. 두 개의 퇴행성 뇌질환 중 파킨슨 병 환자의 경우 평균 진단 기간이 오래 걸리는 만큼 진단부터 어려움을 겪고 있으며, 대표적인 증상인 tremor와 Freezing Of Gait

(FOG)는 일상생활을 불편하게 한다. 또한 진단을 받아 약을 먹는 환자의 경우에도 맞는 약을 진단받기까지 어려움이 있으며, 약효의 지속시간 또한 개개인별로 달라 알맞은 시간에 약을 먹는 것에도 어려움을 겪는다.

이러한 문제점들을 기술적으로 해결하기 위해 파킨슨병의 주요 증상인 tremor를 측정하는 시스템 [4]부터 FOG 증상을 detect하여 소리신호나 시각신호를 통해 해결하고자 하는 시스템 [5] 또한 연구가 되고 있다. 하지만, 지금까지 연구된 파킨슨 환자를 위한 웨어러블 시스템들은 대개 환자의 증상을 데이터화 하여 객관화 하려 하거나 [4] 특정한 증상을 1:1로 해결할 수 있는지 확인하는 정도의 시스템을 구축하는데 그쳤다. 본 논문에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위해 데이터를 측정한 여러 연구와 환자의 증상들에 대응하는 연구들의 데이터를 기반으로 파킨슨 환자의 주요 증상인 tremor와 FOG등의 데이터를 기록하여 환자의 진단에 도움이 되며, 약을 먹는 환자의 경우에는 증상의 발현 기록을 통해 약효의 지속시간을 알아내고 이를 통해 투약 시기를 파악할 수 있도록 하고, 증상이 발생하는 상황을 여러 센서를 통해 기록함으로써 증상에 대한 분석 또한 가능할 수 있도록 하였다. 또한, SPO2센서를 통해 수면무호흡증을 판단함으로써 수면무호흡이 있는 파킨슨환자의 경우에는 수면무호흡증을 개선할 수 있는 데에 도움을 줄 수 있는 웨어러블 디바이스를 설계하고 만들었다.

이를 위해 tremor, FOG 데이터를 측정할 수 있는 Acceleration Sensor, 주변 환경 데이터를 측정하여 FOG의

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

Received: Nov. 5, 2021, Revised: Nov. 27, 2021, Accepted: Dec. 2, 2021.

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

Y.J. Jeon: 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.

발생 상황을 기록하고 더 나아가서는 주변 상황에 따른 증상의 정도를 기록할 수 있는 가스/온도/습도/기압 센서, 광센서, 폐쇄성 수면무호흡증 (OSA, Obstructive Sleep Apnea)을 판별하기 위한 SPO2/HeartRate 센서를 포함하도록 했으며, 장시간의 데이터 저장을 위한 많은 용량을 플래시 메모리와 데이터 전송을 위한 Bluetooth기능을 탑재한 웨어러블 디바이스를 개발하였으며, 이를 토대로 실제 환자의 데이터를 측정하여 파킨슨병과 관련된 증상들의 데이터를 측정할 수 있음을 확인하였다.

## II. 시스템 구성

### 1. 하드웨어 구성

그림1은 P-Band의 하드웨어 설계를 간단하게 나타낸 것이며, 그림2는 실제 P-Band의 완성된 하드웨어를 나타낸 사진이다. 파킨슨 환자를 위한 웨어러블 디바이스인 P-Band를 설계하기 위하여 여러 연구를 참조하여 파킨슨 환자의 증상을 데이터화 할 수 있는 센서들을 찾았고, 실제 파킨슨 환자의 증상을 해결할 수 있는 연구 또한 참조하여 실제 해당 센서 및 연구 데이터로 파킨슨병의 증상에 대한 판별이 가능할 것인지 테스트를 하였으며, 테스트 결과 가속도 센서 (BMI160)을 이용하여 일반인과 tremor가 있는 환자의 데이터를 구분 지을 수 있다는 것, 가속도 센서를 발목에 장착하면 FOG가 발생하는 상황에서는 특정한 데이터가 나타난다는 것, 가스/온도/습도/기압 센서 (BME680)으로 내부/외부를 서로 구분 지을 수 있으며 이를 광센서 (Si1133)과 디바이스 내부 클릭으로 인한 시간을 결합하면 좀 더 정확하게 내부와 외부를 판단할 수 있다는 것, SPO2 센서 (AFE4404)를 통해 수면무호흡증이 발생하는 환자의 데이터를 일반인의 데이터와 서로 구분 지을 수 있다는 것을 확인하였고, 이를 바탕으로 하여 그림1과 같은 여러 센서를 포함한 하드웨어 설계를 하게 되었다. 데이터 전송을 위한 블루투스 통신 시스템 구축을 위해 MCU는 Nordic사의 nRF52832를 사용하였으며, tremor와 FOG를 측정하기 위한 가속도 센서인 BMI160, tremor나 FOG증상 발생 시 발생한 위치 등을 얻음으로써 좀 더 상세한 데이터를 얻기 위한 광센서인 Si1133과 가스/온도/습도/기압 센서인 BME680, 그리고 파킨슨병 환자들 중 수면무호흡증을 가지고 있는 환자의 데이터를 따로 측정하기 위한 SPO2/HeartRate 센서인 AFE4404로 구성이 되어 있으며, 측정 데이터 저장을 위한 총 2Gb의 Flash Memory를 추가한 웨어러블 디바이스를 설계하고 만들게 되었다.

#### 1.1 가속도 센서

가속도 센서는 tremor를 객관적인 데이터로 수집할 수 있으며, 상시 착용할 수 있는 웨어러블 디바이스이기 때문에 지속적으로 데이터를 측정하여 tremor의 증상이 어떠한 주기로 발생하는지 분석할 수 있으며, 특히나 약을 먹는 환자의 경우에는 약효의 지속시간 동안 tremor 증상이 어떻게 변화하는지, 약효는 얼마나 지속되는지 데이터를 통해 확인

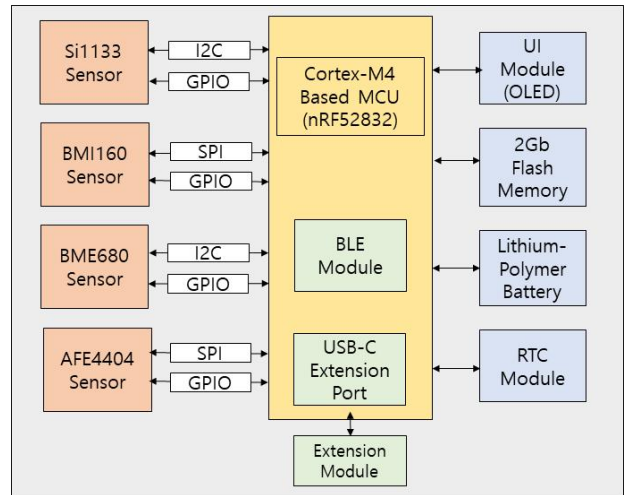


그림 1. P-Band 하드웨어 구조  
Fig. 1. P-Band Hardware Configuration

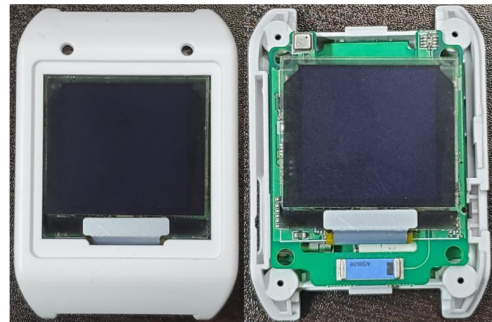


그림 2. P-Band의 하드웨어  
Fig. 2. P-Band Hardware

할 수 있다. 환자가 착용한 P-Band를 통해 이러한 데이터를 추적하면 환자 개인에게 맞춰 약효 지속시간에 대한 알림을 줄 수도 있을 것으로 생각된다.

가속도 센서는 tremor 뿐만 아니라 FOG증상에도 사용할 수 있는데 FOG증상이 있는 환자의 경우에는 발목에 디바이스를 착용하여 언제 FOG증상이 발생하는지 지속적으로 기록할 수 있으며, FOG증상을 감지하는 기능을 통해 FOG증상을 완화시킬 수 있는 시각적인 신호나 청각적인 신호와도 연동시켜서 사용할 수 있다. 또한, 문턱이나 엘리베이터와 같은 곳에서 FOG증상이 자주 발생하는 환자의 경우에는 데이터를 통해서 이 부분을 분석하여 일상생활에 도움을 줄 수도 있을 것으로 기대된다.

#### 1.2 광센서 & 가스/온도/습도/기압 센서

광센서와 가스/온도/습도/기압 센서를 통해서 위와 같은 가속도 센서 등을 통해 감지한 tremor나 FOG가 어떤 상황에서 발생하는지 지속적으로 기록할 수 있으며, 특히나 FOG의 경우 문턱이나 엘리베이터의 입구 등과 같은 장소처럼 특정한 장소에서 발생하는 환자들도 있는 만큼, 이를 더 구체적으로 기록할 수 있다면 환자의 진단이나 일상 생활에 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

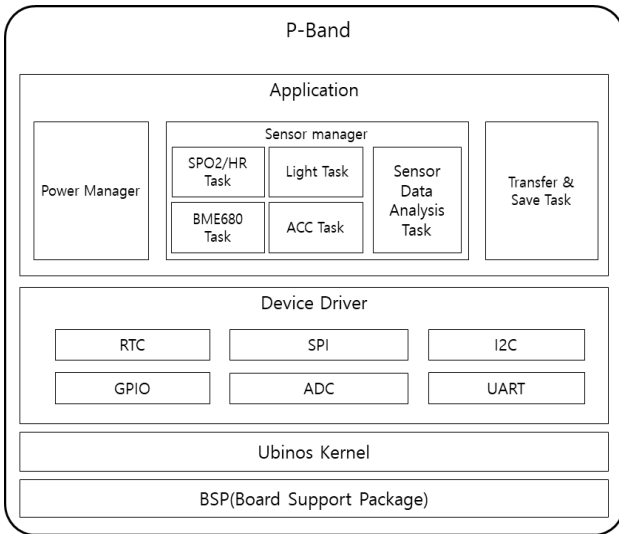


그림 3. P-Band의 소프트웨어 구조  
Fig. 3. P-Band Software Configuration

1.3 SPO2/HeartRate 센서

SPO2센서는 수면무호흡증과 파킨슨병을 앓고 있는 환자의 증상에 관한 상관관계를 파악하기 위해 사용하게 되었다. 특히나 폐쇄성 수면 무호흡증인 OSA 증상이 있는 환자의 경우 OSA가 없는 환자들보다 더 나쁜 인지 기능을 보인다는 연구 결과 [6, 7]도 있는 만큼 지속적인 데이터 측정을 통해 환자에게 도움이 되는 연구 결과를 낼 수 있을 것이라 기대된다.

2. 소프트웨어 구성

그림 3은 P-Band의 소프트웨어 구조를 간략하게 나타낸 것이다. P-Band는 MCU로 사용하는 Nordic사의 nRF52832

에서 제공하는 SoftDevice의 위에 본 연구실에서 자체개발한 RealTimeOperating System (RTOS)인 Ubinos [8]를 기반으로 Device Driver 와 Application의 Task 스케줄을 조절하게 되며, 각 센서들 사이의 측정 주기 차이에 따른 Task 스케줄링을 하여 Task Management를 한다. 데이터는 총 3단계로 처리가 되는데, 평소에는 내장된 Flash Memory에 저장하는 형태가 되며 일정양의 데이터가 쌓일 경우 데이터 분석 Task를 실행하게 된다. 데이터 전송 Task의 경우 Band의 데이터 측정이 활발하게 이루어지지 않는 시간대에 자동으로 이루어지도록 설계되어 있으며 Bluetooth Low Energy (BLE)를 통해 어플리케이션이 설치된 스마트폰이나 스마트 패드에 전송하도록 기본 설정이 되어있다.

P-Band의 사용시간은 지속적인 센서 데이터 측정 Task 및 분석 Task가 동작할 시 약 2일 정도 사용이 가능하며, 센서 데이터 측정 Task와 분석 Task등이 동작하지 않을 경우 PowerManager가 저전력 모드로 동작시켜 약 7일 정도 사용이 가능하게 된다.

III. 센서 데이터 측정 결과

본 연구는 경북대학교 기관심사위원회 (승인번호 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.

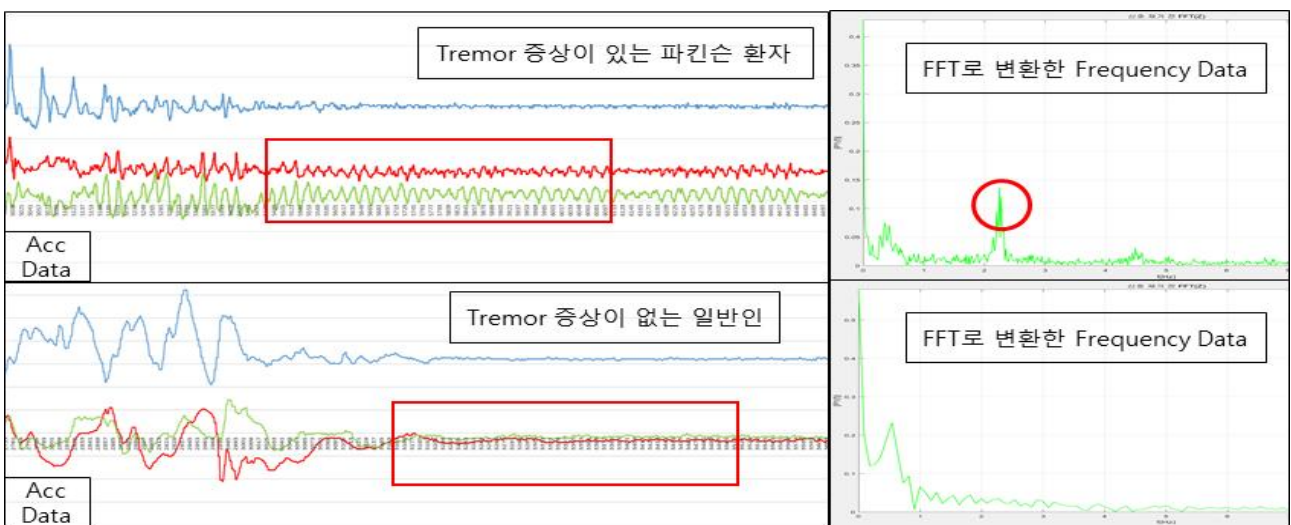


그림 4. 가속도 센서를 이용하여 측정한 정상인과 tremor 증상이 있는 파킨슨 환자의 Raw 데이터 및 Frequency Data  
Fig. 4. Raw data and frequency data of a normal person and a Parkinson's patient with tremor symptoms measured using an accelerometer

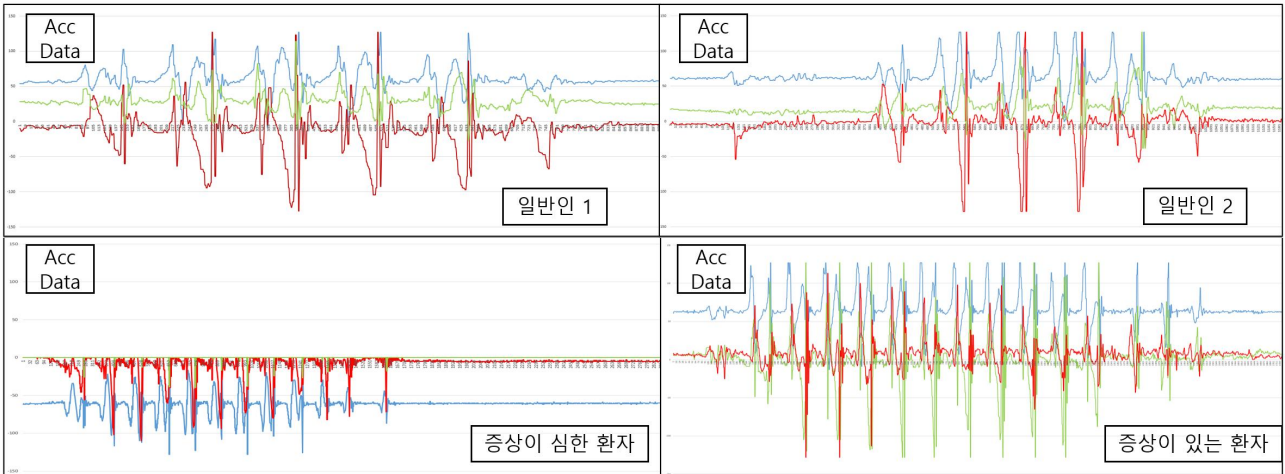


그림 5. FOG증상이 없는 일반인과 FOG증상이 있는 파킨슨병 환자의 걸음을 측정된 가속도 데이터

Fig. 5. Acceleration data measuring the gait of ordinary persons without FOG symptoms and Parkinson's disease patients with FOG symptoms

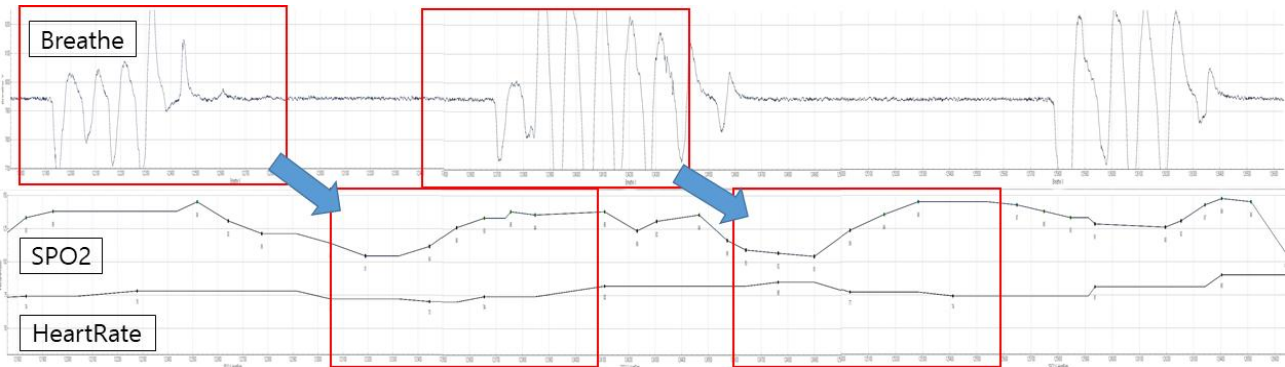


그림 6. SPO2센서와 호흡센서를 이용한 수면무호흡 데이터 측정 결과

Fig. 6. Measurement result of sleep apnea data using SPO2 sensor

총 10명의 파킨슨 환자의 데이터를 측정하여 그 중 각각 증상이 있는 환자들의 데이터를 분석에 사용하였으며, 대조를 위해 일반인의 데이터 또한 10명 측정하였다. 수면 무호흡증의 경우에는 수면무호흡증을 앓고 있는 (수면다원검사를 통해 수면무호흡증이라는 진단을 받은) 환자의 데이터를 측정하여 데이터 분석을 하였다.

1. 가속도 센서를 이용한 tremor 측정

그림4는 가속도 센서를 손목에 장착하여 각각 정상인과 tremor증상이 있는 파킨슨 환자의 데이터를 측정된 Raw 값의 일부와 이중 휴지기의 데이터를 모아 FFT (Fast Fourier Transform)을 통해 Frequency로 변환시킨 데이터의 그래프를 나타낸 것이다. 환자가 이동상태가 아닌 멈춰있는 상태일 때 tremor 증상이 있는 환자의 경우 tremor 증상을 나타내는 부위 (위의 그림에서는 손)에 떨림이 나타나게 되는데 그림과 같이 가속도 센서를 통해 이를 데이터로 확인할 수 있으며, 그림4의 오른쪽과 같이 FFT를 통해 Frequency Data로 나타내게 되면 일반인과 다른 고주파수

(상대적인)대에서 데이터가 나타남을 확인할 수 있다.

2. 가속도 센서를 이용한 FOG 측정

그림5는 각각 FOG증상이 있는 파킨슨 환자와 FOG증상이 없는 일반인이 가속도 센서를 발목에 착용한 채로 약 5m의 거리를 왕복으로 걸었을 때의 데이터를 측정된 것의 일부이다. 각각은 약 5m의 거리를 왕복으로 걸으며 올바른 데이터 측정을 위해 도착점에서 약간의 시간동안 정지하였다. FOG증상이 심한 환자의 경우에는 발을 들어 올려 이동이 불가능했기 때문에 Z축의 경우 거의 데이터가 나타나지 않고 값이 0에 가까운 결과가 나왔으며, FOG증상이 다소 약했던 환자의 경우에는 걷기 위해서는 동작을 다소 크게 해야 했다. 이를 통해서 FOG증상이 심할 경우에는 특정 축 (착용하는 모양에 따라 다른)의 값이 아예 나오지 않는 '다리 끌림'현상이 나타나는 것을 확인할 수 있었으며, FOG증상이 다소 약한 환자의 경우에도 일반인의 걸음과는 다른 데이터가 나온다는 것을 확인할 수 있었다.

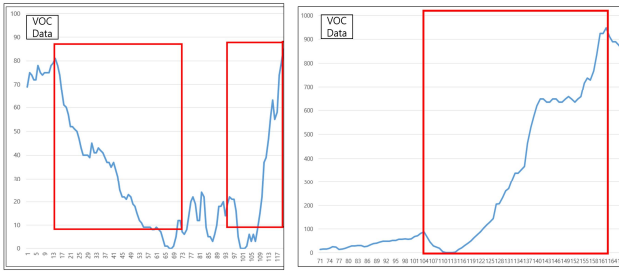


그림 7. 가스센서를 이용한 실내외 구분 테스트 데이터

Fig. 7. indoor/outdoor classification test data using gas sensor

3. SPO2센서를 이용한 수면무호흡 측정

그림6은 SPO2센서를 이용한 수면무호흡 측정을 확인하기 위해 호흡센서와 SPO2센서를 동시에 사용하여 수면무호흡증이 있는 환자의 수면 중 데이터를 측정된 것의 일부를 나타낸 그래프이다. 호흡 데이터의 경우 실제 호흡 여부를 알기 위하여 측정하였으며, SPO2는 호흡을 통한 산소포화도를 추적하기 위해 측정하였다. HeartRate의 경우는 수면무호흡과 직접적인 연관성은 없으나 SPO2의 값이 떨어지게 될 경우 올라가고 SPO2값이 정상적으로 올라올 경우 떨어지는 경향성이 있기에 측정하였다 [9]. 그래프에서 볼 수 있듯이 호흡이 일어나지 않는 무호흡 상태가 발생하면 잠시 뒤 SPO2의 값이 떨어지는 것을 볼 수 있으며, 반대로 호흡이 다시

SPO2값이 80초반으로 떨어지는 부분의 호흡센서 데이터를 보면 호흡이 제대로 되지 않는다는 신호가 발생하고 있는 것을 알 수 있는데 이를 통해 SPO2센서를 통해 수면 중 무호흡이 일어나는 것을 확인할 수 있다는 것을 알 수 있다.

4. 가스 센서를 이용한 실내외 구분

그림7은 가스센서의 데이터 중 VOC부분의 데이터를 측정된 것이다. 측정 주기는 1분이며 실내와 실외를 구분할 수 있는지를 알아보기 위해 문을 열고 실내/외를 왔다 갔다 했을 때의 데이터 (왼쪽)와 아예 문을 열고 나갈 때의 데이터 (오른쪽)를 각각 그래프로 나타낸 것이다. 문을 열고 실내로 들어가거나 실외로 나갈 경우 오랜 기간을 있는 것이 아니라면 데이터 값이 잠시만 변하는 것을 알 수 있으며, 오른쪽 그래프와 같이 아예 오랜 시간 밖으로 나가게 되면 값이 크게 변하는 것을 알 수 있다. 이를 통해 해당 데이터와 광센서의 데이터, 그리고 시간 데이터를 합치게 된다면 좀 더 정확하게 안과 밖을 구분할 수 있을 것으로 보인다.

IV. 결론

본 논문에서는 파킨슨 환자를 위해 파킨슨 환자의 다양한 증상 데이터를 기록하며 파킨슨 환자의 주요 증상인 tremor와 FOG등의 데이터 기록을 통해 환자의 진단에 도움을 주며, 약을 먹는 환자의 경우에는 증상의 정도를 추적하여 약

효의 지속시간을 알아내 적절한 투약시간을 안내할 수 있도록 하며, 증상이 발생하는 상황을 여러 센서를 통해 기록함으로써 증상에 대한 분석 (특히 FOG)을 가능하도록 하고, SPO2센서를 통해 수면무호흡증을 판단할 수 있게 함으로써 수면무호흡이 있는 파킨슨환자의 경우 수면무호흡증을 개선할 수 있는 데에 도움을 줄 수 있는 웨어러블 디바이스를 설계하였으며, 각각의 센서 데이터를 실제 환자를 통해 측정하여 각 데이터들을 실제 설계했던 대로 사용할 수 있음을 입증하였다. 또한 이를 바탕으로 실제 단말을 만들어서 연구에만 사용되는 것이 아닌 실제 환자들을 위한 웨어러블 디바이스를 설계하였다. 이를 통해 기존 하나의 센서만을 사용하여 하나씩의 기능만을 했었던 단말들의 한계점을 넘어 파킨슨 환자들의 삶의 질을 크게 개선시킬 수 있는 보조기구가 될 수 있을 것이라 기대된다.

References

[1] E. Rovini, C. Maremmani, F. Cavallo, "How Wearable Sensors Can Support Parkinson's Disease Diagnosis and Treatment: A Systematic Review," *Front Neurosci*, Vol. 11, 2017.

[2] S. Arora, V. Venkataraman, S. Donohue, K. M. Biglan, E. R. Dorsey, M. A. Little, "High Accuracy Discrimination of Parkinson's Disease Participants from Healthy Controls using Smartphones," 2014 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing(ICASSP), pp. 3641-3644, May, 2014.

[3] E. B. Torres, "The Rates of Change of the Stochastic Trajectories of Acceleration Variability are a good Predictor of Normal Aging and of the Stage of Parkinson's Disease," *Font Integr Neurosci*, Vol. 7, 2013.

[4] A. Y. Meigal, S. M. Rissanen, M. P. Tarvainen, S. D. Georgiadis, P. A. Karjalainen, O. Airaksinen, M. Kankaanpaa, "Linear and Nonlinear Tremor Acceleration Characteristics in Patients with Parkinson's Disease," *Physiological Measurement*, Vol. 33, No. 5, 2012.

[5] M. Bachlin, M. Plotnik, D. Roggen, I. Maidan, J. M. Hausdorff, N. Giladi, G. Troster, "Wearable Assistant for Parkinson's Disease Patients With the Freezing of Gait Symptom," *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, Vol. 14, pp. 436-446, 2009.

[6] A. L. Harmell, A. B. Neikrug, B. W. Palmer, J. A. Avanzino, L. Liu, J. E. Maglione, L. Natarajan, J. Corey-Bloom, J. S. Lored, S. Ancoli-Israel, "Obstructive Sleep Apnea and Cognition in Parkinson's Disease," *Sleep Medicine*, Vol. 21, pp. 28-34, 2016.

[7] V. P. Mery, P. Gros, A. L. Lafontaine, A. Robinson, A. Benedetti, R. J. Kimoff, M. Kaminska, "Reduced Cognitive Function in Patients with Parkinson Disease and Obstructive Sleep Apnea," *Neurology*, Vol. 12, pp. 1120-1128, 2017.

[8] <http://ubinos.org/>

[9] 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.

### SangHyeok Kim (김상혁)



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

### YeongJun Jeon (전영준)



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

### SoonJu Kang (강순주)



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.)

1995~1996 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