

IoT 스마트 스트레스 케어를 위한 생체신호 기반의 실시간 HRV 측정

¹송호준, ²*박도영

Development of Real-time HRV measurement Application based on vital signs for IoT smart stress care

¹Song Ho Jun, ²*Park Do Young

요약

COVID-19 팬데믹으로 인하여 우리의 일상은 많은 변화를 가지고 왔다. 이로 인한 사회적거리두기와 같은 공중보건 조치로 인하여 COVID-19의 확산을 줄이는 데는 필수적이거나, 동시에 우울증, 불안장애, 우울장애, 외상 및 스트레스 관련 장애 등에 노출이 되고 있다. 본 논문에서는 생체신호를 실시간으로 측정이 가능한 Smart Watch 디바이스를 기반으로 한 ECG와 PPG 측정을 통하여 HRV 데이터 및 스트레스 지수 확인이 가능한 Application을 개발하였다. 개발된 Application의 경우 실시간으로 Heart Rate를 측정하여 표시 하였으며, 걸음 수와 칼로리, 총 운동 거리를 측정하여 기본적인 운동정보를 전달하였고, 측정하기 프로그램으로 혈압, 심박수, HRV 데이터를 블루투스 기반으로 원활히 전달 하였다. 이를 통해 스스로 정신건강 관리를 할 수 있는 IoT 스마트 스트레스 케어 Application이 스트레스 및 우울 외상 장애 환자에게 도움이 될 것이라 생각한다.

Abstract

Our daily lives have changed a lot because of the COVID-19 pandemic. This is essential to reduce the spread of COVID-19 due to public health measures such as social distancing. At the same time, however, they are exposed to depression, anxiety disorders, depressive disorders, trauma and stress-related disorders. For this, we developed an application that can check HRV data and stress index by measuring ECG and PPG based on a Smart Watch device that can measure bio-signals in real time. In the case of the developed application, the heart rate is measured and displayed in real time to deliver basic exercise information by measuring exercise, steps and calories, and total distance, and smoothly based on blood pressure, heart rate, and HRV data as a measurement program. Through this, I believe that the IoT Smart Stress Care Application, which can manage mental health by itself, will be helpful to patients with stress and depressive trauma disorders.

Keyword: HRV, COVID-19, Stress-related Disorders, Bio-signals, IoT, Smart stress care

¹ 평택대학교, 스마트재활케어융복합전공, 조교수 (hjsong@ptu.ac.kr)

²* 뉴로닉, 대표 (xneurotic@gmail.com)

I. 서론

2021년 2월 26일 현재 세계 코로나 바이러스 감염증(이하 COVID-19)의 현황은 전세계 확진자의 경우 113,000,000명, 사망자는 2,500,000명, 격리 해제는 8,900명으로 발생국은 220개국이며 치명률은 2.22%에 해당한다. 대한민국의 경우 확진자는 99,922명, 사망자는 1,585명, 격리 해제는 79,880명으로 치명률은 1.78% 해당하고 있다[1]. 코로나로 인해 발생한 스트레스는 삶의 질에 영향을 미치며, 긍정심리자본은 유의한 조절효과를 나타내고 있다[2]. HRV를 활용한 스트레스 연구는 자율신경 시스템에 의한 심장 조절과 연관 정의된 생리적 경로를 통하여 스트레스가 어떻게 인체에 작용하고 만성 질병의 발전에 영향을 주는지 연구되고 있다. 최근에는 HRV 측정이 가능한 애플 워치나 핏빗 같은 스마트 워치를 이용해 코로나 감염 증상이 나타나기 며칠 전에 반응을 감지할 수도 있다는 연구 결과가 보고되고 있다[3]. 이러한 지표는 심장 박동 변화 HRV가 면역체계에 어떻게 작동하는지 확인하는데 좋은 척도라는 설명이다. 또한 우울증이 심혈관 질병의 병리 생리학 진행과 연관된 단순히 심혈관 질병에 대한 이차적 정서적 반응이기보다는 단독 위험 요소로 작용한다는 연구 논문도 발표되고 있다[4]. 현재 생체신호 측정 기술 기반의 실제 건강데이터를 사용자에게 제공함으로써 스스로 스트레스 관리 및 우울증 관리를 할 수 있도록 하여, 만성질환을 미연에 예방하는 방법으로 기능성 건강 앱을 사용하고 있다[5-6].

현재 애플 워치는 다양한 디자인, 아이폰과의 우수한 연동성, 경쟁사대비 많은 앱 수 등을 통해 아이폰의 충성도 높은 고객을 중심으로 시장을 확대하고 있다[7]. 그러나 애플 워치는 독립적 통화 기능 부재, 적은 저장공간, 낮은 배터리 용량 등 다수의 단점을 보유하고 있어서 경쟁사들은 여전히 시장 확대를 위한 기회를 노리고 있다. 또한 삼성전자, LG전자 등 국내 업체뿐만 아니라 중국업체들도 고성능의 생체신호 측정 센서를 탑재한 스마트 워치를 선보이고 있어, 헬스케어 기반의 스마트 워치 선정은 어려움 없이 진행되었다[8].

본 연구에서는 COVID-19 펜데믹으로 인한 우울증, 불안장애, 우울장애, 외상 및 스트레스 관련 장애 문제를 해결하고 자가 관리가 가능하도록 생체신호 측정이 가능한 Smart Device를 통해 스트레스 케어를 위한 실시간 HRV 측정 Application의 특징을 중점으로 설명하고 실제 연구대상자별 사용한 경험을 바탕으로 확인하였다.

본 논문의 구조는 다음과 같다. 2장에서는 스마트 헬스케어 디바이스 하드웨어 선정방법, 제어 및 연동이 가능한 Application 개발에 대한 내용을 작성하였으며, 3장에서는 연구결과로 측정후사용자에 대한 사용 이해도 측정, 설문 구성 및 분석방법, 설문 결과로 나타냈다. 마지막 4장에서는 연구결과에 대한 결론으로 끝맺음 하였다.

II. 관련 연구

2.1 스마트 헬스케어 디바이스 하드웨어 선정



Figure 1. J Style Product J1790 Model
그림 1. J.Style사의 J1790 모델 제품

본 연구에 사용한 스마트 워치의 경우 그림 1에 나와있는 ECG와 PPG 측정을 기본으로 하여 HRV를 측정하고, 혈압 및 스트레스 등, 다양한 운동 정보 측정이 가능한 J style 제품인 J1790 모델을 선정하였다.

2.2 제어 및 연동이 가능한 Application 개발



Figure 2. Application Display Design
그림 2. 앱의 화면 디자인

본 Application의 경우사용자의 Usability를 고려하여 심플한 시작 버튼을 사용하여 직관적으로 사용이 가능한 UI를 적용하였으며, 그림 2에 나와 있듯이 심박수, 걸음 수, 걸은 거리, 칼로리 등 HRV 이외의 생체 데이터를 확인할 수 있도록 디자인하였으며, 측정하기, 기록 보기, 설명 보기 등 사용자가 쉽게 인지 가능한 Button Type layout을 적용하였다.

측정하기 버튼의 경우, 초기사용자의 Blood Pressure 측정을 위한 BP Calibration 기능과 Start와 Stop 버튼을 사용하여 심박수와 심박변이도를 측정하도록 제작하였다. 만약 측정 시 스마트 헬스케어 디바이스에 손가락을 얹지 않고 있으면 Keep Touch라는 메시지를 보여주며 진동이 동시에 울려 알리도록 하였고, 만약 손가락을 얹고 있다면 is Measuring으로 표기하여 심박수에 맞추어 파형이 변하도록 디자인하였다.

Table 1. J1790 Hardware Specification

표 1. J1790 하드웨어 성능 사항

Specification	
Size of Main Body	40.0 * 20.2 * 11.7 mm
Battery	100mAh rechargeable lithium-polymer battery
Display	0.96" TFT Multi-Touch Screen
Data Memory	30 Days
Waking distance	Max 999.99 Km
Calories Burned	Max 9999.9 Kcal
Activity Time	99h 59min
Bluetooth Ver.	Version 4.0

기존의 데이터의 경우 정밀 진단에 앞서 다양한 검사를 기반으로 하여 진행하는 것으로 너무 진부 하였으나 기존의 방법을 탈피하여 스마트 디바이스 하나로 HRV 측정 및 건강상태를 체크하여 향후 인공지능 디바이스 개발을 하기 위한 기초 연구 데이터를 확보할 수 있으며, 향후 데이터를 통한 건강 상태 모니터링이 가능한 플랫폼으로 전달이 가능하도록 디자인 하였다.

표 1 은 J1790 하드웨어 스펙에 대한 내용이며, 제품의 체원은 사이즈, 내장 배터리, 화면, 저장 가능한 메모리 일자, 최대 걸음 거리, 최대 저장 칼로리 소모량, 최대 활동 저장 시간, 마지막으로 블루투스 버전을 표시하였다.

III. 연구결과

3.1 측정 후 사용자에게 대한 사용 이해도 측정

본 Application 을 사용 후 기록에 대한 해석을 통하여 측정된 데이터를 만성질환 예방 및 스트레스 및 우울증의 진단 인자로 사용할 수 있도록 데이터화 하였으며, 원본 데이터를 확인후 설명 보기를 통하여 데이터를 기초로 하여 최종 자가 진단 관리를 할 수 있도록 구성하였다. 실제 Application 을 개발하고 난 이후에, 6 명의 사용자에게 7 일간의 기간 동안 테스트하였다. 측정자의 개인 정보 보호를 위하여 신체 정보의 일부만 획득하여 측정이 완료된 데이터를 스마트폰으로 다운로드 하여 확인하였다. 실험자들에게는 제품의 정보를 충분히 설명한 후, 사용자의 일상 데이터를 측정하도록 하였으며, 하루 2 회정도 측정하여 데이터를 저장하도록 하였다.

3.2 설문 구성 및 분석 방법

본 논문은 사용자의 Application 사용 전후의 각각 느끼는 인식조사를 위해 개선해야 할 사항과 일부 사용 감에 대한 이해도에 대하여 설문을 진행하였다.

Table 2. Themes of Survey Questions

표 2. 설문의 테마 내역

Theme	Question	No
Understanding of Application	Application awareness, Route of awareness	1
Experience of Application	Experience	2
Opinion about Application	Helpful, Recommend, Favorite Figure, Uncomfortable Figure, Age of Use, Compare with other Application	8
Subject Profile	Age, Gender, Education	3

표 2 의 내용은 질문에 대한 테마에 대한 내용이며, 세부항목으로는 Application 에 대한 이해도와 경험 지식, 새로운 Application 에 대한 의견, 마지막으로 일반적인 프로파일에 대하여 설문을 진행하였다. 설문지의 문항은 대부분 폐쇄형 질문으로 범위는 '전혀 아니다 ~ 매우 그렇다'로 5 점 척도인 리커트 척도(Likert scale)로 설계하였다. 일부 문항은 개방형 질문으로 해 놓았는데, 이는 스마트 디바이스의 주관적인 의견을 수집할 수 있도록 설계한 것이다.

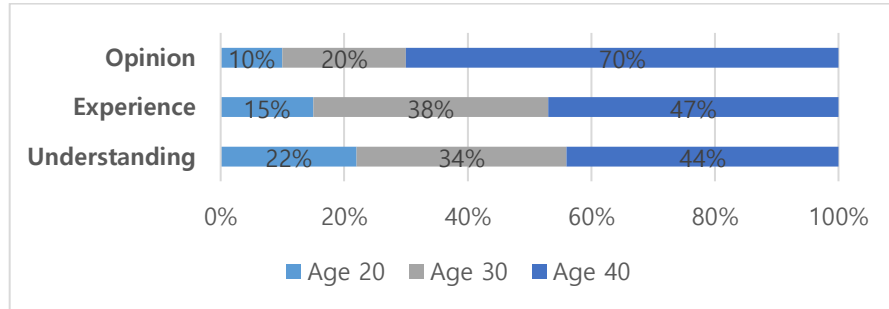
설문의 분석 방법으로는 빈도, 평균, 리커트 척도 응답도를 기준으로 백분율을 사용하였다. 연구대상자에 대한 인구통계학의 특성은 표 3 과 같다. 각각 연령대, 성별, 몸무게, 키 데이터를 표시 하였다. 총인원은 6 명의 인원이 참여 하였으며, 20 대부터 40 대까지 각각 여성과 남성 1 명씩 선정하여 진행하였다.

Table 3. Demographic Profiles
표 3. 연구 통계학적 특성

No	Age	Gender	Weight	Stature
1	24	Female	43	154
2	26	Male	58	162
3	33	Female	55	166
4	38	Male	63	172
5	42	Female	60	152
6	46	Male	70	176

3.3 설문 결과

Table 4. 3 Main Themes Result Data
표 4. 3 가지 주 테마 결과 데이터



생체신호 측정 가능한 스마트 워치 디바이스에 대한 인식 및 경험에 대한 의견은 4의 내용과 같다. 일반적으로 본 Application의 사용 난이도와 스트레스 우울증 예방용으로 사용을 추천 하는 의견을 40대에서 70%로 기존의 20대와 30대의 조사결과 보다 많이 높았다. 이는 40대에 건강관리가 많이 필요한 상황이며 만성질환의 발생 빈도가 높아 이러한 이유에서 다른 나이 대 보다 많이 높은 것으로 나타났다. 이에 반해 Application 사용 경험에 대한 지식이나 사용 Usability에 대한 체험 경험은 20대가 15%, 30대가 38%, 40대가 47%로 젊은 층에서 제품에 대한 경험이 더욱 풍부한 것으로 나타났다. 또한 제품의 이해도의 결과 또한 40대에 비해 20대 30대의 총 이해도가 56%로 더 높게 나왔다. 조사한 리커트 척도를 계산하면 스마트 기기 또는 Application 사용 집단에 대한 기존 인식과 경험은 젊은 층에서 더욱 높은 것으로 나타났다. 하지만 직접적으로 건강이나 스트레스를 측정하기 위해 사용한 것은 아니며 주변의 뉴스와 경험을 통하여 알고 있는 지식이 높은 것으로 나타났다. 이번 실험에 참여한 연구대상자의 경우 인식 및 경험에 대한 값의 차이는 리커트 척도 기준으로 차이가 그렇게 크지는 않았다.

기타 의견으로 본 Application의 불편한 점으로는 사용자들의 Raw Data의 정확도에 대한 의견이 많았으며 사용 후에 설명 보기로 넘어가 본인의 데이터에 대한 비교가 어려움을 불편함으로 평가하였다. 만약 동시에 측정한 데이터와 평가 자료가 동일한 페이지에 표시되었다면 더 좋았을 것이다 라는 의견이 많았다.

IV. 결론

본 논문에서는 스스로 정신건강 관리를 할 수 있는 생체신호 기반의 스트레스 케어 실시간 HRV 측정 Application을 개발하였다. 조사결과 본 Application 사용 연구대상자들은 기존의 많은 기기들에 노출되어 비슷한 프로그램에 대한 경험이 많이 있어 사용하는 데는 어려움이 많지는 않았다. Application과 연동되는 스마트 기기 또한 사용하는데 그렇게 어려움 없이 사용이 가능한 기기였다. 위의 연구 결과를 근거로 본 연구 실험에 참여한 연구대상자들은 스트레스 우울증

관리에 본 Application 사용을 추천하였다. 본 Application 을 COVID-19 팬데믹으로 현재 스트레스 및 우울증 증상이 있는 현대인에게 보급한다면 본인이 자가 스트레스 케어 하는 데는 좋은 효과가 있을 뿐만 아니라 현대인의 만성질환을 케어 하고 관리할 수 있어 좋은 경험과 긍정적인 영향을 미치는 Application 이라 사료된다.

V. 감사의 글

“본 연구는 교육부 및 한국연구재단의 재원을 지원받아 뉴로닉과 함께 수행된 사회맞춤형 산학협력 선도대학 (LINC+) 육성사업 산학공동기술개발 연구과제(과제번호 2020-A-M005-010103)의 연구 논문 결과입니다.

VI. 참고문헌

- [1] Corona 19 (COVID-19) real-time situation board. (2021). <https://coronaboard.kr/>
- [2] S.Y. Kim, “A convergence study of stress caused by the epidemic of COVID-19 quality of life and positive psychological capital”, Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 11, No.6, pp. 423-431, 2020.
- [3] Warrior Watch Study. (2021). <https://www.mountsinai.org/about/covid19/warrior-watch-study>
- [4] H. J. Kim, Y. S. Song, “Association between Cardio-Cerebro Vascular Disease and Depression and Factors Influencing Depression: The Korean National Health and Nutrition Examination Survey in 2014, 2016”, The Journal of Korean Acad Fundam Nurse, Vol. 27, No.4, pp. 387-399, Nov. 2020.
- [5] H. G. Kim, E. J. Cheon, D. S. Bai, Y. H. Lee, B. H. Koo, “Stress and Heart Rate Variability: A Meta-Analysis and Review of the Literature”, Psychiatry Investigation., Vol.15, No.3, pp. 235–245, Mar.2018.
- [6] Relation of ANS/HRV and Stress. (2021). http://www.vitalscan.kr/dt_introduction_kr.htm/
- [7] Apple Developer News. (2021). <https://developer.apple.com/kr/news/>
- [8] Xiaomi Mi Watch, a smart watch that combines cost-effectiveness and practicality. (2021) <https://www.donga.com/news/It/article/all/20210215/105432499/1/>

저자 소개



송호준(*Ho Jun Hong*)

2010년 2월 대구대학교 대학원 특수교육학 박사
2016년 3월 평택대학교 스마트재활케어융복합 전공 조교수

관심분야: 장애인의 심리적응, 운동재활, 행동재활, 심리운동, 미술치료



박도영(*Do Young Park*)

2011년 2월 상지대학교 대학원 동서의료공학과 석사
2015년 2월 상지대학교 대학원 동서의료공학과 박사
2016년 1월~현재 뉴로닉 대표, ㈜엑스체닉 대표이사
2020년 7월~현재 한림대학교 글로벌경영 대학원 겸임교수

관심분야: 인공지능, 스마트 헬스케어, IoT Mesh-Communication