

스마트폰 카메라를 활용한 심장박동 홀로그램

정희원*, 탐타른†, 이진석‡
 원광대학교 의과대학

E-mail : *heewon1001@naver.com ; †wec.tharoeun@gmail.com ; ‡gonasago@gmail.com

Heart Activity Hologram based on Smartphone Camera

Heewon Chung, Tharoeun Thap, and Jinseok Lee

Dept. of Biomedical Engineering, Wonkwang University School of Medicine

요 약

스마트폰에 내장된 카메라를 이용해 손가락 끝에서 맥박 신호를 획득한 후, peak detection 알고리즘에 적용하여 실시간 R-R interval (RRI)를 구한다. 각 RRI의 값을 바탕으로 스마트폰 위에 애니메이션 이미지를 보여준다. 이와 같은 스마트폰기반 심장박동 홀로그램은 투명한 OHP 필름을 스마트폰 스크린위에 설치하여 실제 심장의 움직임을 모니터링 할 수 있게 한다.

1. 서론

iPhone이 2007년에 처음 출시된 후 스마트폰이 점점 널리 사용되고 있다. 이에 따라 스마트폰 기반의 의료 응용 프로그램은 점차 빠른 속도로 개발되고 있다. 특히 안드로이드폰과 아이폰 각각의 앱 스토어에서 의료 분야에 관련된 많은 앱들을 쉽게 다운로드할 수 있기 때문이다. 이러한 모바일 헬스 애플리케이션 (mobile-Health Application) 솔루션은 만성 질환을 관리하는 환자들뿐만 아니라 보건 의료 시스템의 프로세스를 개선할 수 있게 도와준다[1].

스마트폰 카메라로 얻은 Photoplethysmograms (PPG) 신호는 혈관의 빛 흡수 변화에 관련이 있다는 원리에 기초한다. 빛을 많이 흡수하면 프레임이 어두워지고 빛을 적게 흡수하면 프레임이 밝아지기 때문에 이러한 프레임의 변화에 따라 심박수를 구할 수 있다[2].

2. 본론

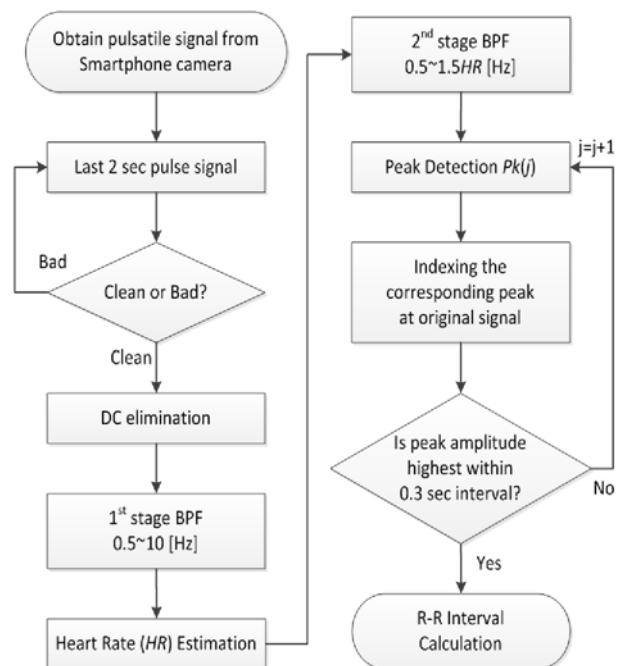
2.1 시스템 개요

본 연구에서는 iPhone으로 개발한 심박수 어플리케이션으로 측정하여 실험을 진행한다. 다른 기기가 필요 없이 오직 스마트폰에 기본적으로 내장되어있는 카메라를 통해 간단하게 PPG 신호 정보를 얻고 분석할 수 있다. 카메라 렌즈에 손가락을 대고 빛이 손을 비추게 되면, 혈관이 흡수 하는 빛 양에 따라 프레임 색상이 달라진다. 혈관에 혈액이 가득할 때는 더 많은 빛을 흡수하게 되므로 프레임이 어둡지만, 혈관에 혈액이 적을 때는 적은 빛이 흡수되어 프레임이 밝아진다. 이러한 혈관과 빛 흡수율의 관계에 따라 PPG 신호를 구할 수 있다.

2.2 시스템 Algorithm

그림 1은 이 시스템의 전체적인 모식도이다. 먼저 카메라를 이용해서 2초동안의 신호를 받고 해당 신호의

상태를 판별한다. 판별된 신호로 DC를 제거한 후 0.5~5 [Hz] Band Pass Filter를 한다. 이 신호로 심박수 (HR)를 추정하고, 추정된 심박수를 통해 한번 더 0.5~1.5HR [Hz] Band Pass Filter를 한다. 필터된 신호를 이용해 Peak Detection Algorithm에 적용하여, 찾은 peak와 원래의 신호(original signal)의 peak와 비교해 실제 peak를 찾아준다. 만약 구한 peak가 0.3초 범위 내에 있다면 그 중 가장 큰 peak의 값을 가져오고 0.3초 범위 이내가 아니면 Peak Detection Algorithm을 통해 다시 peak를 구한다. 마지막으로 peak를 이용해 R to R Interval (RRI) 값을 얻는다.



(그림 1) Whole Algorithm

2.3 시스템 내용

2.3.1 심박수 측정 어플리케이션

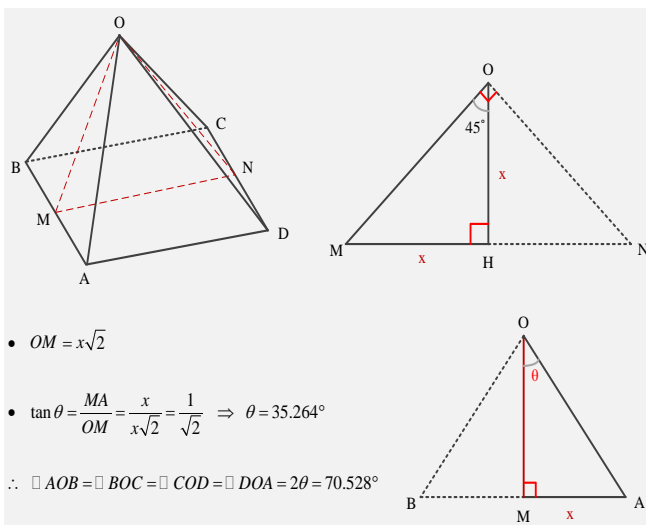
카메라를 이용하여 일정 시간(1 분) 동안 PPG 신호를 측정한다. 측정 진행 상황은 그림 2 와 같이 어플리케이션에 나타나는 Time Progress Bar 를 보고 알 수 있다. 실시간으로 분석된 데이터들은 어플리케이션 내부에 저장이 된다.



(그림 2) 심박수 측정

2.3.2 OHP 필름

피라미드 모양의 OHP 필름은 그림 3 과 같이 만들 수 있다. 4 개의 각이 각각 70.53 도가 되게 만들고 마주보는 면은 90 도가 되게 피라미드 모양의 사각뿔을 만든다. OHP 필름에 심장 이미지 상이 맺히면서 3D 홀로그램처럼 보인다.

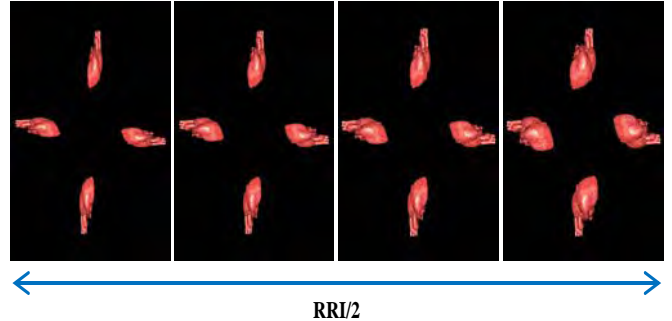


(그림 3) OHP 필름 모식도

3. 결과

3.1 홀로그램 원리

Peak Detection Algorithm 으로 구한 RRI 의 변화에 따라 이미지가 점차 변화된다. 이미지들의 크기 변화로 심장 박동 홀로그램처럼 보이게 된다.

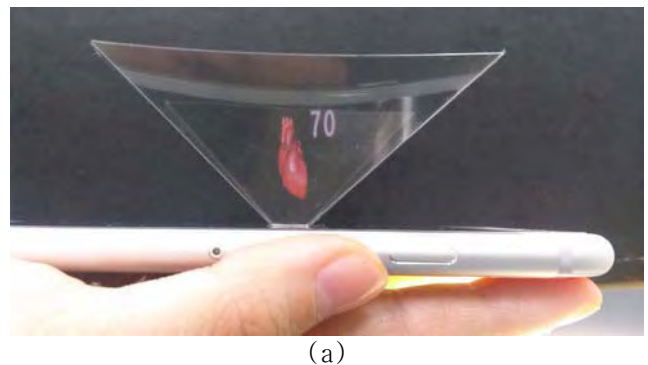


(그림 4) 심장 이미지 변화

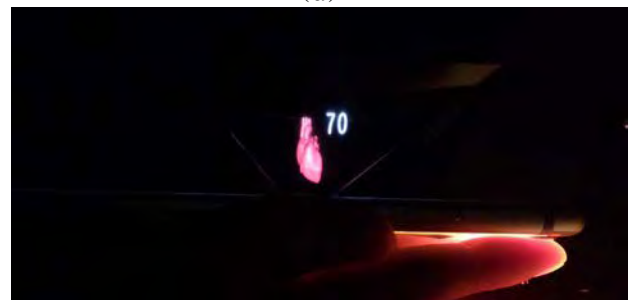
3.2 측정 결과

카메라로 받은 PPG 신호를 Peak Detection 알고리즘에 적용해 RRI 변화에 따라 이미지 크기가 변함과 동시에 OHP 필름에 상이 맺혀 실제로 심장이 뛰는 듯한 심장 박동 홀로그램을 만든다. 홀로그램 배경을 어둡게 하지 않으면, 홀로그램이 뚜렷하게 잘 보이지 않기 때문에 실험할 때 홀로그램이 맺히는 OHP 필름 뒤의 배경을 최대한 어둡게 하고 진행한다.

그림 5 의 (a)는 빛이 밝은 환경에서 카메라에 손을 대고 심박수를 측정한 결과이다. 그림 5 의 (b)는 빛이 없는 어두운 환경에서 측정한 결과이다. 두 그림 모두 사용자의 실시간 RRI 변화에 따른 심박수 결과를 화면에서 볼 수 있다.



(a)



(b)

(그림 5) 심박수 홀로그램 결과

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 iPhone 에 내장되어있는 카메라를 이용하여 심장활동 홀로그램을 구현한다. 단순히 이미지 홀로그램이 아닌 실제 사용자의 심장이 뛰는 속도와 동일한 심장 박동을 보여줄 수 있는 3D 홀로그램이다. 현재 구현된 시스템에 의해 PPG 신호 데이터를 얻어 일차적인 모니터링을 수행할 뿐만 아니라 분석한 데이터 결과에 따라 사용자의 심장 박동을 보여줄 수 있다. 이러한 연구들이 m-Healthcare 의 무궁무진한 발전에 기여할 것이라고 전망된다.

참고문헌

- [1] Drijkoningen, Lenn, et al. "Validation of a smartphone based photoplethysmographic beat detection algorithm for normal and ectopic complexes." Computing in Cardiology Conference (CinC), 2014. IEEE, 2014.
- [2] Peng, Rong-Chao, et al. "Extraction of Heart Rate Variability from Smartphone Photoplethysmograms." Computational and mathematical methods in medicine2015 (2015).
- [3] Hudson, J., et al. "Usability testing of a prototype Phone Oximeter with healthcare providers in high- and low-medical resource environments*." *Anaesthesia* 67.9 (2012): 957-967.
- [4] Elmorshidy, Ahmed. "Holographic projection technology: the world is changing." arXiv preprint arXiv:1006.0846 (2010).
- [5] Winslow, Lance. "Holographic Projection Technologies of the Future: Killer Applications." Contributor: Ben Victoris (2007).
- [6] Sachdeva, Mehul, Naveen Dharni, and Kushal Mehta. "IMPLEMENTATION OF HOLOGRAPHIC VIEW IN MOBILE VIDEO CALLS."
- [7] Hackett, Matthew. *Medical Holography for Basic Anatomy Training*. ARMY RESEARCH LAB ORLANDO FL, 2013.