

IoB 기반의 인체 모션 감지 및 심박수 측정을 위한 HW/SW 플랫폼 개발

차은영, 설권, 이종현, 김결, 안해성, 권혁인, 김형석, 김정창
한국해양대학교

cha.silverzero@gmail.com, tjfrnjs12@naver.com, whd4935@naver.com,
lotte0245@naver.com, haesung2@kmou.ac.kr, inkiss96@naver.com,
khseok19@kmou.ac.kr, jchkim@kmou.ac.kr

Development of an IoB-Based HW/SW Platform for Human Motion Detection and Heart Rate Measurement

Eunyoung Cha, Kwon Seol, Jong Hyun Lee, Gyeol Kim, Haesung Ahn, Hyuk In Kwon,
Hyeongseok Kim, Jeongchang Kim
Korea Maritime and Ocean University

요 약

본 논문에서는 사용자가 자신의 움직임 및 심장 박동 상태를 모니터링 하기 위한 생체 인터넷 (Internet of Biometry: IoB) 기반의 HW/SW (hardware/software) 플랫폼 (platform)을 제안한다. 제안하는 시스템은 모션 센서 (motion sensor) 또는 심박 (heart rate) 센서와 같이 사용자의 생체 정보를 수집할 수 있는 센서를 사용한다. 또한, 마이크로프로세서 (microprocessor)를 사용하여 센서로부터 수집된 데이터를 사용자에게 필요한 생체 정보로 변환하고, 블루투스 (Bluetooth) 통신을 이용하여 사용자의 스마트폰 앱 (smartphone application)으로 변환한 생체 정보를 전달한다. 스마트폰 앱은 수신한 생체 정보를 디스플레이 (display)함으로써, 사용자가 자신의 상태를 모니터링 (monitoring) 할 수 있다. 제안한 시스템을 사용하여 해양 레포츠 (leisure sports) 등과 같은 활동을 하는 사람들이 자신의 몸 상태를 스스로 확인할 수 있고, 사고 예방의 효과를 얻을 수 있다.

1. 서론

최근 들어, 국민소득의 향상과 여가시간의 증대, 그리고 육상관광지의 포화상태 등으로 국민들의 관광에 대한 관심이 육상에서 해상으로 전환되고 있는 추세를 보이고 있다. 이러한 추세에 따라, 국내의 해양 레저 (leisure) 산업이 발전함과 동시에 수상레저, 스노클링 (snorkeling), 스쿠버 다이빙 (scuba diving)과 같은 다양한 해양 레포츠 (leisure sports)를 즐기는 사람들이 점차 증가하고 있다 [1][2]. 그러나, 해양 레저 산업의 수요에 비례하여 해양 레포츠와 관련된 사고 또한 증가하는 추세를 보이고 있으며, 해양 레저 산업에서 안전한 수중 레저 활동이 중요한 이슈 (issue)가 되고 있다 [3]. 수중 레저 활동의 안전 및 활성화에 관한 법률안이 시행되고 있지만, 수중 레저 활동을 위한 장비들은 일반 사용자가 사용하기에 어렵고 접근성이 떨어지는 단점이 있다 [4].

또한, 사물 인터넷 (internet of things: IoT)이 발전함에 따라 사용자의 편의를 제공하고 안전을 관리 할 수 있는 다양한 웨어러블 기기 (wearable device)들이 개발 되고 있다 [5]-[7]. 더 나아가, IoT 기반 기술들이 다양한 분야에 적용되고 있으며, 최근에는 사용자의 생체 정보와 IoT 기술이 결합된 생체 인터넷 (internet of Biometry: IoB) 기반의 웨어러블 기기들도 개발 되고 있다 [8][9].

본 논문에서는 IoB 기반의 인체 모션 감지 (motion

detection) 및 심박수 (heart rate) 측정을 위한 HW/SW (hardware/software) 플랫폼 (platform)을 제안한다. 제안하는 시스템은 사용자의 움직임을 감지하는 모션 센서와 심박 센서를 사용하며, 센서로부터 측정된 데이터는 마이크로프로세서 (microprocessor)에 의해 필요한 생체 정보로 변환된다. 변환된 생체 정보는 블루투스 (Bluetooth) 통신을 이용하여 사용자의 스마트폰 앱 (smartphone application)으로 전달되고, 사용자는 스마트폰 앱으로부터 자신의 생체 정보를 실시간으로 모니터링 할 수 있다. 제안하는 시스템은 해양 레포츠와 같은 활동을 하는 사용자가 실시간으로 자신의 몸 상태를 확인 할 수 있기 때문에, 관련 사고를 미연에 방지할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

2. 시스템 구현 및 실험결과

그림 1 은 본 논문에서 제안하는 시스템의 블록 다이어그램 (block-diagram)을 나타낸다. 제안하는 시스템은 센서부, 데이터 처리 및 전송부, 스마트폰 앱으로 구성된다. 먼저, 센서부는 모션 센서와 심박 센서로 구성되며, 각 센서는 사용자의 몸에 부착되어 사용자의 움직임과 심장 박동 수에 대한 데이터를 수집한다. 모션 센서는 3 축 가속도 (accelerometer) 센서, 3 축 각속도 (gyroscope) 센서, 3 축 지자계 (magnetometer) 센서가 하나로 통합된 센서 모듈이며, 9 축의 데이터를 동시에 측정할 수 있다. 심박 센서는 가시광선

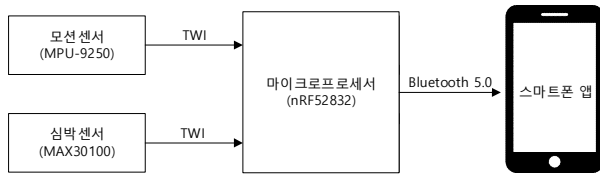


그림 1. 제안하는 시스템의 블록 다이어그램



그림 3. 심박 센서가 측정된 PPG 신호

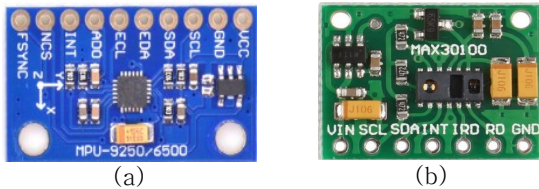


그림 2. 생체 정보 측정 센서, (a) 모션 센서 (MPU-9250), (b)심박 센서 (MAX30100)

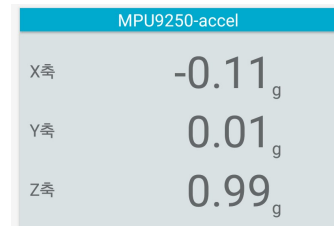


그림 4. 스마트폰 앱으로 전달된 가속도 값의 출력 화면

표 1. nRF52832 사양

Item	Specification
Processor	32-bit ARM Cortex M4F
Interface	SPI, TWI, UART, PDM, I2S
Bluetooth	Bluetooth 5.0
Supply Voltage	1.7V ~ 3.6V

LED (visible light emitting diode)와 적외선 LED (infrared LED)을 내장하고 있으며, 사용자의 혈관이 있는 위치에 센서를 부착하여 사용한다. 심박 센서는 가시광선과 적외선의 반사되는 양을 측정하여 PPG (photo plethysmograph) 신호를 얻을 수 있고, 측정된 PPG 신호로부터 사용자의 심박수와 산소포화도 (oxygen saturation)를 계산 할 수 있다. 이 때, 심박수 계산을 위해서는 적외선 LED 로부터 얻은 PPG 신호가 사용되고, 산소포화도의 계산에는 적외선 LED 와 가시광선 LED 로부터 얻은 PPG 신호가 동시에 사용된다. 본 논문에서 사용한 모션 센서와 심박 센서는 각각 ‘InvenSense’ 사의 MPU-9250 과 ‘Maxim Integrated’ 사의 MAX30100 이며 그림 2 와 같다. 또한, 모션 센서와 심박 센서 모두 마이크로프로세서와의 통신 방법으로 TWI (two wire interface)를 사용할 수 있고, MAX30100 에는 적외선 LED 와 적색 LED 가 내장되어 있다.

데이터 처리 및 전송부는 마이크로프로세서와 블루투스를 포함하고 있는 일체형 모듈로 이루어져 있으며, TWI 통신을 통해 각 센서로부터 측정된 데이터를 가져올 수 있다. 그림 3 은 심박 센서로부터 가져온 PPG 신호를 그래프로 표현한 것이다. 가져온 데이터는 마이크로프로세서에서 가공되어 사용자에게 유용한 정보로 변환된다. 그림 3 에서와 같이 PPG 신호는 심장 박동에 따라 주기적으로 피크 값을 갖는 형태로 측정된다. 이러한 특징을 이용하여 마이크로프로세서는 피크 값의 주기를 파악함으로써 사용자의 심박수를 계산할 수 있다. 변환된 데이터는 내장된 블루투스 통신을 통해 스마트폰 앱으로 전송된다. 본 논문에서 사용한 마이크로프로세서는 ‘Nordic Semiconductor’ 사의 nRF52832 이며, 주요 사양은 표 1 과 같다.

스마트폰 앱에서는 블루투스 통신을 통해 전달받은 생체 정보를 화면에 출력한다. 사용자는 출력된 생체 정보로부터 자신의 움직임 정도와 심박수에 대한 데이터를 확인 할 수 있다. 그림 4 는 스마트폰의 앱으로 전달된 가속도 값을 출력한

결과를 나타낸다. 이 때, 출력된 가속도 값은 중력가속도를 1g 라고 두었을 때, X, Y, Z 축에서의 상대적인 가속도 값을 의미한다.

3. 결론

본 논문에서는 IoB 를 기반으로 한 사용자의 생체 정보를 모니터링 할 수 있는 HW/SW 플랫폼을 제안하였다. 제안된 시스템은 사용자의 생체 정보를 측정할 수 있는 다양한 IoB 기반 센서들을 사용한다. 사용자는 제안된 시스템을 사용하여 자신의 움직임과 심박수, 혈류 내 산소포화도를 모니터링 할 수 있다. 또한, 제안된 시스템은 사용자의 심박수와 산소포화도가 정상 범위를 벗어나게 되는 경우에 경고를 줌으로써, 신체 이상 징후의 조기 발견에 도움을 줄 수 있고, 관련 사고를 예방할 수 있는 효과를 얻을 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2019 년도 중소벤처기업부의 산학연 Collabo R&D 사업 지원에 의한 연구임 [S2743590]

참고문헌

- [1] 이동원, “새만금 해양레저 선도사업 추진방안 연구,” 국가과학기술 정보센터, pp. 11-12, 2016.
- [2] 최도석, “수상레저의 새로운 시대 개막,” 부산발전포럼, vol. 138, pp. 41-43, 2012.
- [3] 최미영, 문태영, “해양레저스포츠 체험센터의 안전교육이 응급처치 대처능력 및 체험만족도에 관한 구조적 관계 모형,” 한국산학기술학 회논문지, vol. 20, no. 2, pp. 552-561, 2019.
- [4] 김명훈, 강신영, 강신범, “저 수온에서의 잠수가 신체 활력 징후 및 추위 인식도에 미치는 영향,” 한국수산해양교육학회, vol. 29, no. 4, pp. 1063-1071, 2017.
- [5] 김형석, 박원우, 이영배, 서나현, 김정창, “IoT 기반의 아동 및 노약

- 자를 위한 위치추적 및 응급알람 시스템,” 한국방송미디어공학회 하계학술대회, Jun. 2015.
- [6] 김형석, 이운현, 김정창, "신발에 착용 가능한 IoT 기반의 헬스케어용 소형 웨어러블 기기 개발." 한국방송미디어공학회 추계학술대회, Nov. 2016.
- [7] 김형석, 이운현, 김시문, 염명길, 김정창, "걸음걸이 분석을 위한 IoT 기반의 소형 웨어러블 시스템 개발." 한국방송미디어공학회 추계학술대회, Nov. 2017.
- [8] "IoB형 근전도, 심전도측정 의료장비 시스템 개발," 국가과학기술정보센터, 2016.
- [9] Donghee Son *et al.*, "Multifunctional wearable devices for diagnosis and therapy of movement disorders," *Nature nanotechnology*, vol. 9, no. 5, pp.397-404, Mar. 2014.