

# 휴대형 심전도 모니터링 장치에서의 2가지 호흡 검출 알고리즘

## Two algorithms for detecting respiratory rate from portable patient monitoring device

김종명\*, 홍주현\*, 김남진\*\*, 차은중\*\*\*, 이태수\*\*\*

Jong-Myoung Kim\*, Joo-Hyun Hong\*, Nam-Jin Kim\*\*, Eun-Joung Cha\*\*\*, Tae-Soo Lee\*\*\*

**Abstract** -In this study, two algorithms for detecting respiratory rate from portable ECG device were presented. The first algorithms counts the number of ECG samples between R-R peaks, which varies according to respiratory states of patients, such as, exhalation and inhalation. The second algorithms detects the rate by measuring the size of R wave, which also varies according to the respiratory status of patient. These two algorithms were programmed to the laboratory developed ECG device and their usefulness was verified in laboratory environment.

**Key Words** : ECG, R wave, Respiratory, R-R peaks

### 1. 서론

일반적으로 호흡은 하루에 13500회에 걸쳐 끊임없이 호흡을 하고, 건강관리의 85%나 차지한다고 주장하는 사람도 있다[1]. 또한 호흡은 스트레스에도 영향을 많이 받는 것으로 알려져 있다. 스트레스를 받게 되면 인체는 스트레스에 적응하기 위해 시상하부에서 부신피질 자극 호르몬 유리 호르몬(CRH : corticotropin releasing hormone)과 청반 노르에피네프린(LC-NE : locus ceruleus norepinephrine)이 분비되어 교감 신경계를 활성화 시키고 부교감신경계의 작용을 억제하게 되어 호흡수를 증가시키고, 신체가 이완되면 심진 대사율이 감소하여 호흡수가 감소한다[2]. 이와 같이 호흡은 생활 중에 자신이 인식하지 못하는 사이에 많은 생리학적 의미를 내포하고 있는 활력징후(Vital Sign) 중 하나임을 알 수 있다. 그러나 사람들은 바쁜 삶에서 자신의 건강을 돌볼 겨를이 없고, 스트레스를 받는 와중에서도 그것을 망각하고 살아가고 있다. 그래서 자신의 호흡양이 증가하거나 감소하는 것을 신호를 통해 확인 할 수 있다면 현재 자신이 스트레스를 받고 있는지 없는지, 건강에 이상이 생겼는지 아닌지에 대한 추측이 가능하고, 조금이라도 빨리 스트레스가 쌓이거나, 질병이 커지는 것을 예방할 수 있다.

본 연구는 휴대형 심전도 모니터링 시스템을 이용하여 지

속적으로 심전도 신호를 검출하고, 이를 이용하여 호흡수를 구하는 2가지 알고리즘을 제시하였으며, 사용자가 언제든지 자신의 호흡 상태를 파악할 수 있음을 평가하였다.

### 2. 방법

#### 2.1 하드웨어

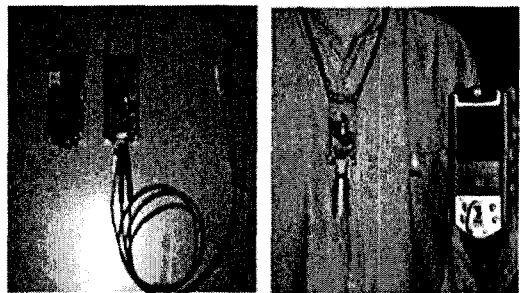


그림 1. 지그비 기반의 휴대형 심전도 모니터링 시스템

본 장치는 목걸이 형태로 만들어져 일상생활 중 언제 어디서든 휴대하여 무선으로 데이터를 주고받을 수 있는 장치로 ECG, HR, 보행 수, 그리고 3축 가속도 센서를 이용하여 사용자의 현재 상태(앉아있는 상태, 천천히 걷고 있는 상태, 빠르게 걷고 있는 상태 등)에 대해서 알 수 있다.

#### 저자 소개

- \* 김종명: 충북대학교 의용생체공학과 석사과정
- \* 홍주현: 충북대학교 의용생체공학과 박사과정
- \*\* 김남진: 휴대형 진단치료기기 개발센터 연구원
- \*\*\* 차은중: 충북대학교 의용생체공학과 교수
- \*\*\* 이태수: 충북대학교 의용생체공학과 교수

통신저자 : 이태수, 충북대학교 의과대학 의공학교실  
tslee@chungbuk.ac.kr

## 2.2 R파의 크기에서 호흡수 검출

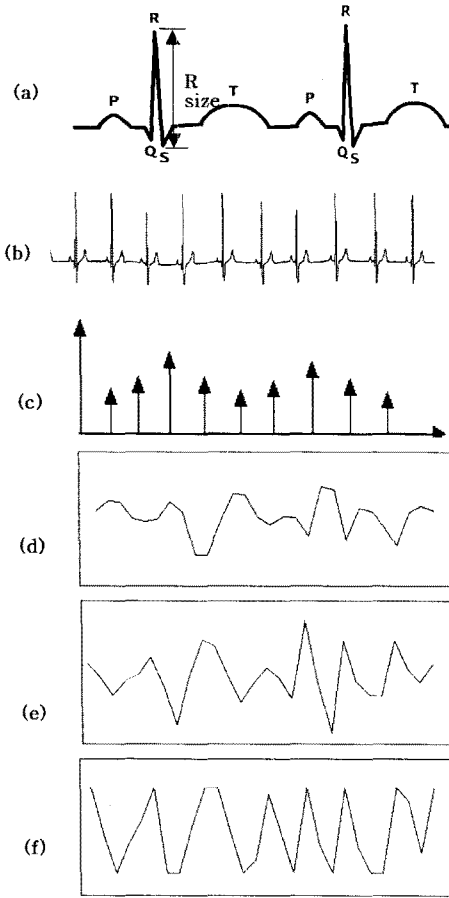


그림 2. 호흡수 검출 과정

(a)ECG signal, (b)ECG signal, (c)QRS complex에서 획득한 R wave size 측정, (d)원 데이터에서 R파의 크기를 측정하여 호흡신호 검출, (e)신호(d)를 미분, (f)신호(e)를 band-pass 필터링을 하여 얻은 호흡신호

그림 2. 에서 (a)신호는 ECG 신호를 나타내는데, 이는 P, Q, R, S, T파로 이루어져 있다. 이 방법은 R파의 크기를 측정하는 방법이다. 이 R파는 흡기 시에 작아지고 호기 시에 커지는 것을 알 수 있다[3][4][5]. 이를 이용하여 호흡을 측정할 수 있다. 먼저 무선ECG 획득 장치에서 (b)와 같이 ECG 신호를 획득한다. 획득한 ECG 신호는 베이스 라인이 불안정하여 안정된 호흡수를 측정할 수 있다. 그래서 (c)와 같이 R 파 크기의 기준점을 통일시킨다. (d)는 (c)에서 얻은 데이터를 이용하여 스플라인(spline)을 한 것이다. 이렇게 하여 얻은 신호가 (d)이다. (d)역시 호흡수를 정확하게 측정하기 어렵다. 그래서 (c) 와 같이 (d)를 미분해준다. 그 미분한 결과를 일정한 대역에서 필터링을 해주면 (f)와 같은 호흡수를 얻을 수 있다. 이 방법은 측정 방법이 간단하고 흔들리는 베이스 라인을 안정시켜 주면 정확한 호흡수를 구할 수 있다.

## 2.3 R-R 간격에서 샘플수를 체크하여 호흡수 검출

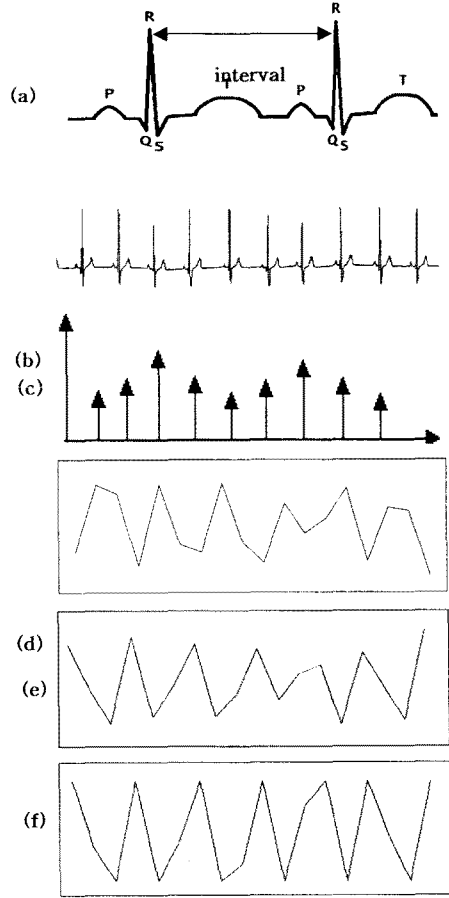


그림 3. 호흡수 검출 과정

(a)ECG signal, (b)ECG signal, (c)R-R interval에서 얻은 샘플 수, (d)원 데이터에서 R-R interval의 샘플 수를 측정하여 얻은 호흡, (e)신호 (d)를 미분, (f)신호(e)를 band-pass 필터링을 하여 얻은 호흡신호

그림 3. 에서 R-R interval의 샘플수를 측정해 보면 샘플 수가 흡기 시에 작아지고 호기 시에 많아짐을 확인 할 수 있다[6]. 이 방법 역시 무선 ECG 신호 획득 장치에서 데이터를 얻고, 얻은 데이터를 신호 처리하는 과정을 통해서 미분하였으며, 미분된 데이터를 필요로 하는 대역 내에서 필터링을 하여 호흡수를 획득한다. 이 방법 역시 정확한 데이터를 획득할 수 있으며, 방법 또한 간단하다.

### 3. 결 과

#### 3.1 무선 ECG 획득 장치에서 얻은 ECG 신호

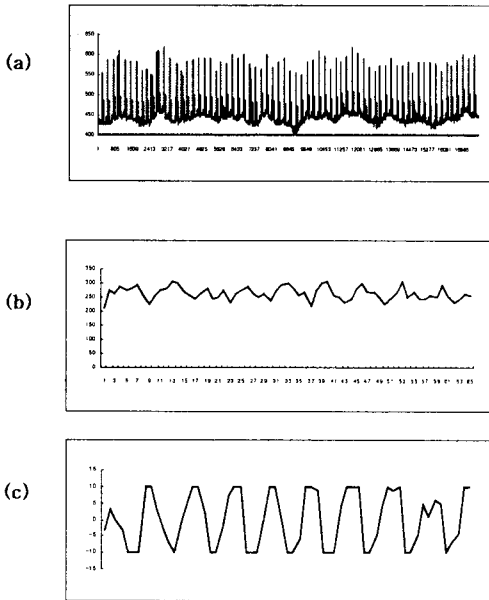


그림 4. 1분당 10회 호흡한 결과

그림 4는 1분간 10번 호흡을 한 결과를 나타낸다. 여기서 (a)는 무선 ECG 획득 장치에서 얻은 ECG 데이터이다. (b)는 R파의 크기를 이용하여 신호(a)에서 얻은 호흡 수이다. (c)는 R파와 R파 사이의 샘플 수를 이용하여 신호(a)에서 얻은 호흡 수를 나타낸다. 그림(b)에서 보는 것과 같이 R파의 크기에서 얻은 호흡수는 아직 부정확하다. 하지만 그림(c)에서와 같이 R파와 R파 사이의 간격에서 얻은 호흡수는 1분간 10번 호흡한 결과를 정확하게 검출하고 있다.

### 4. 결 론

본 연구에서는 무선 ECG 신호 획득 장치에서 얻은 ECG 신호를 이용하는 두 가지 알고리즘을 제시하였다. 첫 번째 방법은 ECG 신호의 QRS complex에서 R파의 크기를 측정하여 얻는 방법이다. 두 번째 방법은 ECG 신호의 QRS complex에서 R파와 R파 사이의 샘플 수를 측정하여 얻는 방법이다. 이 두 가지 방법은 심장에서 나오는 파형에서 얻은 호흡수라는 점에서 생리학적으로도 중요한 의미를 가지고 있다.

그러나 본 연구의 두 가지 방법 중 첫 번째 방법인 R파의 크기를 측정하는 방법에는 문제가 존재한다. 이는 무선 ECG 획득 장치의 문제점으로 하드웨어에서 데이터를 얻을 때 컨버전 에러가 3% 존재하기 때문인데 이는 본 연구에서의 해결 과제로 남아있다.

### 5. 감사의 글

“본 연구는 보건복지부 보건의료기술진흥사업의 지원에 의하여 이루어진 것임”

(과제고유번호: 0405-ER01-0304-0001)

### 참 고 문 헌

- [1] <http://sookmyung.ac.kr/~yousun/4-1.htm>
- [2] <http://medcity.com/jilbyung/stress3.html>
- [3] Moody, G., Mark, R., Zoccola, A., and Mantero, S. Derivation of respiratory signals from multi-lead ECGs. *Computers in Cardiology* 12:113-116. Los Angeles, California: IEEE Computer Society. 1985.
- [4] Pinciroli, F., Rossi, R., and Veragani, L. Detection of electrical axis variation for the extraction of respiratory information. *Computers in Cardiology* 12:499-502. 1985.
- [5] Pallas-Areny, R., and Riera, F. Recovering the respiratory rhythm out of the ECG. *Medical and Biological Engineering and Computing* 23(Suppl. part 1):338-339. 1985.
- [6] Guilleminault, C. and Connolly, S. and Winkle, R. and Melvin, K. and Tilkian, A., Cyclical variation of the heart rate in sleep apnoea syndrome, Mechanism, and usefulness of 24 h electrocardiography as a screening technique, *Lancet*, 1:126-131. 1984.