

실시간 이상 심전도 판별을 위한 매트릭스 추정 기법 구현

노윤홍* · 정도운*

*동서대학교

Implementation of Matrix Estimation Method for Real-time Abnormal ECG Signal Detection

Yun-Hong Noh* · Do-Un Jeong*

*Dongseo University

E-mail : noh108@gmail.com, dujeong@dongseo.ac.kr

요 약

본 연구에서는 마이크로프로세서 및 스마트폰 기반의 초소형, 저전력 심전도 계측 시스템에 적용하기 위한 심박동 검출 및 매트릭스 추정 기법을 이용한 실시간 이상 심전도 판별 알고리즘을 구현하였다. MIT-BIH 표준 데이터베이스를 이용하여 실시간 심전도 분석 알고리즘의 성능 평가를 수행한 결과 이상 심전도가 포함되어 있는 7개 레코드에서 심박동 검출 성공률은 99.63%, 매트릭스 추정 기법을 이용한 이상 심전도 검출은 92.46%로 우수한 성능을 나타내었다.

키워드

U-Healthcare, ECG(electrocardiogram), Arrhythmia, Matrix

I. 서 론

의료장비와 환자 진단에 있어서 가장 중요한 생체신호로 인식되고 있는 심전도는 심장활동에 관련된 많은 정보를 내포하고 있어 심장 질환이나 진단에 유용하게 사용할 수 있다. 따라서 기존 연구에서는 지속적인 심전도 계측을 위하여 착용의 편리성을 확보하기 위한 연구들이 수행되었다. 또한 심전도 신호로부터 건강정보 및 이상 심전도 또는 부정맥을 검출하기 위한 다양한 알고리즘을 적용한 연구들이 수행되었다. 심전도 신호로부터 건강정보를 추출하기 위한 연구로서 가중퍼지소속 함수 기반 신경망 학습을 통해 정상심전도와 부정맥을 판별하는 연구[1], 웨이블릿 및 유전자 알고리즘을 적용한 ESVM알고리즘을 구현하여 부정맥을 검출하는 방법[2],[3] 등 다양한 심전도 분석 및 이상심전도 분류방법이 연구되고 있다. 하지만 기존 연구에서는 이상 심전도 검출에 많은 계산량을 요구함으로써 제한적인 시스템에서 적용하기에는 어려움이 있다.

본 연구에서는 마이크로프로세서 및 스마트폰 기반의 초소형, 저전력 심전도 계측 시스템에 적용하기 위한 실시간 심박동 검출 및 이상 심전도 판별 기법을 구현하고자 하였으며, MIT-BIH 표준 데이터베이스를 이용하여 실시간 심전도 분석 알고리즘의 성능 평가를 수행하였다.

II. 매트릭스 추정 알고리즘

본 연구에서는 심전도의 전처리과정을 위하여 간단한 수식으로 이루어진 35Hz의 디지털 LPF, 전 원잡음을 제거하기 위한 MAF(moving average filter)를 적용하였으며, 신호를 1차 미분하여 Rpeak 즉, 심박동을 검출하였다. 또한 전처리과정을 통해 검출된 R-R 간격으로 쉽게 알 수 있는 빈맥 또는 서맥 외에 PVC(premature ventricular complexes) 과 같은 형태학적으로 이상이 있는 부정맥을 실시간으로 판별하기 위하여 계산량이 간단한 매트릭스 추정 기법을 구현하였다.

본 연구에서는 매트릭스 추정 기법을 적용하기 위하여 먼저 전처리과정에서 검출된 R피크를 기준으로 심전도 신호에서 QRS과를 모두 포함할 수 있는 QRS 구간을 설정하였다.

QRS on = 검출된 R피크 이전 64ms(16samples)

QRS off = 검출된 R피크 이후 188ms(47 samples)

다음으로 매트릭스 추정 기법을 적용하기 위하여 정상 심전도에 대한 매트릭스를 생성하는데 필요한 시간을 20초로 설정하였으며, 계측된 심전도에서 초기 20초 동안의 신호에서 R피크를 기준으로 하는 QRS 구간으로 각각 분할하였다. 또한 계산량을 줄이기 위하여 원신호의 분해능을 5비트로

변환하여 QRS 패턴을 추출하였다.

추출된 QRS 패턴은 64×32 의 매트릭스 형태를 가진다. QRS 패턴에서 서로 겹쳐지는 횡수에 따라 매트릭스 셀의 값을 1 증가 시키며, 10보다 클 경우 더 이상 값을 증가 시키지 않도록 함으로써 정상 심전도 신호에 대한 매트릭스를 생성하였다. 특히 정상 심전도의 경우에도 신호의 진폭 및 위상에 근소한 차이가 있기 때문에 상, 하 셀에도 값을 증가시킴으로써 오차율을 최소화 하고자 하였다.

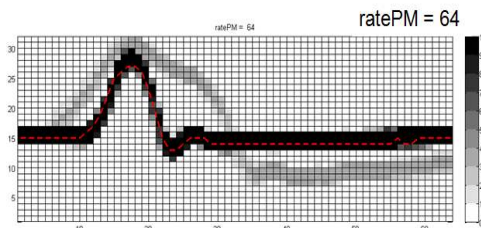
생성된 매트릭스는 실제 정상 심전도와 이상 심전도를 판별하기 위하여 사용된다. 먼저 20초 이후의 전처리과정을 거쳐 검출된 R피크의 매트릭스 구간을 검출하여 생성된 정상 심전도 매트릭스와 대조한다. 이 때, 임의로 설정한 매트릭스 값, 즉 ratePM이 5이상인 각 요소에 겹쳐질 경우 ratePM 값을 1 증가 하여 최종 ratePM을 계산하였다. 이 때 ratePM의 문턱치를 5로 설정한 이유는 이상 심전도의 경우 정상 심전도의 범위를 많이 벗어나기 때문에 정상 심전도의 흔들림에 따른 오차를 허용하기 위해서이다. 이 때 정상심전도의 경우 생성된 매트릭스 내에 겹치는 구간이 많으므로 ratePM이 높게 나타나며, 이상 심전도의 경우 겹치는 구간이 적으므로 ratePM이 낮게 나타난다.

III. 실험 및 결과

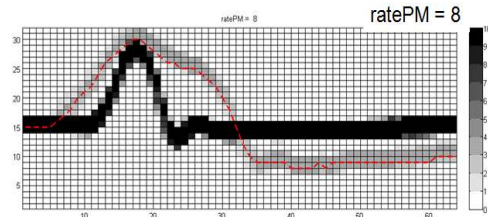
이상심전도를 검출을 위한 매트릭스 추정 기법의 성능을 평가하기 위하여 MIT-BIH 데이터베이스의 Arrhythmia 데이터베이스를 사용하였다.

MIT-BIH Arrhythmia 데이터베이스는 0.1~100Hz band-pass 필터링한 신호를 11bit와 360Hz로 샘플링한 것으로서 각 기록 안에는 심장 박동에 따른 타입과 기준점의 시간에 대한 정보가 주석 안에 포함되어 있다. 따라서 실제 계측된 신호에서 부정맥을 판별하기에는 어려움이 있기 때문에 MIT-BIH 데이터베이스에 기록되어 있는 주석 정보를 참고하여 부정맥 판별 성능을 평가하고자 하였다.

본 연구에서 제안한 매트릭스 추정 기법에 정상 심전도와 이상 심전도에 적용한 일례를 그림 1에 나타내었다. 그림을 살펴보면 정상 심전도의 경우 ratePM이 64로 높게 나타났으며, 이상 심전도의 경우 ratePM이 8로 낮게 나타난다. 이와 같은 방법으로 실시간으로 이상 심전도의 판별이 가능하다.



(a) 정상 심전도 판별



(b) 이상 심전도 판별

그림 1. 정상 및 이상 심전도 판별 결과.

본 연구에서 제안한 이상 심전도 검출 알고리즘의 종합적인 성능을 평가하기 위하여 360Hz로 샘플링된 MIT/BIH 데이터베이스 중 다양한 이상 심전도가 포함되어 있는 7개 레코드를 사용하여 이상 심전도 검출실험을 수행하였으며, 그 결과 각각의 레코드로부터 심박동수 검출 성공률은 99.63%, 매트릭스 추정기법을 이용한 이상 심전도 검출은 92.46%로 우수한 성능을 나타내었다.

IV. 결론

본 연구에서는 실시간으로 심박동 및 이상 심전도를 검출하기 위한 매트릭스 추정 기법을 구현하였다. 구현된 알고리즘은 정상 신호에 대한 매트릭스를 생성하여 입력되는 신호와 비교하는 방법으로 기존의 복잡한 알고리즘과 비교하여 그 성능은 다소 떨어질 수 있으나 실시간 처리가 가능한 장점이 있으므로, 저사양 시스템에서 적용이 가능하다. 향후 연구에서는 입력되는 신호에 적응적으로 변화하는 매트릭스 추정기법의 개발을 고려하고 있으며, 실제 저사양 시스템에 임베디드하여 기존 알고리즘과의 성능평가를 수행하고자 한다.

감사의글

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2010-0011769)

참고문헌

- [1] 장형중, 임준식, "심박수 변이도와 폐지 신경망을 이용한 부정맥 추출", 한국인터넷정보학회, Vol. 10, No. 5, pp107-116, 2009.
- [2] Rogal, S.R et al., "Automatic Detection of Arrhythmias Using Wavelets and Self-Organized Artificial", 2009 Ninth International Conference on Intelligent Systems Design and Applications, pp648-653, 2009.
- [3] Nasiri, J.A, et al., "Intelligent Arrhythmia Detection using Genetic Algorithm and Emphatic SVM(ESVM)", Computer Modeling and Simulation, pp112-117, 2009.