

첨도치 해석을 통한 심실조기수축 부정맥 검출

김정섭*, 김정환^o

*건국대학교 의료생명대 의학공학부

^o건국대학교 의료생명대 의학공학부

e-mail: kyeong@kku.ac.kr*, gagh86@nate.com^o

Classification of Premature Ventricular Contraction Arrhythmia by Kurtosis Analysis

Kyeong-Seop Kim*, Jeong-Hwan Kim^o

*School of Biomedical Engineering, Konkuk University

^oSchool of Biomedical Engineering, Konkuk University

● 요약 ●

심장의 활동을 전기적 변위로 표현되는 심전도 신호는 심장병 진단에 중요한 임상적 파라미터들을 제공한다. 특히 심전도 신호에서 P, QRS Complex, T 특징점들로 대표되는 파형 변곡점들의 시간상 위치와 크기 및 형태학적 모양은 심장의 이상 리듬을 나타내는 부정맥여부를 검출하는데 핵심적인 역할을 한다. 본 연구에서는 특히 QRS complex 구간에 대한 첨도치의 연산 해석을 통하여 정상적인 심전도 리듬과 심실조기수축 부정맥 리듬을 구분하는 방법을 제시하고 또한 스마트폰을 기반으로 하는 심전도 모니터링 시스템에 적용하고자 하였다.

키워드: 심전도(electrocardiogram), 첨도치(kurtosis), 심실조기수축(premature ventricular contraction)

I. 서론

심전도 신호는 심장의 수축과 이완에 따라서 발생하는 전기적 신호를 기록한 것이며, 심장 질환을 진단할 수 있는 임상적 진단 파라미터를 제공한다. 예를 들면, 심전도 파형의 변화지점을 표시하는 P, QRS Complex, T라는 변곡점들의 조합으로 해석되는 시간 위치, 상대적 거리, 크기 및 파형 형태들로 구성된 특징값 검출을 통하여 심장의 비정상적인 리듬을 의미하는 부정맥을 진단하는데 중요한 임상적 소견을 제공한다[1]. 특히 심실조기수축(PVC: Premature Ventricular Contraction) 심장 리듬 이상은 가장 발생 빈도수가 높고 방치하면 생명을 위협할 수 있는 심실빈맥이나 심실세동 부정맥으로 진행될 가능성이 크기 때문에 심실조기수축 부정맥을 사전에 진단하는 일은 매우 중요한 사안이다. 본 연구에서는 심실조기수축 부정맥 패턴을 분류하기 위해서 R-R 피크 간격 정보를 활용하지 않고 QRS Complex 구간 파형에 대한 첨도치(Kurtosis)를 계산하여 정상적인 심장 리듬과 심실조기수축 리듬을 구분하는 진단적 파라미터를 도출하고자 하였다.

II. 관련 연구

심장의 리듬의 정상여부를 판단하기 위하여 우선적으로 심전도

신호의 특징값들을 검출하는 과정이 필요하다[2]. 또한 이를 바탕으로 QRS Complex 구간을 인식하고 특히 R 피크 기준지점과 다음 R 피크 지점들을 인식하여 R-R 피크 지점들과의 거리 변화를 검출하여 심실조기수축 부정맥을 진단하는 방법이 제시되었다[3]. 그러나 이 방법은 심전도의 파형 왜곡정도가 높은 경우 R 피크 값이 검출되기 어렵다는 점에 취약하다. 이에 따라서 본 연구에서는 R 피크 지점보다는 QRS Complex 구간에 대한 첨도치를 계산하여 파형 특성을 분석하여 심실조기수축 부정맥 리듬의 존재 여부를 판단하고자 하였다.

III. 본론

심전도 신호의 파형 특성을 판단하기 위해서 식 (1)과 같이 첨도치를 계산할 수 있으며 이 값을 분석하면 신호 데이터의 분산(Variance) 분포를 추정할 수 있다.

$$K = \frac{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (\bar{y} - y(t))^4}{\left(\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (\bar{y} - y(t))^2 \right)^2} - 3 \quad (1)$$

식 (1)에서 $y(t)$ 는 심전도 신호 데이터이고, \bar{y} 는 평균값이다. 본 연구에서 제시한 심실조기수축 부정맥 알고리즘의 검증을 위해서 MIT/BIH Arrhythmia 데이터베이스의 No.228을 활용하였다.(그림 1 참조). 그림 2는 정상적인 심장리듬과 PVC 심장 리듬을 포함하는 MIT/BIH(No.228) ECG 데이터에 존재하는 QRS Complex 구간별로 침도치를 계산한 결과를 보여주며, 그림 3은 QRS Complex 구간별로 계산된 침도치의 크기에 관한 히스토그램 분포도를 보여주고 있다.

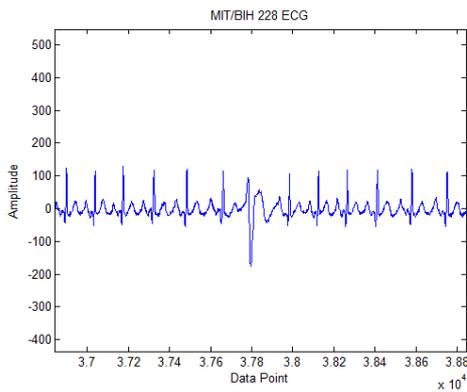


그림 1. MIT/BIH (No.228) ECG 데이터
Fig. 1. MIT/BIH (No.228) ECG

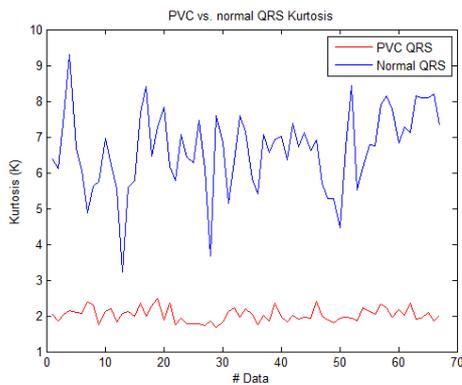


그림 2. 정상리듬과 PVC 리듬을 포함하는 QRS Complex 구간별로 계산된 침도치 (MIT/BIH_#228)
Fig. 2. Kurtosis for MIT/BIH_#228 ECG Database

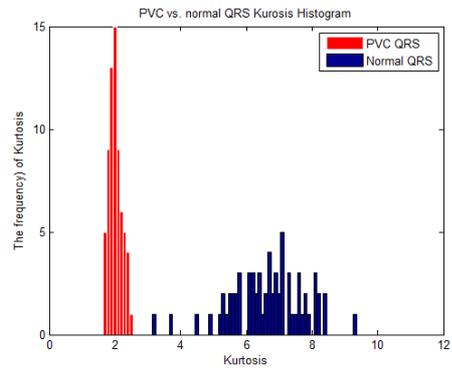


그림 3. 정상 리듬과 PVC 리듬-QRS Complex (MIT/BIH_#228)에 대한 침도치 크기의 분포도
Fig. 3. Kurtosis Histogram Distributions for MIT/BIH_#228 ECG Database

IV. 결론

심전도 신호에 대한 QRS Complex 구간별로 침도치를 계산하여 분석한 결과, PVC 부정맥 리듬과 정상적인 심장 리듬에 따라서 서로 다른 유형의 침도치 분포도가 제시되었다. 결과적으로 침도치 분포도의 해석을 통해서, 심실조기수축 심장리듬 이상여부를 판단할 수 있는 새로운 진단적 파라미터를 발견할 수 있다고 사료된다. 또한 이를 활용하면 특히 유비쿼터스 스마트케어 헬스케어 분야에서 심장의 건강을 감시하는 시스템에 응용될 수 있다고 기대된다.

감사의 글

이 논문은 2013년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No.2013012393).

참고문헌

[1] Jeffery J. Goldberger, Jason Ng, Practical Signal and Image Processing in Clinical Cardiology, Springer, 2010.
[2] Jiapu Pan, Willis J. Tompkins, "A Real-Time QRS Detection Algorithm," IEEE Trans. on Biomedical Eng., Vol.BME-32, No.3, 1985.
[3] M. G. Tsipouras, D. I. Fotiadis, D. Sideris, "An Arrhythmia Classification System Based on the RR-Interval Signal," Artificial Intelligence in Medicine, Vol.33, pp.237-250, 2005.