

# Flexible sensor와 PPG를 이용한 하이브리드형 맥박 측정 장치에 관한 연구

김신자\* · 조성현\* · 이영우\*

\*목원대학교

## A study on the pulse measurement system of hybrid type using by flexible sensor and PPG

Sheen-Ja Kim\* · Sung-Hyun Jo\* · Young-Woo Lee\*

\*Mokwon University

E-mail : ywlee@mokwon.ac.kr

### 요 약

현재 대다수의 맥박(또는 심박) 측정 장치는 electrodes와 PPG로 국한되어 있다. 그러나 electrodes는 착용자의 불편감과 수입 의존성에 의한 높은 가격이라는 단점을 가지고 있으며, PPG는 동잡음에 약하다는 단점을 갖는다. 본 논문에서는 PPG와 flexible sensor를 동시 적용하여 상호 작용하게 함으로써 각 센서들의 단점을 보완 해줄 수 있는 하이브리드형의 맥박 측정 장치에 대하여 연구하였다.

### 키워드

pulse measurement, flexible sensor, PPG, hybrid type

## I. 서 론

최근 경제의 고속발전과 함께 인구의 고령화 및 핵가족화로 인하여 혼자 생활하는 독거노인, 중증 장애인, 만성 질환자의 인구가 증가하고 있는 추세이다. 또한 환자뿐만 아니라 현대인들에게 있어서도 과도한 업무 스트레스로 인한 돌연사 비율이 증가하고 있다. 이에 따라서 의료기관에 방문하지 않고도 간단하게 개인의 건강을 신속하게 검증할 수 있는 장비에 대한 관심이 증가하고 있다[1].

비침습적인 측정방법으로 측정할 수 있는 개인의 생체 신호로는 혈압, 심전도, 동맥혈산소포화도(SpO<sub>2</sub>), 맥파(pulse wave)등이 있다[2]. 그 중에서도 맥파를 측정하는 방법으로는 혈관의 일정부위, 주로 손목의 요골동맥에서 압전센서를 이용한 측정이 많이 이용되고 있다[3]. 그 외에는 광전용적맥파(PPG, Photo Plethysmogram), 초음파, 마이크로웨이브 등을 이용한 측정 등이 있다[4-8].

그나 압전센서를 이용한 측정의 경우, 압전의 특성상 측정 부위에 강한 압력을 요하게 되어 사용자로 하여금 불편함을 느끼게 하는 단점을 가지고 있으며, PPG등의 신호를 이용하는 경우, 동

잡음에 의한 영향을 많이 받아 신호를 산출하는데 어려움이 있다.

본 논문에서는 이러한 단점들을 서로 보완하기 위하여 flexible한 센서와 PPG를 동시에 적용함으로써 상호간의 보완을 통해 작동하는 측정 장치에 대하여 연구하였다.

## II. 본 론

### 가. 시스템의 구성

다음의 그림 1은 flexible sensor와 PPG를 이용한 하이브리드형 맥박 측정 시스템의 개념도이다.

그림 1에서 flexible sensor로 이루어진 부분은 상완동맥에 위치하여 맥파를 측정하게 된다. 그리고 손목 또는 손가락에서 측정되는 PPG 센서도 동시에 착용한다. 일반적으로 안정된 상태에서는 PPG 신호와 flexible sensor 모두 안정된 값을 얻을 수 있다. 압력의 변화에 보다 민감한 flexible sensor에 비하여 PPG 센서의 값을 얻기가 훨씬 좋다. 그러나 운동 상태로 들어가는 경우, 동잡음

에 민감한 PPG 센서에 비하여 flexible sensor의 경우, 신호를 얻기가 수월하며 손목부위에 비하여 운동성이 적어 잡음을 줄일 수 있다.

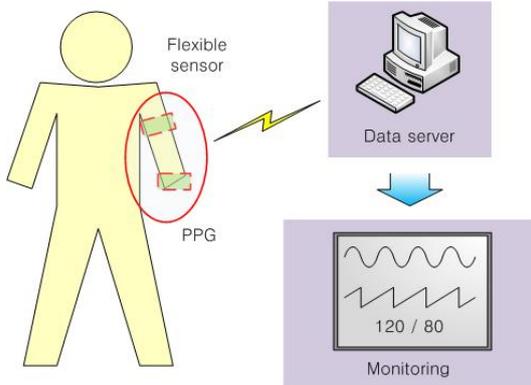


그림 1. 하이브리드형 맥박 측정 시스템의 개념도

두 센서 모두 측정자로 하여금 실시간으로 신호를 획득하며 획득된 신호는 무선 또는 유선으로 데이터를 전송할 수 있다.

개념도는 차후 발전할 무선 통신의 가능성을 염두해 두고 작성되었으며 본 실험에서는 DAQ board를 이용하여 유선으로 데이터를 획득하였다.

획득된 신호는 맥파성분만을 검출하기 위하여 잡음에 해당하는 고주파 성분을 제거하였다. 또한 맥박수를 얻기 위하여 피크 검출 및 맥파에 해당하는 펄스 파형의 검출 위한 일련의 알고리즘을 거친다.

#### 나. 실험 및 결과

본 실험에서는 flexible sensor와 PPG를 이용하여 맥파를 측정하고 맥박수를 얻기 위하여 LabVIEW를 이용, 계산하였다.

그림 2는 측정된 신호를 받아들여 맥박수 계산 및 모니터링할 수 있는 프로그램을 보여준다.

그림 2의 ①은 측정된 데이터를 저장하기 위한 경로지정이며, ②와 ③은 각기 flexible sensor와 PPG를 이용해서 측정된 신호의 peak와 valley에 대하여 계산된 맥박수를 표시한다. 또한 ④는 DAQ board를 통해서 얻어지는 신호의 전체를 파형을 보여주며, ⑤와 ⑥은 각기 ④에서 분리된 flexible sensor 신호와 PPG 신호를 보여준다.

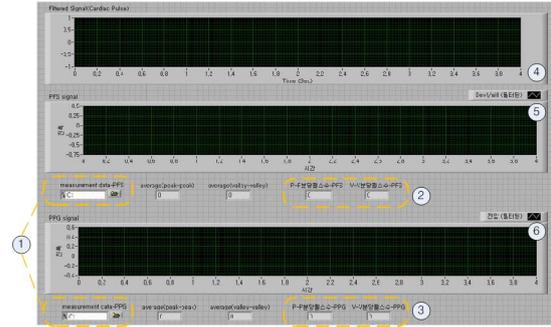


그림 2. 맥박 모니터링 프로그램

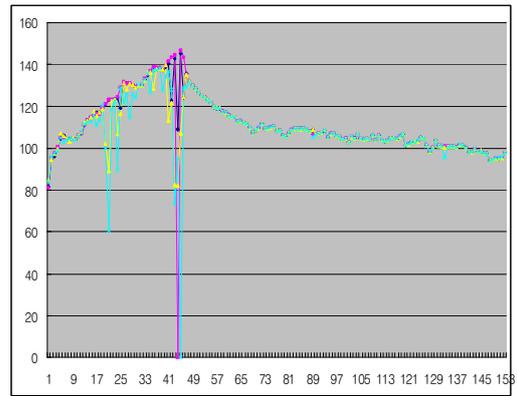


그림 3. 측정된 맥파 그래프

그림 3은 flexible sensor와 PPG를 통해서 얻어진 신호를 처리하여 얻어진 맥박수 데이터를 그래프로 나타낸 것이다.

개인의 운동상태에 따라서 올라갈 수 있는 최대 맥박수가 달라지는데, 본 실험에서는 50대 일반 남성을 상대로 실험이 수행되었으며, 약 6분간 운동 상태를 유지하여 150에 가까운 데이터를 얻었다. 기록은 8초 간격으로 수행되었으며, 정점 도달 후, 제자리에서 휴식 상태를 유지하였다.

그림에서 볼 수 있는 것과 같이 flexible sensor와 PPG를 통해서 얻어진 데이터가 거의 같은 값을 나타내는 것을 알 수 있었다.

다만 상승기에 있는 데이터의 오류는 프로그램의 수정을 통해 보완되어야 될 것으로 생각된다.

이와 같은 결과 값은 시중에서 판매중인 제품을 통해 측정된 그래프의 모양과 비교해 보았다.



그림 4. 측정된 맥파 그래프

그림 4는 기존에 판매된 운동부하 측정용 맥파 측정 장치를 이용하여 측정된 맥파 그래프이다.

그림 3과 동시에 수행되지 않아 시간 축으로 확인할 수는 없지만, 전체적인 파형의 모양을 비교해보았을 때, 상승 곡선 및 하강 곡선이 비슷한 양상을 가지는 것을 알 수 있다.

### III. 결 론

본 논문에서는 flexible sensor와 PPG를 이용하여 동시에 측정함으로써 상호간의 단점을 보완할 수 있는 하이브리드형 맥박 측정 장치에 대하여 연구하였다. 측정 결과, 두 센서 모두에서 측정된 신호가 시중에서 판매되는 제품의 데이터와 비교해 보았을 때 큰 차이 없이 유사한 것을 알 수 있었다. 다만 운동선수들이나 아이들의 경우 최대 피크가 200이상이 될 수 있는 점을 감안하여 재 실험 및 보완이 필요할 것으로 예상되며, 상기와 같은 경우에 대한 보완과 지속적인 수정에 의하여 실제 운동부하 측정 장치 등으로의 적용이 가능할 것으로 예상된다.

### 참고문헌

[1] Tia Gao, Dan Greenspan, Matt Welsh, Radford R. Juang, and Ales Alm, "Vital Signs Monitoring and Patient Tracking Over a Wireless Network," In Proceedings of the 7th Annual International Conference of the IEEE EMBS, Shanghai, September 2005.

[2] Gi Ryon Kim, Gwang Nyeon kim, Byeong Cheol Choi, Gye Rok Jeon, Ki Young Ham, duk Joon Suh, and Kong-Keun Jung, "Implementation and evaluation of the sensor assessing pressure and photoplethysmogram," J. of the Korean Sensors Society, 2006

[3] J McLaughlin, M McNeill, B Braun and P D McCormack, "Piezoelectric sensor determination of arterial pulse wave velocity" *Physiol. Physiol. Meas.*, vol. 24, pp. 693-702, 2003

[4] J. R. Jago and A. Murray, "Repeatability of peripheral pulse measurements on ears, finger and toes using photoelectric plethysmography", *Chin Phys. Physiol Meas.*, vol. 9, no. 4, pp.319-30, 1988

[5] S. Rhee, B-H. Yang, and H. Asada, "Artifact-resistant, power-efficient design of finger-ring plethysmographic sensors," *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 48, pp. 795-805, July 2001.

[6] A.B. Barreto, L.M. Vicente, and A. Taberner, "Adaptive pre-processing of photoplethysmographic blood volume pulse measurements," *Southern Biomedical Eng.*, 1996.

[7] D. E. Hokanson, D. Strandness, and C. W. Miller, "An echo-tracking system for recording arterial wall motion", *IEEE Trans. Sonics Ultrason.*, vol. SU-17, pp.130-132, 1970

[8] J. Y. Lee and J. C. Lin, "A microprocessor-based noninvasive arterial pulse wave analyzer", *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. BME-32, no.6, 1985