

PPG기술에 기초한 실시간심장박동수검출

송용혁, 전명길

광학식체적변동측정(PPG)기술은 빛을 관속으로 통과시킬 때 관속매질에 투과되거나 반사되어나오는 빛세기가 매질의 체적변화에 관계된다는것을 리용하여 관속매질의 체적변동을 측정하는 기술이다.[1] 심장의 수축 및 확장때 인체의 혈액체적이 주기적으로 변하므로 PPG기술을 리용하여 실시간적으로 심장박동수와 혈압 등 여러가지 인체에 필요한 값들을 얻을수 있다. PPG수감부는 맥박이 느껴지는 인체의 임의의 부위에 설치할수 있는데 특히 손가락이나 팔목, 귀방울위치가 적합하며 휴대하고 다니면서 비파괴식으로 혈액정보를 쉽게 얻을수 있다.[2]

광원에서 나온 적외선은 혈관벽에서 반사되어 빛검출기를 통해 전기적신호로 변환되는데 심장의 수축 및 확장의 2개의 임펄스가 생긴다. 이 임펄스로부터 맥박수, 혈압 등 여러가지 혈액정보들을 얻을수 있다.

1. PPG신호수집과 처리

PPG기술을 리용한 심장박동수측정 흐름도는 그림 1과 같다.

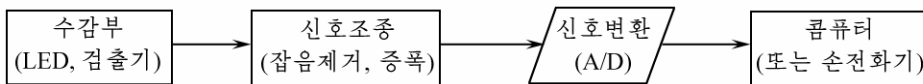


그림 1. 측정 흐름도

신호수감부는 빛발광2극소자(LED)와 빛검출기로 이루어졌다. 수감부에서 얻어지는 원천신호는 진폭변화가 8mV정도로 매우 작고 외부잡음이 많이 포함되기때문에 그대로 리용할수 없고 두 단계로 려파 및 증폭하였다. 첫단계에서는 원천신호를 차단주파수 0.7Hz의 피동고주파려파기로 려파하고 다시 차단주파수 2.34Hz, 증폭도 50의 능동저주파려파기로 려파 및 증폭하였다. 두번째 단계에서는 같은 방법으로 다시 려파 및 증폭하여 총 250배로 증폭한 다음 비반전완충단으로 A/D변환장치와의 정합을 실현하였다.

증폭된 PPG초기신호는 한소편소자 PIC16F877A를 리용한 A/D변환기를 거쳐 RS232통신으로 컴퓨터에 전송된다.

2. PPG초기신호로부터 맥박수결정

우선 컴퓨터에 입력된 PPG초기신호에는 잡음이 많이 섞이여 그것을 가지고 맥박수를 결정하기 곤란하므로 려파시켜야 한다. 수자신호려파에는 여러가지 방법[3]이 있는데 우리는 고주파려파와 저주파이동평균화려파방법을 리용하였다.

첫단계는 고주파려파로서 신호의 기준선편기를 없애기 위한것이다.

$$y(i) = x(i) - \frac{1}{N} \sum_{j=-(N-1)/2}^{(N-1)/2} x(i+jD)$$

여기서 $x(i)$ 는 입력신호의 세기, $y(i)$ 는 출력신호의 세기, D 는 신호표본들사이의 거리, N 은 평균화된 신호표본의 개수로서 위상변위가 일어나지 않도록 홀수로 설정한다.

우리는 $N=25$, $D=15$ 인 빗형려파로 기준선편기를 줄였다.

두번째 단계는 신호모양을 보다 원활하게 하는 저주파이동평균화려파인데 입력신호의 연속적인 표본들을 평균화하여 출력신호에 대응하는 표본들을 재배치하여 려파를 실현한다.

$$y(i) = \frac{1}{N} \sum_{j=-(N-1)/2}^{(N-1)/2} x(i+j)$$

측대칭을 고려하여 $N=21$ 로 하였다.

초기신호와 두 단계의 려파를 진행한 신호들은 그림 2와 같다.

그림 2에서 보는바와 같이 초기신호에 비하여 려파된 신호가 봉우리검출에 합리적이다.

시간에 따르는 려파신호의 5점미분법을 리용하여 봉우리개수를 시간으로 나누어 맥박수를 결정한다.

맺 는 말

PPG기술을 리용하여 심장박동신호를 측정하는 수감부회로를 제작하고 컴퓨터와 접속함으로써 실시간적으로 맥박수를 결정할수 있게 하였다.

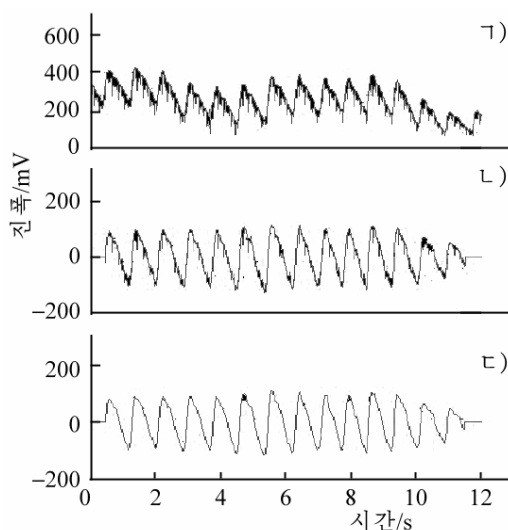


그림 2. 초기신호와 두 단계의 려파를 진행한 신호

ㄱ) 초기PPG신호, ㄴ) 기준선편기를 제거한 신호, ㄷ) 이동평균화한 신호

참 고 문 헌

- [1] R. B. Northrop; Biomedical Engineering Series, Boca Raton, CRC Press, 525, 2002.
- [2] J. S. Rhee; Finger Photoplethysmographic Sensors for Vital Sign Monitoring PHD Dissertation, Massachusetts Institute of Technology, 3~5, 2000.
- [3] W. Nguyen et al.; Heart Rate Monitoring Control System using Photoplethysmography, San Luis Obispo, 5~7, 2011.

주제105(2016)년 7월 5일 원고접수

Real-Time Detection of Heart Rate based on PPG

Song Yong Hyok, Jon Myong Gil

We designed the circuit of PPG sensor and transferred the PPG signal to the computer, so that decided the heart rate instantaneously.

Key words: real-time, PPG, heart rate