(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0081763
(43) 공개일자 2015년07월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/0456 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0001557
(22) 출원일자 2014년01월06일
심사청구일자 2014년01월06일

(71) 출원인
계명대학교 산학협력단
대구광역시 달서구 달구벌대로 1095 (신당동)
(72) 발명자
이종하
대구광역시 수성구 상록로 69 래미안수성아파트 102동 604호
(74) 대리인
김건우

전체 청구항 수 : 총 18 항

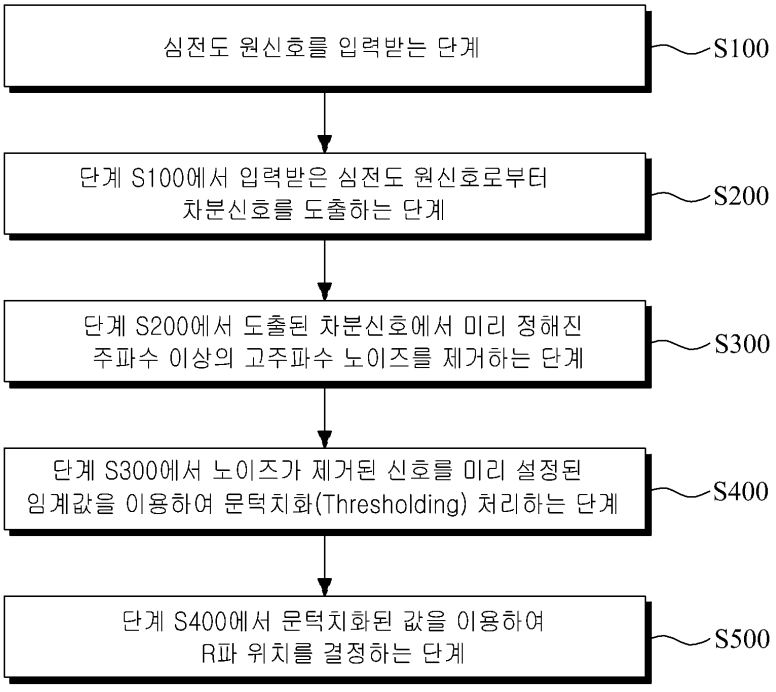
(54) 발명의 명칭 **심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 방법 및 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 시스템, 그 방법 및 심박변이도 추출방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 (1) 심전도 원신호를 입력받는 단계; (2) 상기 단계 (1)에서 입력받은 심전도 원신호로부터 차분신호를 도출하는 단계; (3) 상기 단계 (2)에서 도출된 차분신호에서 미리 정해진 주파수 이상의 고주파수 노이

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도3



즈를 제거하는 단계; (4) 상기 단계 (3)에서 노이즈가 제거된 신호를 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화(Thresholding) 처리하는 단계; 및 (5) 상기 단계 (4)에서 문턱치화된 값을 이용하여 R파 위치를 결정하는 단계를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

본 발명에서 제안하고 있는 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 방법 및 시스템과 이를 이용한 심박변이도 추출 방법에 따르면, 심전도 원신호로부터 차분신호를 도출하고, 차분신호로부터 고주파 노이즈를 제거하며, 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화(thresholding) 처리하여, 문턱치화된 값을 이용하여 R파 위치를 결정함으로써, 간단한 연산과정(차분, 임계처리)만으로 R파 검출이 가능하므로 실시간 적용이 가능하고, 고주파 성분의 잡음이 포함된 신호에 대해서도 검출 성능이 유지되며, 개개인의 신체적 정보를 통하여 최적의 R파를 검출할 수 있다. 또한, 본 발명은, 유 헬스케어 분야 관련하여 패치형 심전도 원격 모니터링 시스템 상에서 운영되어 입력된 심전도 원신호로부터 정확하고 신속하게 R파를 검출할 수 있다.

명 세 서

청구범위

청구항 1

심전도 신호로부터 R파를 검출하는 방법으로서,

(1) 심전도 원신호를 입력받는 단계;

(2) 상기 단계 (1)에서 입력받은 심전도 원신호로부터 차분신호를 도출하는 단계;

(3) 상기 단계 (2)에서 도출된 차분신호에서 미리 정해진 주파수 이상의 고주파수 노이즈를 제거하는 단계;

(4) 상기 단계 (3)에서 노이즈가 제거된 신호를 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화(Thresholding) 처리하는 단계; 및

(5) 상기 단계 (4)에서 문턱치화된 값을 이용하여 R파 위치를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 단계 (1)에서 상기 심전도 원신호는,

이동형 심전도 장치로부터 실시간으로 전달받는 것을 특징으로 하는, 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 단계 (2)에서 상기 차분신호는,

상기 단계 (1)에서 입력받은 심전도 원신호를 시간에 따라 차분(difference)하여 도출하는 것을 특징으로 하는, 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 단계 (3)에서 상기 미리 정해진 주파수 이상의 고주파수 노이즈는,

임의의 값 이상의 주파수를 가지는 신호인 것을 특징으로 하는, 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 단계 (4)에서는,

상기 노이즈가 제거된 신호 값이 상기 미리 설정된 임계값보다 낮으면, 미리 정해진 값으로 변경하여 출력하고, 상기 미리 설정된 임계값보다 높거나 같으면 변경 없이 출력하는 것을 특징으로 하는, 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 단계 (5)는,

미리 정해진 시간 동안에 입력, 도출 및 처리되어 얻은 상기 문턱치화된 값 중에서 가장 높은 값(Max값)을 R 피크 값으로 선정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 단계 (5) 이후에,

(6) 상기 도출된 R 피크 값을 기준으로 P파, QRS파 및 T파를 포함하는 기준 윈도우를 설정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 방법.

청구항 8

심박변이도 측정 방법으로서,

(1) 심전도 원신호를 입력받는 단계;

(2) 상기 단계 (1)에서 입력받은 심전도 원신호로부터 차분신호를 도출하는 단계;

(3) 상기 단계 (2)에서 도출된 차분신호에서 미리 정해진 주파수 이상의 고주파수 노이즈를 제거하는 단계;

(4) 상기 단계 (3)에서 노이즈가 제거된 신호를 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화(Thresholding) 처리하는 단계;

(5) 상기 단계 (4)에서 문턱치화된 값을 이용하여 R파 위치를 결정하는 단계; 및

(6) 상기 R파 위치를 분석하여 심박변이도(Heart Rate Variability, HRV)를 추출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출을 통한 심박변이도 추출 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 단계 (1)에서 상기 심전도 원신호는,

이동형 심전도 장치로부터 실시간으로 전달받는 것을 특징으로 하는, 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출을 통한 심박변이도 추출 방법.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 단계 (2)에서 상기 차분신호는,

상기 단계 (1)에서 입력받은 심전도 원신호를 시간에 따라 차분(difference)하여 도출하는 것을 특징으로 하는, 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출을 통한 심박변이도 추출 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 단계 (3)에서 상기 미리 정해진 주파수 이상의 고주파수 노이즈는,

400Hz 이상의 주파수를 가지는 신호인 것을 특징으로 하는, 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출을 통한 심박변이도 추출 방법.

청구항 12

제8항에 있어서, 상기 단계 (4)에서는,

상기 노이즈가 제거된 신호 값이 상기 미리 정해진 임계값보다 낮으면, 미리 정해진 값으로 변경하여 출력하고, 상기 미리 정해진 임계값보다 높거나 같으면 변경 없이 출력하는 것을 특징으로 하는, 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출을 통한 심박변이도 추출 방법.

청구항 13

제8항에 있어서, 상기 단계 (5)는,

미리 정해진 시간 동안에 입력, 도출 및 처리되어 얻은 상기 문턱치화된 값 중에서 가장 높은 값(Max값)을 R 피크 값으로 선정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출을 통한 심박변이도 추출 방법.

청구항 14

제8항에 있어서, 상기 단계 (5) 이후에,

(6) 상기 도출된 R 피크 값을 기준으로 P파, QRS파 및 T파를 포함하는 기준 윈도우를 설정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출을 통한 심박변이도 추출 방법.

청구항 15

심전도 신호로부터 R파를 검출하는 시스템으로서,

생체로부터 심전도를 측정하는 심전도 센서;

상기 심전도 센서로부터 심전도 원신호를 입력받는 입력모듈;

상기 입력 모듈로부터 입력받은 심전도 원신호를 시간에 따라 차분(difference)하여 차분신호를 도출하는 차분신호도출모듈;

상기 차분신호 도출모듈에서 도출된 차분신호에서 미리 정해진 주파수 이상의 고주파수 노이즈를 제거하는 노이즈제거모듈;

상기 노이즈가 제거된 신호를 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화 처리하는 임계처리모듈; 및

상기 문턱치화 처리된 값을 이용하여 R파 위치를 결정하는 R파 위치검출모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는, 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 시스템.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 심전도 센서는,

이동형 심전도 센서로서, 실시간으로 심전도를 측정하여 상기 입력모듈에 전달하는 것을 특징으로 하는, 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 시스템.

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 임계처리모듈은,

상기 노이즈가 제거된 신호 값이 상기 미리 정해진 임계값보다 낮으면, 미리 정해진 값으로 변경하여 출력하고, 상기 미리 정해진 임계값보다 높거나 같으면 변경 없이 출력하는 것을 특징으로 하는, 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 시스템.

청구항 18

제15항에 있어서, 상기 R파 위치검출모듈은,

미리 정해진 시간 동안에 입력, 도출 및 처리되어 얻은 상기 문턱치화된 값 중에서 가장 높은 값(Max값)을 R 피크 값으로 선정하고, 도출된 R 피크 값을 기준으로 P파, QRS파 및 T파를 포함하는 기준 윈도우를 설정하는 것을 특징으로 하는, 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 심전도 신호의 R파 검출 방법 및 시스템에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 방법 및 시스템과 이를 이용한 심박변이도 추출 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 의료 공학에서 사용되는 생체 신호 처리는 인간의 몸에 흐르는 전기적인 신호를 기기로 측정하여 질병의 유무를 판단하는데 매우 중요한 분야로 분류되고 있다. 대표적인 생체신호인 심전도는 심장의 활동으로 인하여 생기는 전기적 신호로서, 비침습적인 방법으로 심장의 활동 상태를 인지할 수 있기 때문에 심장 질환을 1차적으로 진단하는 데 사용되고 있으며, 다양한 심장과 심혈관 질환의 사전 진단과 예후 관측 등에 널리 이용되고 있다. 심전도는, 심장과 심혈관 질환 등을 진단하기 위한 가장 효과적인 방법으로서, 심실빈맥, 심실세동, 심방세동, 심장부전수축, 부정맥 등과 같이 심장 내부의 전기적 신호의 전달 경로나 그 주위 심장 부위에 이상이 있는지를 알고자 할 때 사용된다. 그러나 측정된 심전도 파형은 단지 시간에 따른 심장의 전위차를 나타내는 것에 불과하고, 정상 파형 또는 비정상 파형의 구분을 위해서는 심전도 파형의 분석이 요구된다. 이러한 심전도 분석은 전문가가 육안으로 출력되는 심전도 신호를 보고 분석할 수도 있으나, 심박의 변이는 일정하게 지속하여 나타나는 것이 아니므로 지속적인 관찰 및 분석이 필요한바, 최근에는 심전도 측정에 대한 자동 분석 방법 및 시스템이 많이 개발되고 있다.

[0003] 심전도를 자동으로 분석하기 위해서는 신호 파형의 정량화가 이루어져야 하며, 심전도 신호의 구성 요소 중에서 R파는 다른 구성요소들의 기준이 되므로, 정확한 R파의 검출이 필요하다. 기존의 R파 검출 알고리즘으로는, 미분을 이용한 방법, 심전도 파형의 형태적 연관성을 이용하는 방법(K. F. Tan, K. L. Chan and K. Choi, “Detection of the QRS complex, P wave and T wave in electrocardiogram”, Proc. of IEEE Advances in Medical Signal and Information Processing, September pp. 41-47, 2000 참조), 이산 푸리에 변환 방법, 힐버트 변환 방법, 웨이블릿 변환 방법(Ming-Yao Yang, Wei-Chin Hu and Liang-Yu Shyu, “ECG events detection and classification using wavelet and neural networks”, Proc. of the 19th IEEE Int'l Conf. on Engineering in Medicine and Biology, Oct. 30 - Nov. 2, Chicago, IL. USA, pp. 289-292, 1997 참조) 등이 있다. 또한, 움직임 잡음을 제거하여 더욱 정확한 R 피크를 검출하기 위한 심전도 신호의 R 피크 검출방법(특허출원 제10-2007-0007052호 참조) 등도 개발되고 있다. 그러나 이와 같은 방법들은 연산이 복잡하여 실시간으로 측정 및 진단하는 것이 어렵고, 특히 미분을 이용하는 방법은 고주파 성분의 잡음이 포함된 신호에 대해서는 검출 성능이 떨어지며, 이산 푸리에 변환 방법은 그 관심이 되는 지점이 시간 축 상에 언제 발생했는지 알 수 없다는 단점이 있다. 이에 본 발명자들은 실시간으로 자동 진단 시스템에 적용이 가능한 새로운 방식의 알고리즘을 개발하고자 하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 기존에 제안된 방법들의 상기와 같은 문제점들을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 심전도 원신호로부터 차분신호를 도출하고, 차분신호로부터 고주파 노이즈를 제거하며, 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화(thresholding) 처리하여, 문턱치화된 값을 이용하여 R파 위치를 결정함으로써, 간단한 연산과정(차분, 임계처리)만으로 R파 검출이 가능하므로 실시간 적용이 가능하고, 고주파 성분의 잡음이 포함된 신호에 대해서도 검출

성능이 유지되며, 개개인의 신체적 정보를 통하여 최적의 R파를 검출할 수 있는, 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 방법 및 시스템과 이를 이용한 심박변이도 추출 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0005] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 방법은,

[0006] (1) 심전도 원신호를 입력받는 단계;

[0007] (2) 상기 단계 (1)에서 입력받은 심전도 원신호로부터 차분신호를 도출하는 단계;

[0008] (3) 상기 단계 (2)에서 도출된 차분신호에서 미리 정해진 주파수 이상의 고주파수 노이즈를 제거하는 단계;

[0009] (4) 상기 단계 (3)에서 노이즈가 제거된 신호를 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화(Thresholding) 처리하는 단계; 및

[0010] (5) 상기 단계 (4)에서 문턱치화된 값을 이용하여 R파 위치를 결정하는 단계를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

[0011] 바람직하게는, 상기 단계 (1)에서 상기 심전도 원신호는,

[0012] 이동형 심전도 장치로부터 실시간으로 전달받을 수 있다.

[0013] 바람직하게는, 상기 단계 (2)에서 상기 차분신호는,

[0014] 상기 단계 (1)에서 입력받은 심전도 원신호를 시간에 따라 차분(difference)하여 도출할 수 있다.

[0015] 바람직하게는,

[0016] 상기 단계 (3)에서 상기 미리 정해진 주파수 이상의 고주파수 노이즈는,

[0017] 400㎐ 이상의 주파수를 가지는 신호일 수 있다.

[0018] 바람직하게는, 상기 단계 (4)에서는,

[0019] 상기 노이즈가 제거된 신호 값이 상기 미리 설정된 임계값보다 낮으면, 미리 정해진 값으로 변경하여 출력하고, 상기 미리 설정된 임계값보다 높거나 같으면 변경 없이 출력할 수 있다.

[0020] 바람직하게는, 상기 단계 (5)는,

[0021] 미리 정해진 시간 동안에 입력, 도출 및 처리되어 얻은 상기 문턱치화된 값 중에서 가장 높은 값(Max값)을 R 피크 값으로 선정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0022] 더욱 바람직하게는, 상기 단계 (5) 이후에,

[0023] (6) 상기 도출된 R 피크 값을 기준으로 P파, QRS파 및 T파를 포함하는 기준 윈도우를 설정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0024] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출을 통한 심박변이도 추출 방법은,

[0025] (1) 심전도 원신호를 입력받는 단계;

[0026] (2) 상기 단계 (1)에서 입력받은 심전도 원신호로부터 차분신호를 도출하는 단계;

[0027] (3) 상기 단계 (2)에서 도출된 차분신호에서 미리 정해진 주파수 이상의 고주파수 노이즈를 제거하는 단계;

[0028] (4) 상기 단계 (3)에서 노이즈가 제거된 신호를 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화(Thresholding) 처리하는 단계;

[0029] (5) 상기 단계 (4)에서 문턱치화된 값을 이용하여 R파 위치를 결정하는 단계; 및

[0030] (6) 상기 R파 위치를 분석하여 심박변이도(Heart Rate Variability, HRV)를 추출하는 단계를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 할 수 있다.

[0031] 바람직하게는, 상기 단계 (1)에서 상기 심전도 원신호는,

[0032] 이동형 심전도 장치로부터 실시간으로 전달받을 수 있다.

[0033] 바람직하게는, 상기 단계 (2)에서 상기 차분신호는,

[0034] 상기 단계 (1)에서 입력받은 심전도 원신호를 시간에 따라 차분(difference)하여 도출할 수 있다.

[0035] 바람직하게는,

[0036] 상기 단계 (3)에서 상기 미리 정해진 주파수 이상의 고주파수 노이즈는,

[0037] 400㎐ 이상의 주파수를 가지는 신호일 수 있다.

[0038] 바람직하게는, 상기 단계 (4)에서는,

[0039] 상기 노이즈가 제거된 신호 값이 상기 미리 정해진 임계값보다 낮으면, 미리 정해진 값으로 변경하여 출력하고, 상기 미리 정해진 임계값보다 높거나 같으면 변경 없이 출력할 수 있다.

[0040] 바람직하게는, 상기 단계 (5)는,

[0041] 미리 정해진 시간 동안에 입력, 도출 및 처리되어 얻은 상기 문턱치화된 값 중에서 가장 높은 값(Max값)을 R 피크 값으로 선정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0042] 바람직하게는, 상기 단계 (5) 이후에,

[0043] (6) 상기 도출된 R 피크 값을 기준으로 P파, QRS파 및 T파를 포함하는 기준 윈도우를 설정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0044] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 시스템은,

[0045] 생체로부터 심전도를 측정하는 심전도 센서;

[0046] 상기 심전도 센서로부터 심전도 원신호를 입력받는 입력모듈;

[0047] 상기 입력 모듈로부터 입력받은 심전도 원신호를 시간에 따라 차분(difference)하여 차분신호를 도출하는 차분신호도출모듈;

[0048] 상기 차분신호 도출모듈에서 도출된 차분신호에서 미리 정해진 주파수 이상의 고주파수 노이즈를 제거하는 노이즈제거모듈;

[0049] 상기 노이즈가 제거된 신호를 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화 처리하는 임계처리모듈; 및

[0050] 상기 문턱치화 처리된 값을 이용하여 R파 위치를 결정하는 R파 위치검출모듈을 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 할 수 있다.

[0051] 바람직하게는, 상기 심전도 센서는,

[0052] 이동형 심전도 센서로서, 실시간으로 심전도를 측정하여 상기 입력모듈에 전달할 수 있다.

[0053] 바람직하게는, 상기 임계처리모듈은,

[0054] 상기 노이즈가 제거된 신호 값이 상기 미리 정해진 임계값보다 낮으면, 미리 정해진 값으로 변경하여 출력하고, 상기 미리 정해진 임계값보다 높거나 같으면 변경 없이 출력할 수 있다.

[0055] 바람직하게는, 상기 R파 위치검출모듈은,

[0056] 미리 정해진 시간 동안에 입력, 도출 및 처리되어 얻은 상기 문턱치화된 값 중에서 가장 높은 값(Max값)을 R 피크 값으로 선정하고, 도출된 R 피크 값을 기준으로 P파, QRS파 및 T파를 포함하는 기준 윈도우를 설정할 수 있다.

발명의 효과

[0057] 본 발명에서 제안하고 있는 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 방법 및 시스템과 이를 이용한 심박변이도 추출 방법에 따르면, 심전도 원신호로부터 차분신호를 도출하고, 차분신호로부터 고주파 노이즈를 제거하며, 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화(thresholding) 처리하여, 문턱치화된 값을 이용하여 R파 위치를 결정함으로써, 간단한 연산과정(차분, 임계처리)만으로 R파 검출이 가능하므로 실시간 적용이 가능하고, 고주파 성분의 잡음이 포함된 신호에 대해서도 검출 성능이 유지되며, 개개인의 신체적 정보를 통하여 최적의 R파를 검출할 수 있다. 또한, 본 발명은, 유 헬스케어 분야 관련하여 패치형 심전도 원격 모니터링 시스템상에서 운영되어 입력된 심전도 원신호로부터 정확하고 신속하게 R파를 검출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0058] 도 1은 일반적인 심장의 구조와 심전도 파형을 나타낸 도면.

도 2는 정상적인 심전도를 나타낸 도면.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 방법의 흐름을 도식화한 도면.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 방법의 흐름을 도식화한 도면.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 방법에서 R 피크 및 기준 윈도우를 설정 과정을 도시한 도면.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출을 통한 심박변이도 추출 방법의 흐름을 도식화한 도면.

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출을 통한 심박변이도 추출 방법의 흐름을 도식화한 도면.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 시스템의 구성을 도식화한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0059] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 다만, 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일 또는 유사한 부호를 사용한다.

[0060] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 '연결' 되어 있다고 할 때, 이는 '직접적으로 연결' 되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 '간접적으로 연결' 되어 있는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 구성요소를 '포함' 한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0061] 심전도는 심장 내의 전기적인 전도 현상으로 심장 세포의 활동 전위에 의하여 발생된다. 도 1은 일반적인 심장의 구조와 심전도 파형을 나타낸 도면이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 대정맥과 우심방의 결합 부위에 위치하는 동방결절은, 심장의 수축을 시작하는 충동을 일으키고 심박의 조정 작용을 하고 심장의 전기적 신호를 자발적으로 발생시키며 심방의 수축을 야기한다. 또한, 심장 내의 자극 전도는 심방과 심실의 중격 사이에 존재하는 전도 조직인 방실속에 의하여 전파된다. 심전도는 심장의 수축과 이완 시 발생한 전위를 인체의 표면에서 기록한 것으로서 심근의 비정상적이 전도, 심방 및 심실의 크기 변화, 심근의 손상, 그리고 심장 박동수의 이상 등을 밝히는 데에 유용하게 사용되고 있다.

[0062] 도 2는 정상적인 심전도를 나타낸 도면이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 심전도는 P파(심장의 탈분극파), R(QRS)파(심실의 탈분극), T파(심실의 재분극파)로 구성된다. R파는 방실결절 부근의 활동전위가 삼장전도 시스템으로 전도되면서 심실근육의 세포들이 짧은 시간 내에 탈분극 되어 생성된다. P파에서 R파의 시작점까지의 시간 주기를 PR 인터벌로 나타내고, R파에서 다음 R파까지의 시간 주기를 RR 인터벌로 나타낸다. 이러한 파들은 표준 형태를 갖추어야 심장의 정기적 활성이 정상이라고 볼 수 있다. 표준 형태인지 아닌지를 파악하기 위해서는 각 파가 유지되는 시간, 각 파끼리의 인터벌, 각 파의 진폭 및 첨도 등의 특징들이 정상 범위에 속하는지를 검사하여야 한다. 측정된 심전도 파형은 단지 시간에 따른 심장의 전위차를 나타내는 것에 불과하므로 원래 심전도 파형에서 부여할 수 있는 정상 파형과 비정상 파형을 구분하기 위해서는 심전도 파형의 분석이 요구된다. 심전도 파형을 분석하기 위해서는 신호 파형의 정량화가 이루어져야 하며, 이를 위해서는 정확한 R파의 검출이 이루어져야 한다. 왜냐하면 RR-인터벌, PR, QRS, QT, ST 세그먼트 등의 값은 대부분 R 피크를 기준으로 해서 다른 특이점들과의 간격 등을 나타내는 값이기 때문이다. 특히 RR 인터벌 등의 값 계산을 위해서 가장 먼저 수행해야 하는 작업은 R 피크 값 검출이다.

[0063] 한편, 심장 이상 징후들은 비 간헐적으로 발생하므로, 짧은 시간 동안의 측정으로 검측할 수 없고 장시간 동안 심전도 신호를 얻어서 분석해야 한다. 따라서 방대한 데이터에 대한 분석이 필요하고, 이것을 효율적으로 분석하기 위하여 자동 분석 방법 및 시스템이 개발되고 있다. 본 발명은, 실시간으로 획득되는 심전도 신호를 실시간으로 데이터 처리 및 분석하는 것으로서, 기저선 변동, QRS 진폭의 변동 등을 가진 심전도 신호로부터 R파를 정확하고 신속하게 검출하여 부정맥, 조기심실수축 등의 정확한 진단이 가능하도록 하는 전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 방법, 시스템 및 이를 이용한 심박변이도 추출 방법에 관한 것이다.

[0064] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 방법의 흐름을 도식화한 도면이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 방법은, 심전도 원신호를 입력받는 단계(S100), 단계 S100에서 입력받은 심전도 원신호로부터 차분신호를 도출하는 단계(S200), 단계 S200에서 도출된 차분신호에서 미리 정해진 주파수 이상의 고주파수 노이즈를 제거하는 단계(S300), 단계 S300에서 노이즈가 제거된 신호를 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화(Thresholding) 처리하는 단계(S400) 및 단계 S400에서 문턱치화된 값을 이용하여 R파 위치를 결정하는 단계(S500)를 포함하여 구현될 수 있다. 이하 도 4와 관련하여 각 단계를 구체적 실시예를 들어 설명하도록 한다.

[0065] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 방법의 흐름을 도식화한 도면이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 단계 S100에서 심전도 원신호는, 이동형 심전도 장치로부터 실시간으로 전달된 것일 수 있다(S100'). 앞서 설명한 바와 같이 심전도는 경우에 따라서는 24시간에 이를 정도로 장시간 동안 심전도 신호를 얻어야 할 수 있는데, 이를 위해서는 이동형 심전도 장

치를 착용하고 일상생활을 수행하는 동안 심전도 신호를 획득할 수 있다. 이렇게 실시간으로 획득되는 신호를 이하 설명할 단계 S200 내지 단계 S500에 따라 연산하여 R파 위치를 신속하게 결정하고 이를 원격 모니터링 시스템에서 이용하도록 구현할 수 있다.

[0066] 또한, 단계 S200에서 차분신호는, 단계 S100에서 입력받은 심전도 원신호를 시간에 따라 차분(difference)하여 도출한 것일 수 있다(S200'). 또한, 단계 S300에서 미리 정해진 주파수 이상의 고주파수 노이즈는, 400Hz 이상의 주파수를 가지는 신호일 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 단계 S300'에서는, 단계 S200'에서 도출된 차분신호에서 400Hz 이상의 주파수를 가지는 고주파수 노이즈를 제거할 수 있다.

[0067] 바람직하게는, 단계 S400에서는, 단계 S300에서 노이즈가 제거된 신호를 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화(Thresholding) 처리하되, 노이즈가 제거된 신호 값이 미리 설정된 임계값보다 낮으면, 미리 정해진 값으로 변경하여 출력하고, 미리 설정된 임계값보다 높거나 같으면 변경 없이 출력할 수 있다(S400').

[0068] 단계 S500에서는, 단계 S400에서 문턱치화된 값을 이용하여 R파 위치를 결정할 수 있는데, 실시예에 따라서는, 미리 정해진 시간 동안에 입력, 도출 및 처리되어 얻은 문턱치화된 값 중에서 가장 높은 값(Max값)을 R 피크 값으로 선정(S510)할 수 있으며, 도출된 R 피크 값을 기준으로 P파, QRS파 및 T파를 포함하는 기준 윈도우(심장의 수축과 이완의 1주기)를 설정할 수 있다. 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 방법에서 R 피크 및 기준 윈도우를 설정 과정을 도시한 도면이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 신호의 리듬이 계속하여 반복되는 심전도 신호에서 R파는 심전도 신호의 한 주기를 구분하는 기준이 될 수 있다. 보다 구체적으로, 현재 취득한 신호와 이전에 취득한 값의 차분을 구한 후 설정한 임계값을 비교하여 차분된 값이 임계값보다 높을 때 R파로 인지할 수 있다. 원신호의 직류 전압 값이 변하게 되면 심전도의 R파를 검출하는 데에 어려움이 있으나, 차분한 데이터는 심전도 원신호의 직류 전압 값이 변하여도 변하지 않으므로, R파 검출을 용이하게 할 수 있다.

[0069] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출을 통한 심박변이도 추출 방법의 흐름을 도식화한 도면이다. 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출을 통한 심박변이도 추출 방법은, 심전도 원신호를 입력받는 단계(S1000), 단계 S1000에서 입력받은 심전도 원신호로부터 차분신호를 도출하는 단계(S2000), 단계 S2000에서 도출된 차분신호에서 미리 정해진 주파수 이상의 고주파수 노이즈를 제거하는 단계(S3000), 단계 S3000에서 노이즈가 제거된 신호를 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화(Thresholding) 처리하는 단계(S4000), 단계 S4000에서 문턱치화된 값을 이용하여 R파 위치를 결정하는 단계(S5000) 및 R파 위치를 분석하여 심박변이도(Heart Rate Variability, HRV)를 추출하는 단계(S6000)를 포함하여 구현될 수 있다.

[0070] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출을 통한 심박변이도 추출 방법의 흐름을 도식화한 도면이다. 도 7에 도시된 바와 같이, 이동형 심전도 장치로부터 실시간으로 전달받은 심전도 원신호를 입력받는 단계(S1000'), 단계 S1000에서 입력받은 심전도 원신호를 시간에 따라 차분하여 차분신호를 도출하는 단계(S2000'), 단계 S2000에서 도출된 차분신호에서 400Hz 이상의 주파수를 가지는 고주파수 노이즈를 제거하는 단계(S3000'), 단계 S3000에서 노이즈가 제거된 신호를 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화(Thresholding) 처리하되, 노이즈가 제거된 신호 값이 미리 설정된 임계값보다 낮으면, 미리 정해진 값으로 변경하여 출력하고, 미리 설정된 임계값보다 높거나 같으면 변경 없이 출력하는 단계(S4000'), 단계 S4000에서 문턱치화된 값을 이용하여 R파 위치를 결정하는 단계(S5000'), 미리 정해진 시간 동안에 입력, 도출 및 처리되어 얻은 문턱치화된 값 중에서 가장 높은 값(Max값)을 R 피크 값으로 선정하는 단계(S5100'), 도출된 R 피크 값을 기준으로 p파, QRS파 및 T파를 포함하는 기준 윈도우를 설정하는 단계(S5200'), 및 R파 위치를 분석하여 심박변이도(Heart Rate Variability, HRV)를 추출하는 단계(S6000)를 포함하여 구현될 수 있다.

[0071] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 시스템의 구성을 도식화한 도면이다.

도 8에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 심전도 신호의 저전력 고효율 R파 검출 시스템은, 생체로부터 심전도를 측정하는 심전도 센서(100), 심전도 센서로부터 심전도 원신호를 입력받는 입력모듈(200), 입력모듈로부터 입력받은 심전도 원신호를 시간에 따라 차분(difference)하여 차분신호를 도출하는 차분신호도출모듈(300), 차분신호 도출모듈에서 도출된 차분신호에서 미리 정해진 주파수 이상의 고주파수 노이즈를 제거하는 노이즈제거모듈(400), 노이즈가 제거된 신호를 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화 처리하는 임계처리모듈(500) 및 문턱치화 처리된 값을 이용하여 R파 위치를 결정하는 R파 위치검출모듈(600)을 포함하여 구성될 수 있다. 심전도 센서(100)는 이동형 심전도 센서로서, 실시간으로 심전도를 측정하여 입력모듈에 전달할 수 있고, 임계처리모듈(500)은 노이즈가 제거된 신호 값이 미리 정해진 임계값보다 낮으면, 미리 정해진 값으로 변경하여 출력하고, 미리 정해진 임계값보다 높거나 같으면 변경 없이 출력할 수 있으며, R파 위치검출모듈(600)은 미리 정해진 시간 동안에 입력, 도출 및 처리되어 얻은 문턱치화된 값 중에서 가장 높은 값(Max값)을 R 피크 값으로 선정하고, 도출된 R 피크 값을 기준으로 P파, QRS파 및 T파를 포함하는 기준 윈도우를 설정할 수 있다. 기타 각 구성은 앞서 도 1 내지 도 5와 관련하여 설명한 바와 유사하므로 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0072] 이상 설명한 본 발명은 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 다양한 변형이나 응용이 가능하며, 본 발명에 따른 기술적 사상의 범위는 아래의 특허청구범위에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0073] 100: 심전도 센서 200: 입력모듈

300: 차분신호도출모듈 400: 노이즈제거모듈

500: 임계처리모듈 600: R파 위치검출모듈

S100: 심전도 원신호를 입력받는 단계

S100': 이동형 심전도 장치로부터 실시간으로 전달받은 심전도 원신호를 입력받는 단계

S200: 단계 S100에서 입력받은 심전도 원신호로부터 차분신호를 도출하는 단계

S200': 단계 S100에서 입력받은 심전도 원신호를 시간에 따라 차분하여 차분신호를 도출하는 단계

S300: 단계 S200에서 도출된 차분신호에서 미리 정해진 주파수 이상의 고주파수 노이즈를 제거하는 단계

S300': 단계 S200에서 도출된 차분신호에서 400Hz 이상의 주파수를 가지는 고주파수 노이즈를 제거하는 단계

S400: 단계 S300에서 노이즈가 제거된 신호를 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화(Thresholding) 처리하는 단계

S400': 단계 S300에서 노이즈가 제거된 신호를 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화(Thresholding) 처리하되, 노이즈가 제거된 신호 값이 미리 설정된 임계값보다 낮으면, 미리 정해진 값으로 변경하여 출력하고, 미리 설정된 임계값보다 높거나 같으면 변경 없이 출력하는 단계

S500: 단계 S400에서 문턱치화된 값을 이용하여 R파 위치를 결정하는 단계

S500': 단계 S400에서 문턱치화된 값을 이용하여 R파 위치를 결정하는 단계

S510: 미리 정해진 시간 동안에 입력, 도출 및 처리되어 얻은 문턱치화된 값 중에서 가장 높은 값(Max값)을 R 피크 값으로 선정하는 단계

S600: 도출된 R 피크 값을 기준으로 P파, QRS파 및 T파를 포함하는 기준 윈도우를 설정하는 단계

S1000: 심전도 원신호를 입력받는 단계

S1000': 이동형 심전도 장치로부터 실시간으로 전달받은 심전도 원신호를 입력받는 단계

S2000: 단계 S1000에서 입력받은 심전도 원신호로부터 차분신호를 도출하는 단계

S2000': 단계 S1000에서 입력받은 심전도 원신호를 시간에 따라 차분하여 차분신호를 도출하는 단계

S3000: 단계 S2000에서 도출된 차분신호에서 미리 정해진 주파수 이상의 고주파수 노이즈를 제거하는 단계

S3000': 단계 S2000에서 도출된 차분신호에서 400Hz 이상의 주파수를 가지는 고주파수 노이즈를 제거하는 단계

S4000: 단계 S3000에서 노이즈가 제거된 신호를 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화(Thresholding) 처리하는 단계

S4000': 단계 S3000에서 노이즈가 제거된 신호를 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화(Thresholding) 처리하되, 노이즈가 제거된 신호 값이 미리 설정된 임계값보다 낮으면, 미리 정해진 값으로 변경하여 출력하고, 미리 설정된 임계값보다 높거나 같으면 변경 없이 출력하는 단계

S5000: 단계 S4000에서 문턱치화된 값을 이용하여 R파 위치를 결정하는 단계

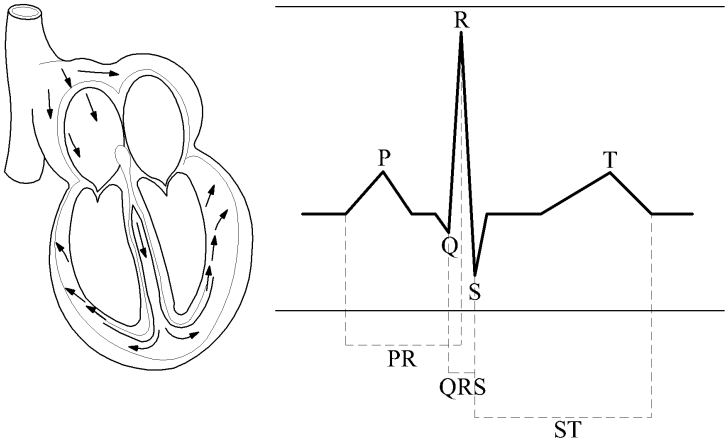
S5100: 미리 정해진 시간 동안에 입력, 도출 및 처리되어 얻은 문턱치화된 값 중에서 가장 높은 값(Max값)을 R 피크 값으로 선정하는 단계

S5200: 도출된 R 피크 값을 기준으로 P파, QRS파 및 T파를 포함하는 기준 윈도우를 설정하는 단계

S6000: R파 위치를 분석하여 심박변이도(Heart Rate Variability, HRV)를 추출하는 단계

도면

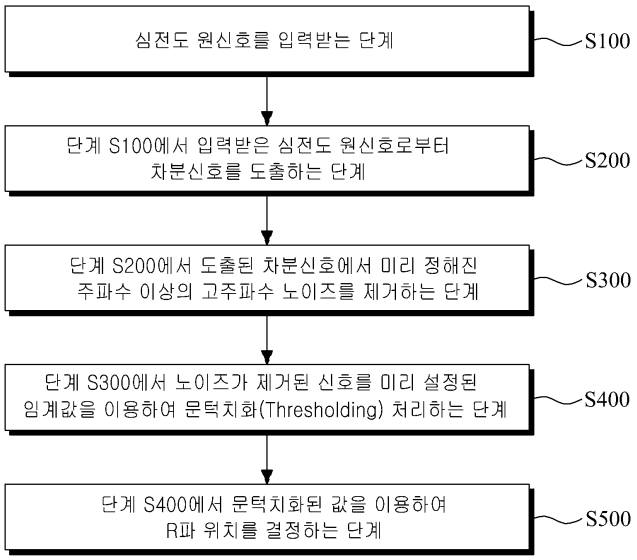
도면1



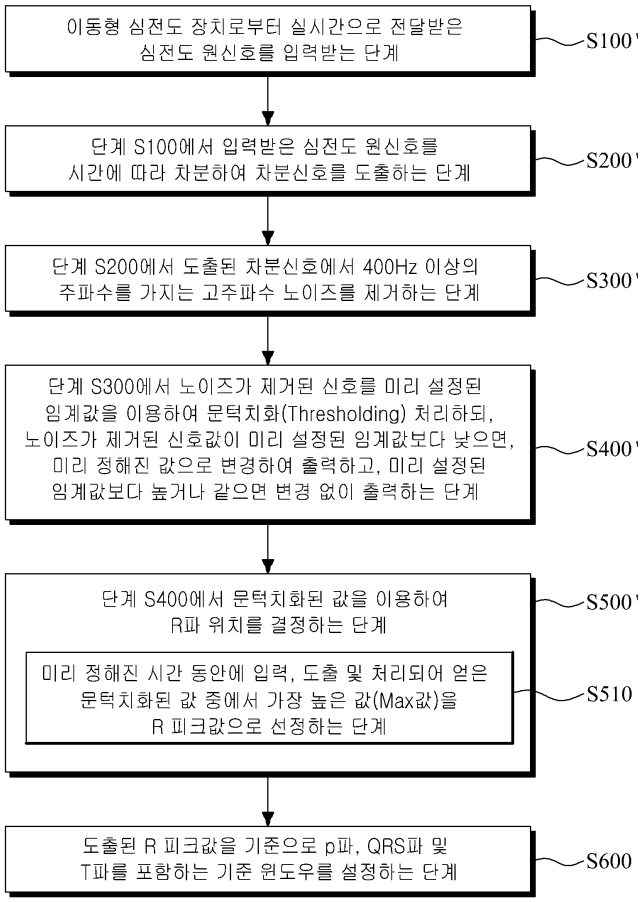
도면2



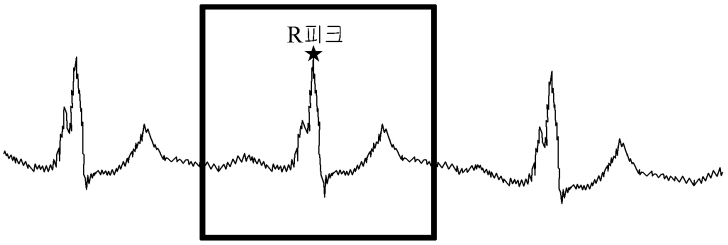
도면3


심전도 원신호를 입력받는 단계
S100
단계 S100에서 입력받은 심전도 원신호로부터 차분신호를 도출하는 단계
S200
단계 S200에서 도출된 차분신호에서 미리 정해진 주파수 이상의 고주파수 노이즈를 제거하는 단계
S300
단계 S300에서 노이즈가 제거된 신호를 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화(Thresholding) 처리하는 단계
S400
단계 S400에서 문턱치화된 값을 이용하여 R파 위치를 결정하는 단계
S500

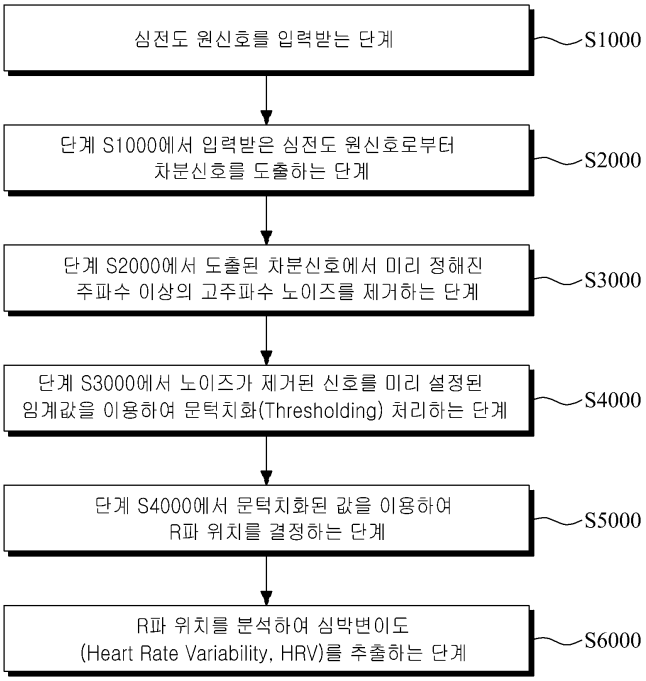
도면4


이동형 심전도 장치로부터 실시간으로 전달받은 심전도 원신호를 입력받는 단계
S100'
단계 S100에서 입력받은 심전도 원신호를 시간에 따라 차분하여 차분신호를 도출하는 단계
S200'
단계 S200에서 도출된 차분신호에서 400Hz 이상의 주파수를 가지는 고주파수 노이즈를 제거하는 단계
S300'
단계 S300에서 노이즈가 제거된 신호를 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화(Thresholding) 처리하되, 노이즈가 제거된 신호값이 미리 설정된 임계값보다 낮으면, 미리 정해진 값으로 변경하여 출력하고, 미리 설정된 임계값보다 높거나 같으면 변경 없이 출력하는 단계
S400'
단계 S400에서 문턱치화된 값을 이용하여 R파 위치를 결정하는 단계
S500'
미리 정해진 시간 동안에 입력, 도출 및 처리되어 얻은 문턱치화된 값 중에서 가장 높은 값(Max값)을 R 피크값으로 선정하는 단계
S510
도출된 R 피크값을 기준으로 p파, QRS파 및 T파를 포함하는 기준 윈도우를 설정하는 단계
S600

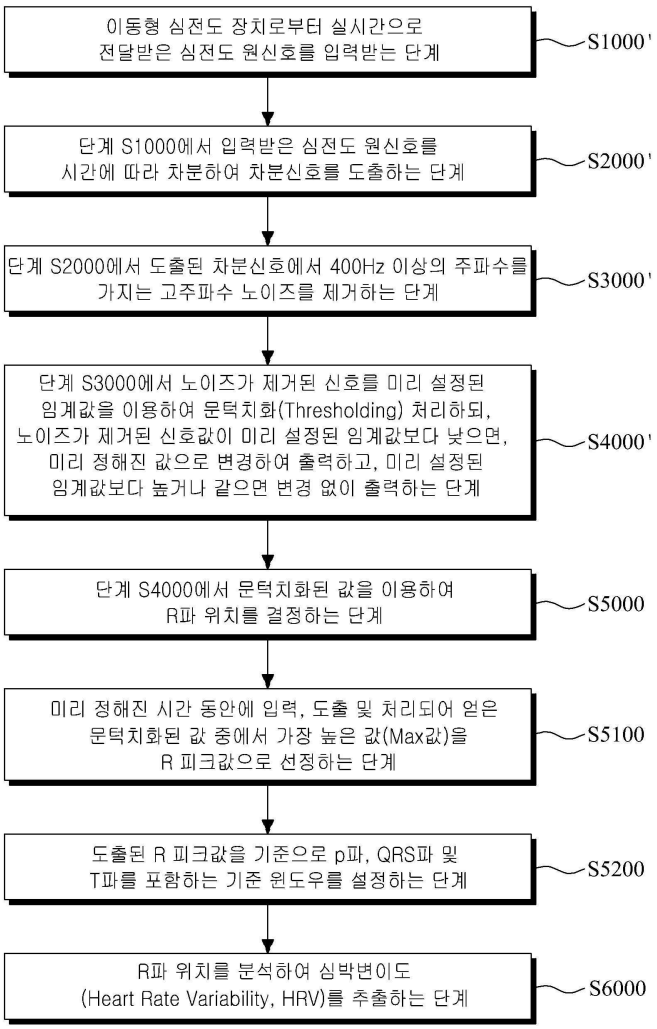
도면5


R피크

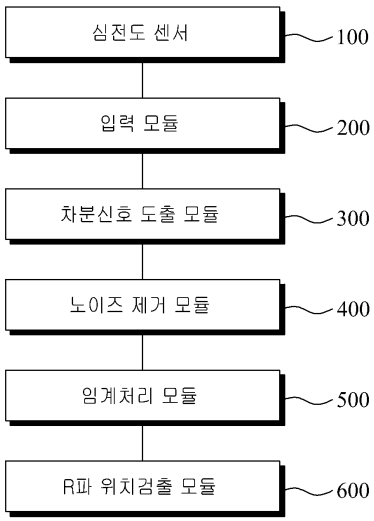
도면6


심전도 원신호를 입력받는 단계
S1000
단계 S1000에서 입력받은 심전도 원신호로부터 차분신호를 도출하는 단계
S2000
단계 S2000에서 도출된 차분신호에서 미리 정해진 주파수 이상의 고주파수 노이즈를 제거하는 단계
S3000
단계 S3000에서 노이즈가 제거된 신호를 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화(Thresholding) 처리하는 단계
S4000
단계 S4000에서 문턱치화된 값을 이용하여 R파 위치를 결정하는 단계
S5000
R파 위치를 분석하여 심박변이도 (Heart Rate Variability, HRV)를 추출하는 단계
S6000

도면7


이동형 심전도 장치로부터 실시간으로 전달받은 심전도 원신호를 입력받는 단계
S1000'
단계 S1000에서 입력받은 심전도 원신호를 시간에 따라 차분하여 차분신호를 도출하는 단계
S2000'
단계 S2000에서 도출된 차분신호에서 400Hz 이상의 주파수를 가지는 고주파수 노이즈를 제거하는 단계
S3000'
단계 S3000에서 노이즈가 제거된 신호를 미리 설정된 임계값을 이용하여 문턱치화(Thresholding) 처리하되, 노이즈가 제거된 신호값이 미리 설정된 임계값보다 낮으면, 미리 정해진 값으로 변경하여 출력하고, 미리 설정된 임계값보다 높거나 같으면 변경 없이 출력하는 단계
S4000'
단계 S4000에서 문턱치화된 값을 이용하여 R파 위치를 결정하는 단계
S5000
미리 정해진 시간 동안에 입력, 도출 및 처리되어 얻은 문턱치화된 값 중에서 가장 높은 값(Max값)을 R 피크값으로 선정하는 단계
S5100
도출된 R 피크값을 기준으로 p파, QRS파 및 T파를 포함하는 기준 윈도우를 설정하는 단계
S5200
R파 위치를 분석하여 심박변이도 (Heart Rate Variability, HRV)를 추출하는 단계
S6000

도면8


심전도 센서
100
입력 모듈
200
차분신호 도출 모듈
300
노이즈 제거 모듈
400
임계처리 모듈
500
R파 위치검출 모듈
600