

피부 영상을 이용한 생체신호 측정 S/W 개발

박진수*, 홍광석*

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

Development of Bio-Signal Measurement S/W using Skin Image

Jin-Soo Park*, Kwang-seock Hong*

*Dept. of Electrical and Computer Engineering, SungKyunKwan University

요 약

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. 각 각의 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.

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

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

(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(θ)의 차를 계산하고, 산출된 파라미터를 이용하여 혈압 추정을 위한 맥파 전달시간(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 사용자에게 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.

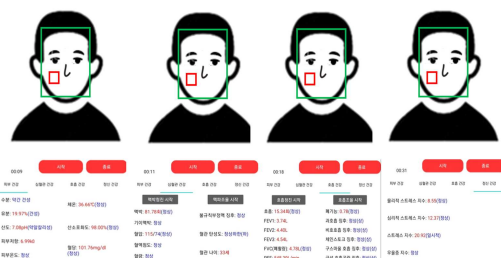
<표 1> 피부 영상을 이용한 체온 측정 회귀식

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 temperature Estimation Using Image", *The 16th Institute of Electronics and Information Engineers*, pp.413-414, November 2016