

근전도 신호를 이용한 심전도 신호의 적응신호처리 방법

*오광석, 박준식, 이춘영, 이상룡
경북대학교 기계공학과

e-mail : oksll@hanmail.net, pjslove1@nate.com, srlee@knu.ac.kr, cylee@knu.ac.kr

Adaptive Signal Processing Methods for ECG Signal Analysis using EMG Signal Analysis

*Kwang-Seok Oh, Jun-Sik Park, Choon-Young Lee, Sang-Ryong Lee
Dept. of Mechanical Engineering
Kyungpook National University

Abstract

This paper pertains to introducing the design of adaptive filters for the cancellation of muscle noise among several types of noise sources from the ECG signal. We used EMG signals measured along with ECG at the same time to use it as the reference input to the adaptive filter for the experiments. PSD results showed that the statistical characteristics of ECG are closely correlated with those of EMG.

I. 서론

심장의 활동을 전기적 신호로 나타내는 심전도신호는 인간의 생체활동을 나타내는 중용한 기준이 된다. 일반적으로 심전도신호를 측정하기 위해서는 노이즈의 영향을 최대한 줄이기 위하여 측정대상자의 신체적 활동을 구속적으로 통제하여야 한다. 따라서 일상생활에서 심전도신호를 측정하는 것은 상당히 어려운 일이다. 일상적인 활동에서 측정시 다양한 노이즈원이 존재할 수 있다. 그 중에서도 측정부위의 움직임에 의해서 발생하는 노이즈가 가장 큰 원인이 될 수 있다.

본 논문에서는 심전도 측정시 움직임에 의한 노이즈

를 줄이기 위한 방법으로 근전도 신호를 참조신호로 이용한 적응필터링 기법을 소개한다.

II. 본론

본 논문에서는 근잡음을 제거하기 위하여 LMS적응알고리즘을 사용하였다. 참조신호로 이용된 근전도신호는 심전도 측정시 같은 부위에서 측정된 것이다. 실내에서 측정되었기 때문에 심전도, 근전도 신호에는 60Hz, 120Hz 전원잡음이 포함되어 있다. 또한 양쪽팔에서 측정되었기 때문에 기저선 잡음은 포함되어 있지 않다. 심전도 신호의 측정부위에서 근전도 신호를 얻기 위하여 근전도 전극을 심전도 전극과 같은 위치에 부착하였다.

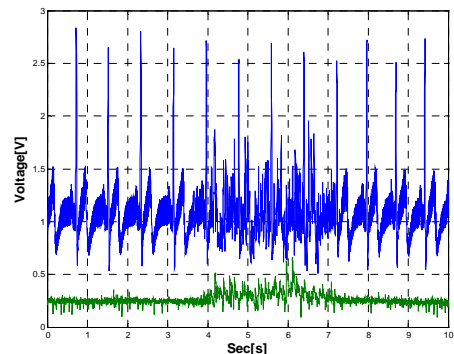


그림 1. 근잡음이 포함된 심전도 신호

본 논문에서는 LMS적응알고리즘이 적용된 적응필터를 사용하였다. 그림2는 LMS적응알고리즘을 적용한 적응필터의 블록다이어그램이다. 적응필터의 출력은 다음과 같다.

$$e_k = \hat{s}_k = d_k - \hat{n}_k = d_k - w^T x_k$$

여기에서, $x_k = [x_k \ x_{k-1} \ \dots \ x_{k-M+1}]^T$ 는 잡음에 관한 기준 벡터이고,

$w = [w_0 \ w_1 \ \dots \ w_{M-1}]^T$ 는 필터의 가중치 벡터이며, d_k 는 잡음이 섞여 있는 입력 신호이다. \hat{n}_k 와 \hat{s}_k 는 각각 d_k 내의 순수한 잡음성분과 신호성분에 대한 추정치를 의미한다. 따라서, MSE(mean square error) ξ 는 다음과 같이 나타내어 진다.

$\xi = E[e_k^2] = \sigma^2 + w^T R w - 2p^T w$ 이고, 여기에서 σ^2 는 입력신호 d^k 의 분산이고 σ 는 rms값이다. ξ 는 가중치 w 에 따라 음이 아닌 값을 가지게 되며, ξ 의 값이 최소가 되는 조건에서 w 를 구하면 $w^* = R^{-1}p$ 가 된다. 상관행렬 R 은 잡음입력 x^k 의 상관행렬로서 제거하고자 하는 잡음 n^k 의 통계적 특성을 의미한다. 또한 벡터 p 는 신호와 잡음이 섞여있는 입력 d_k 와 잡음입력 x_k 의 상호상관벡터이다. 따라서 신호와 잡음에 관한 통계적 특성을 아는 경우에 최적의 필터를 설계할 수 있다.

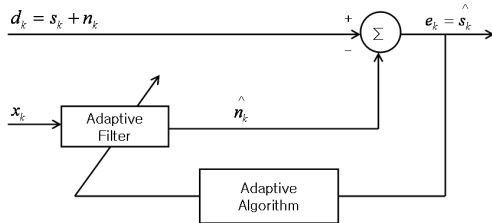


그림 2. LMS적응필터

III. 구현

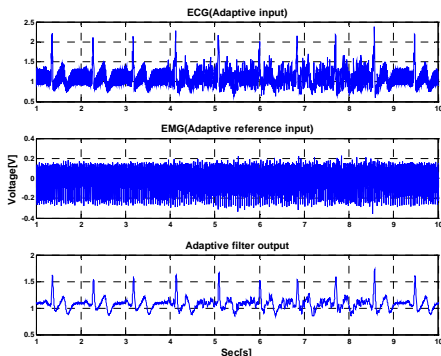


그림 3. 적응필터의 입력과 출력

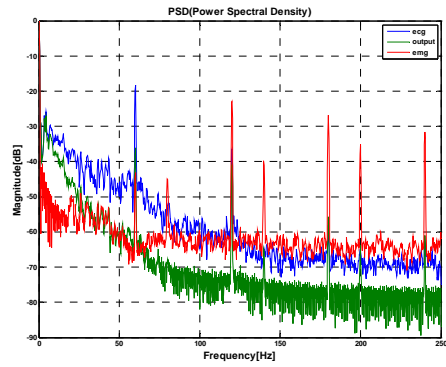


그림 4. 입력, 출력신호의 PSD

실험 결과 근전도를 적응필터의 사용한 경우(그림3) 근잡음이 많이 제거됨을 볼 수 있다. 적응필터의 참조 입력 선택 시 주입력신호에 포함된 노이즈와 통계적 특성이 밀접한 신호를 참조신호로 택한다. 그림4의 PSD결과는 주입력(ECG)과 참조입력(EMG)의 통계적 특성이 밀접함을 보여준다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

심전도의 신호처리방법은 다양하며 아직도 많은 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서는 심전도의 근잡음을 제거하기 위하여 근전도를 LMS적응필터의 참조신호로 사용하였다. 주입력과 참조입력이 통계적으로 밀접하여 출력신호에서 많은 근잡음이 제거되었다. 그러나 심전도의 R파를 넘는 근잡음에 대해서는 제거가 되지 않는 경우가 있었다. 이 점은 앞으로의 연구를 통해 개선해야 될 문제이다. 또한, 근잡음 뿐만 아니라 잡음의 통계적 특성이 변화하는 다른 심전도 잡음에 대해서도 연구가 진행 되어져야겠다.

참고문헌

- [1] 고한우 외, 디지털 생체신호처리, 여문각, 1997.
- [2] D. B. Geselowitz, "On the theory of the Electrocardiogram", Proc. IEEE, Vol. 77, No.6, pp.857-876, 1989.
- [3] Lyn Weiss, Easy EMG, ELSEVIER, 2004.
- [4] 최재웅, 문찬일, 조용범 역, Marriott의 임상 심전도학, 군자출판사, 2003.
- [5] 의용학 교육연구회, 의용계측공학(J. G. Webster원저), 여문각, 2002.