

영상처리 기반 생체 정보 측정 방법 구현 및 분석

박태영* · 방승철 · 장원진 · 노기섭

청주대학교

Implementation and analysis of biometric information measurement method based on image processing

Tae-young Park* · Seungcheol Bang · Junjun Zhang · Giseop Noh

Cheongju University

E-mail : {mu07010 / bbt1250 / zjj320 / kafa46}@cju.ac.kr

요 약

코로나19가 전 세계를 강타하면서 2021년 무관중 도쿄올림픽을 개최했다. 일부 방송사는 TV로 현장의 생생함을 전하고자 영상처리 기반 비접촉식 측정을 활용하여 실시간으로 선수들의 심박수를 보여주었다. 그러나 비접촉식 모델은 혈액순환에 따른 선수들의 얼굴 피부색 변화를 파라미터로 이용하기 때문에 자연광이나 안경 등과 같은 방해 요소로 인해 부정확할 가능성이 있다. 따라서 본 논문에서는 비접촉식 심박수 측정 모델과 접촉식 심박수 측정 모델을 방해 요소 유무에 따른 환경에서 실험하고 그에 따른 정확도를 분석한다.

ABSTRACT

As the COVID-19 pandemic hits the world, the Tokyo Olympics in 2021 will be held behind closed doors. Some broadcasters showed the heart rate of the players in real time using image processing-based non-contact measurement to convey the vividness of the scene on TV. However, since the non-contact model uses changes in the skin color of the players' faces according to blood circulation as a parameter, there is a possibility that errors may occur due to interference factors such as natural light or glasses. Therefore, in this paper, the non-contact heart rate measurement model and the contact heart rate measurement model are tested in an environment free from interference and their accuracy is analyzed.

키워드

Image processing; Non-contact measurement; Heart rate;

I. 서 론

최근 코로나19 유행에 따른 전염병 예방 및 차단을 위해 비접촉 생체 정보 취득 및 분석 기술이 주목을 받고 있다. 접촉식 생체 정보 취득 방법은 정확하게 측정할 수 있지만, 접촉에 따른 전염성이 높아지는 위험성을 가지고 있다. 하지만 비접촉식 측정은 방해 요소가 많아서 부정확할 가능성이 있는데 이에 대한 상호 비교 연구가 존재하지 않는다. 따라서 본 논문에서 접촉식과 비접촉식 심박수 측정 간의 정확도를 분석한다.

본 실험은 접촉식 측정 모듈로 산소포화도 측정기, Fitbit사의 스마트 워치, 아두이노 기반의 심박수 모듈을 이용하였고 비접촉식 측정 모듈로 Python, C++ 기반의 모듈을 사용하였다.

실험은 야간에 자연광이 들지 않는 실내에서 실험자의 안경과 이마의 가림이 없는 상태로 진행하였다.

II. 비접촉 심박수 측정 방법

모든 심박수 측정 모듈들은 비교를 위해 오프라

* speaker

인 데이터를 디지털 데이터로 변경해야 하는 제한 사항이 존재한다. 따라서 오프라인 심박수 측정 모델들은 오프라인 데이터를 디지털 데이터로 변경하는 과정을 거쳤다.

2.1 산소포화도

산소포화도 측정기를 이용하여 데이터를 추출하는 경우에는 온라인으로 통신할 방법이 없기 때문에 paddleOCR 모듈을 이용하여 산소포화기 속 심박수와 자체 제작한 밀리초까지 표현되는 시계의 시각을 함께 디지털 데이터로 변경하여 실시간으로 시각별 심박수를 추출하였다.

2.2 Fitbit사의 versa3 스마트 워치

스마트 워치의 경우 디지털 데이터인 하나 시각별 심박수의 데이터를 추출할 수 없다. 따라서 Fitbit studio를 이용하여 자체 어플리케이션을 제작하였고 Python Django프레임워크를 사용해 만든 서버와 통신하여 실시간으로 시각별 심박수를 추출하였다.

2.3 아두이노 기반의 심박수 센서

아두이노 기반의 Finger-clip Heart Rate Sensor with shell 센서로 심박수를 측정하여 실시간으로 Python과 Serial통신을 통해 시각별 심박수를 추출하였다.

2.4 Python, C++ 기반의 심박수 모듈

Python 기반의 모듈은 Heart-rate-measurement-using-camera 모듈이고, C++기반의 모듈은 heartbeat 모듈이다. 두 개의 비접촉식 심박수 모듈의 경우 사람의 얼굴 피부색 변화를 인식하여 심박수를 측정하기 때문에 얼굴 영상데이터가 필요하다. 또한 원본 모듈은 시각에 따른 심박수 데이터를 출력하지 않기 때문에 따로 형식을 변환하는 알고리즘을 추가하여 시각별 심박수를 추출하였다.

III. 실험 및 분석

본 실험은 5개의 모듈 및 기기에 사용되는 기준 시각을 동일하게 맞추는 것이 중요하다. 시간에 따라 심박수가 변화하기 때문에 심박수와 시각은 정확하게 매핑되어야 한다. 또한 5개의 모듈 및 기기가 같은 시각을 공유해야 해당 시각에 따른 심박수의 변화를 확인할 수가 있다. 따라서 모든 시스템시간을 동일하게 설정하였다.

심박수 측정은 약 1분간 진행하였고, 모든 모듈은 0.5초 단위로 시각별 심박수가 측정되었다. 실험 결과는 그림 1에 제시하였다.

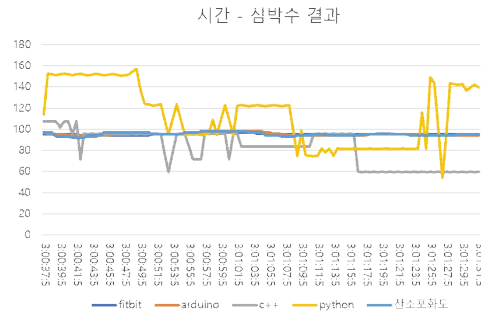


그림 1. 접촉식, 비접촉식 모듈 간의 상호 비교

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{y}_i]^2 \quad (1)$$

n = 데이터 개수

y_i = 산소포화도 심박수

\hat{y}_i = 비교모듈 심박수

기준이 되는 산소포화도 측정기와의 오차를 통해 정확도를 측정할 수 있다. 정확도를 측정할 수 있는 평가 도구로 식(1)의 Mean Square Error(MSE)를 사용하였다. MSE는 0에 가까울수록 정확하다고 평가할 수 있다. 측정 결과는 표 1에 제시하였다.

표 1. 산소포화도 측정기와의 오차 측정

구분	Python	C++	Arduino	Fitbit
MSE	344.1331	166.8923	0.03367	0.0165

IV. 결 론

본 논문에서는 비접촉식 심박수 측정 모듈과 접촉식 심박수 측정 모듈을 방해 요소가 없는 환경에서 실험하고 그에 따른 정확도를 분석했다.

제안된 접촉식 심박수 측정 모듈의 경우 기준이 되는 산소포화도 측정기와 평균 MSE가 0.02로 낮은 수치를 보였지만 비접촉식 심박수 측정 모듈의 경우 평균 MSE가 255.51로 접촉식 심박수 측정 모듈과 비교해 약 10,000배 이상의 차이를 보였다. 또한 방해 요소를 제거하지 않고 실험을 진행할 시 이보다 더 큰 MSE로 결과가 부정확한 것을 확인할 수 있었다.

References

- [1] Seungju Jang, "Design of Facial Image Data Collection System for Heart Rate Measurement", in *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 25, No. 7, pp.

- 971-976, Jul. 2021.
- [2] Rouast, P.V., Adam, M.T.P., Cornforth, D.J., Lux, E., Weinhardt, C. “*Using Contactless Heart Rate Measurements for Real-Time Assessment of Affective States*”, In: Davis, F., Riedl, R., vom Brocke, J., Léger, PM., Randolph, A. (eds) Information Systems and Neuroscience. Lecture Notes in Information Systems and Organisation, vol 16. Springer, Cham. 2017.
 - [3] Ha Nguyen, “*Heart-rate-measurement-using-camera*”, Github.com, Sept, 20, 2022.
Online Available : <https://github.com/habom2310/Heart-rate-measurement-using-camera>