

## 피부 영상을 이용한 생체신호 측정 S/W 개발

박진수\*, 홍광석\*

\*성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과  
qkrwlstn91@gmail.com, ksong@skku.ac.kr

## Developement of Bio-Signal Measurement S/W using Skin Image

Jin-Soo Park\*, Kwang-seock Hong\*

\*Dept. of Electrical and Computer Engineering, SungKyunKwan University

### 요약

본 논문에서는 촬영한 피부 영상(얼굴, 손 등)을 이용한 생체신호(맥박, 호흡, 혈압, 체온 등) 측정 S/W 기술을 제안한다. 기존의 생체신호 측정 기술은 다양한 센서(PPG, 압력 센서, 혈압계, 체온계 등)가 탑재된 측정 장치를 이용하여 상태를 측정하고 이를 진단하는 연구들이 진행되어 왔다. 각각의 생체신호를 측정하기 위해서는 별도로 구비된 측정 장치들을 이용하여 개별적으로 생체신호를 측정하고 확인하여야 한다. 제안된 기술은 스마트 디바이스에 생체신호 측정 S/W의 설치만으로 카메라로 촬영한 피부 영상의 피부 관심 영역에서 계산된 색상 데이터를 이용하여 다양한 생체신호를 언제 어디서나 실시간으로 측정할 수 있으며, 생체신호 측정 성능 평가 결과 맥박수 2.63%, 호흡수 5.98%, 이완기 혈압 2.48%, 수축기 혈압 5.23% 및 체온 0.25%의 오차율이 계산되었다.

### 1. 서론

생체신호 측정을 위한 여러 모바일 의료 앱이 국내외 출시되고 있으며 맥박 스마트폰으로 측정하거나 부정맥 등의 상태를 실시간으로 확인하는 기술들이 개발되고 있으며[1], 센서가 내장된 생체신호 측정 장치로 언제 어디서나 건강 상태 측정이 가능하며, 스마트 디바이스를 이용하여 측정 결과 및 자가진단 정보 관리 등도 가능하다[2]. 그러나, 생체신호를 측정하기 위해서는 각각의 측정 장치들을 갖추어 개별적으로 측정해야 한다. 이를 해결하기 위해 영상으로부터 색상 데이터를 분석하여 맥박, 호흡수 등의 다양한 생체신호 측정 연구들이 진행되고 있다[3].

본 논문에서는 카메라로 촬영한 피부 영상의 피부 관심 영역(ROI, Region of Interest)에서 계산된 다양한 색상 데이터를 이용한 생체신호(맥박, 호흡, 혈압 및 체온 등) 측정방법 및 본 연구실에서 개발한 생체신호 측정 S/W를 소개한다.

### 2. 피부 영상을 이용한 생체신호 측정

피부 영상의 피부 관심 영역에서 산출된 Cg 색상 데이터 평균 신호를 이용하여 생체신호를 측정방법을 제안한다.

### (1) 맥박수 및 호흡수

피부 영상의 피부 관심 영역으로부터 계산된 Cg 색상 데이터 평균값에 FFT(Fast Fourier Transform)를 적용한다. 그리고, 맥박 및 호흡 관련 주파수 대역 각각에 iFFT를 적용하여 맥파 및 호흡 신호를 산출한다. 산출된 맥파 및 호흡 신호로부터 맥박 및 호흡 피크 위치를 검출하고, 검출된 피크 각각에서 계산된 맥박 RR 간격(피크-피크 간격)과 호흡 PP 간격을 이용하여 파라미터 값(맥박 RR 간격의 평균값과 호흡 PP 간격의 평균값)을 산출한다. 산출된 파라미터 값을 아래 식 1, 2에 적용하여 맥박수와 호흡수를 측정한다.

$$\text{맥박수} (\text{Pulse rate}) = \frac{60 \times \text{영상 Fps}}{\text{맥박 RR간격(피크-피크 간격의) 평균값}} \quad (1)$$

$$\text{호흡수} (\text{Respiratory rate}) = \frac{60 \times \text{영상 Fps}}{\text{호흡 PP간격(피크-피크 간격의) 평균값}} \quad (2)$$

### (2) 혈압

피부 영상의 서로 다른 두 피부 관심 영역에서 계산된 Cg 색상 신호에 FFT를 적용하고, 맥박 관련 주파수 영역 내에서 혈압 측정을 위해 피크가 최대인 주파수( $f_{\max peak}$ )와 최대피크값( $P_{\max}$ ), 상기 두

ROI에서 계산된 최대 주파수 위상( $\theta$ )의 차를 계산하고, 산출된 파라미터를 이용하여 혈압 추정을 위한 맥파전달시간(PTT)를 계산한다. 그리고, 계산된 파라미터 (PTT,  $P_{\max}$ ,  $f_{\max peak}$ )와 사용자 신체정보(몸무게(W), 키(H))를 다음 식 3에 적용하여 수축기 혈압( $BP_s$ ), 아래 식 4에 적용하여 이완기 혈압( $BP_d$ )을 측정한다.

$$BP_s = PTT \times 20.4353 + f_{\max peak} \times 4.0143 + P_{\max} \times (-0.3956) + H \times 0.0624 + W \times 0.1445 + 47.9738 \quad (3)$$

$$BP_d = PTT \times 38.0744 + f_{\max peak} \times 4.771 + P_{\max} \times (-0.3783) + H \times 0.2851 + W \times 0.2239 + 11.4026 \quad (4)$$

### (3) 체온

피부 영상의 ROI에서 계산된 Cg 색상 데이터를 이용하여 피부 온도를 측정하고[4], 피부 온도 DB를 구축한다. 그리고 상기 (1)의 방식을 통해 산출된 맥박 및 호흡수로 맥박 DB와 호흡 DB를 구축한다. 동시에 체온 측정기를 이용하여 동일 사용자에 대한 체온 DB를 구축한다. 구축된 맥박, 호흡, 피부 온도 및 체온 DB 각각에 회귀 분석을 적용하여 회귀 식을 산출하고, 얼굴 피부 영상에서 계산된 맥박, 호흡 및 피부 온도를 아래 표 1에 적용하여 체온을 측정한다.

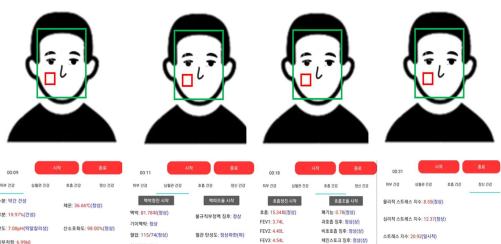
<표 1> 피부 영상을 이용한 체온 측정 회귀식

구분	회귀직선	회귀곡선
맥박	$y = 0.0091x + 36.0482$	$y = -0.0106x^2 + 1.6883x - 30.1$
호흡	$y = 0.1500x + 34.5689$	$y = -0.0552x^2 + 1.781x + 22.58$
피부 온도	$y = -0.1211x + 39.186$	$y = -0.6534x^2 + 33.774x - 400.3$

### (4) 기타

개발된 생체신호 측정 S/W는 맥박, 호흡, 혈압 및 체온 이외에도 피부 수분, 유분, 산도, 피부 온도, 피부 저항, 혈당, 기이맥, 혈량, 혈액점도, 산소포화도, 폐기능, 스트레스 및 우울증 지수 등도 측정 가능하다.

## 3. 피부 영상을 이용한 생체신호 측정 S/W



(그림 1) 생체신호 측정 S/W 화면 구성

상기 그림 1은 카메라로 촬영한 피부 영상을 이용한 생체신호 측정 S/W로 피부 건강, 심혈관 건강, 호흡 건강, 정신 건강의 탭으로 이루어져 있으며, 실시간으로 생체신호 측정 및 측정 결과를 사용자에게 제공할 수 있도록 구현된 화면을 나타낸다.

## 4. 결론

본 논문에서는 카메라로 촬영한 피부 영상의 피부 관심 영역에서 계산된 색상 데이터를 이용하여 맥박, 호흡, 혈압 및 체온을 측정방법을 제안하였고, 맥박수 2.63%, 호흡수 5.98%, 이완기 혈압 2.48%, 수축기 혈압 5.23% 및 체온 0.25%의 오차율이 계산되었다. 개발된 생체신호 측정 S/W는 사용자 얼굴 인식 기술과 결합하여 언제 어디서나 스마트 디바이스의 카메라를 이용하여 측정 가능하며, 실시간으로 생체신호 측정 결과를 확인하는데 활용할 수 있다.

## ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 2021년도 정부(교육부)의 재원으로 한국 연구 재단의 지원(NRF-2018R1D1A1B07042422)을 받아 수행된 것임

## 참고문헌

- [1] Askarian, Behnam, Kwanghee Jung, and Jo Woon Chong. "Monitoring of Heart Rate from Photoplethysmographic Signals Using a Samsung Galaxy Note8 in Underwater Environments." Sensors 19.13:2846, 2019
- [2] Westermann, Thais VA, et al. "Measurement of skin hydration with a portable device (SkinUp® Beauty Device) and comparison with the Corneometer®." Skin Research and Technology, 2020
- [3] Park Jin-Soo, Hong Kwang-Seok, "A Study on Improved Respiration Rate Estimation Method Using Image", The 18th Conference on Electronics & Information Communications, pp.185–186, December 2016
- [4] Park Jin-Soo, Hong Kwang-Seok, "A Study on Skin temerature Estimation Using Image", The 16<sup>th</sup> Institute of Electronics and Information Enginners, pp.413–414, November 2016