



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년10월22일

(11) 등록번호 10-2168657

(24) 등록일자 2020년10월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/0456 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0088002

(22) 출원일자 2013년07월25일

심사청구일자 2018년07월19일

(65) 공개번호 10-2015-0012462

(43) 공개일자 2015년02월04일

(56) 선행기술조사문헌

KR101245445 B1*

KR1020120113530 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

임형준

서울특별시 영등포구 당산로4길 12 문래자이아파트 112동 2103호

이유진

서울시 서대문구 성산로 50 연세대학교 제 1공학관 a439

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

정홍식, 김태현

전체 청구항 수 : 총 12 항

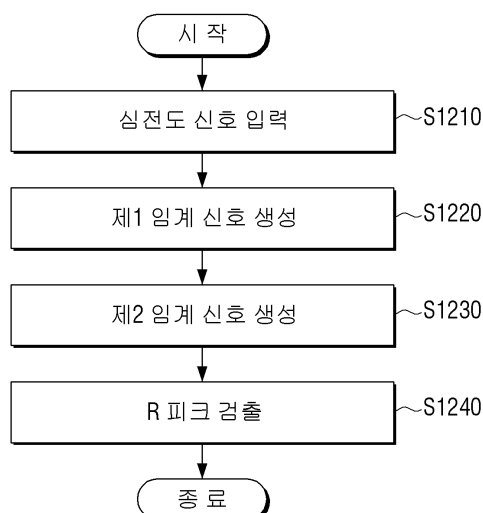
심사관 : 서광욱

(54) 발명의 명칭 R 피크 검출을 위한 심전도 장치 및 방법

(57) 요약

R 피크 검출을 위한 심전도 장치 및 방법이 개시된다. 본 발명에 따른 심전도(Electrocardiogram : ECG) 신호로부터 R 피크 검출 방법에 있어서, 방법은 심전도 신호의 구간별 진폭 레벨 중 가장 높은 진폭 레벨보다 상대적으로 낮은 임계값을 포함하는 제1 임계 신호를 생성하는 단계, 심전도 신호의 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨보다 상대적으로 낮은 임계값을 포함하는 제2 임계 신호를 생성하는 단계 및 제1 및 제2 임계 신호에 기초하여 상기 심전도 신호의 R 피크 구간을 검출하는 단계를 포함한다. 이에 따라, 심전도 장치는 심전도 신호의 진폭 레벨과 기울기 레벨 각각에 대한 임계값을 이용하여 R 피크를 검출함으로써, 오류 없이 정확한 R 피크를 검출할 수 있다.

대표도 - 도12



(72) 발명자

황도식

서울시 서대문구 성산로 262 연세대학교 전기전자
공학과

김영태

경기도 성남시 분당구 판교원로 207 판교원마을5단
지아파트 506동 502호

심환

경기도 용인시 기흥구 흥덕3로 20 신동아파밀리에
아파트 1206동 202호

명세서

청구범위

청구항 1

심전도(Electrocardiogram : ECG) 신호로부터 R 피크 검출 방법에 있어서,

상기 심전도 신호의 구간별 진폭 레벨 중 가장 높은 진폭 레벨보다 상대적으로 낮은 임계값을 포함하는 제1 임계 신호를 생성하는 단계;

상기 심전도 신호의 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨보다 상대적으로 낮은 임계값을 포함하는 제2 임계 신호를 생성하는 단계; 및

상기 제1 및 제2 임계 신호에 기초하여 상기 심전도 신호의 R 피크 구간을 검출하는 단계;

를 포함하고,

상기 R 피크 구간을 검출하는 단계는,

상기 심전도 신호의 구간별 진폭 레벨과 상기 제1 임계 신호의 구간별 임계값을 각각 비교하여 상기 심전도 신호의 진폭 레벨이 상기 제1 임계 신호의 임계값보다 큰 적어도 하나의 제1 구간을 획득하는 단계,

상기 적어도 하나의 제1 구간에서 상기 심전도 신호의 기울기 레벨이 상기 제2 임계 신호의 임계값보다 큰 구간을 R 피크 구간으로 검출하는 단계를 포함하는 R 피크 검출 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1 임계 신호를 생성하는 단계는,

이동 평균(Moving Average : MA) 필터를 이용하여 상기 심전도 신호의 고주파 성분이 제거되도록 스무딩된 제1 가이드 신호를 생성하는 단계;

상기 제1 가이드 신호에 기초하여 상기 심전도 신호에 대한 제2 가이드 신호를 생성하는 단계;

지수 가중 이동 평균(Exponential Weighted Moving Average : EWMA) 필터를 이용하여 상기 제2 가이드 신호 및 상기 심전도 신호에 대한 제1 및 제2 임시 임계 신호를 생성하는 단계; 및

상기 생성된 제1 및 제2 임시 임계 신호의 조합으로 상기 제1 임계 신호를 생성하는 단계;를 포함하며,

상기 제1 임계 신호는,

상기 심전도 신호의 구간별 진폭 레벨 중 가장 높은 진폭 레벨을 가지는 구간을 제외한 나머지 구간의 진폭 레벨보다 높은 임계값을 포함하는 것을 특징으로 하는 R 피크 검출 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제2 가이드 신호를 생성하는 단계는,

상기 심전도 신호와 상기 제1 가이드 신호 간의 대응되는 구간별 진폭 레벨을 비교하여, 상기 심전도 신호의 진폭 레벨이 큰 구간을 상기 심전도 신호의 진폭 레벨을 적용하고,

상기 심전도 신호의 진폭 레벨이 작은 구간을 상기 진폭 레벨이 작은 구간과 대응되는 상기 제1 가이드 신호 구간의 진폭 레벨에서 상기 작은 구간의 진폭 레벨의 차로부터 산출된 진폭 레벨로 적용하여 생성하는 것을 특징으로 하는 R 피크 검출 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 제1 임시 임계 신호는,

상기 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 상기 제2 가이드 신호의 고주파 성분이 제거되도록 스무딩된 신호이며,

상기 제2 임시 임계 신호는,

상기 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 상기 심전도 신호를 스무딩하여 상기 심전도 신호의 가장 높은 진폭 레벨보다 낮은 진폭 레벨을 가지면서, 상기 심전도 신호와 유사한 레벨을 가지는 신호인 것을 특징으로 하는 R 피크 검출 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제2 임계 신호를 생성하는 단계는,

상기 심전도 신호의 구간별 레벨에 기초하여 각 구간별 기울기 레벨을 산출하는 단계; 및

지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 상기 구간별 산출된 기울기 레벨을 갖는 상기 심전도 신호를 스무딩하여 상기 제2 임계 신호를 생성하는 단계;를 포함하며,

상기 제2 임계 신호는,

상기 심전도 신호의 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨을 가지는 구간을 제외한 나머지 구간의 기울기 레벨보다 높은 임계값을 포함하는 것을 특징으로 하는 R 피크 검출 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제2 임계 신호를 생성하는 단계는,

상기 심전도 신호의 구간별 레벨에 기초하여 각 구간별 기울기 레벨을 산출하는 단계;

지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 상기 구간별 산출된 기울기 레벨을 갖는 상기 심전도 신호를 스무딩하여 제1 임시 임계 신호를 생성하는 단계;

상기 각 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨과 가장 낮은 기울기 레벨의 차로부터 산출된 절대값과, 상기 가장 낮은 기울기 레벨과 두번째 높은 기울기 레벨의 차로부터 산출된 절대값의 비율에 따라 상기 제1 임시 임계 신호의 구간별 레벨이 조정된 제2 임시 임계 신호를 생성하는 단계; 및

상기 제1 및 제2 임시 임계 신호의 조합으로 상기 제2 임계 신호를 생성하는 단계;를 포함하며,

상기 제2 임계 신호는,

상기 심전도 신호의 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨을 가지는 구간을 제외한 나머지 구간의 기울기 레벨보다 높은 임계값을 포함하는 것을 특징으로 하는 R 피크 검출 방법.

청구항 7

심전도 장치에 있어서,

심전도 신호를 입력받는 입력부;

상기 입력된 심전도 신호의 구간별 진폭 레벨 중 가장 높은 진폭 레벨보다 상대적으로 낮은 임계값을 포함하는 제1 임계 신호를 생성하는 제1 신호 생성부;

상기 심전도 신호의 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨보다 상대적으로 낮은 임계값을 포함하는 제2 임계 신호를 생성하는 제2 신호 생성부; 및

상기 제1 및 제2 임계 신호에 기초하여 상기 심전도 신호의 R 피크 구간을 검출하는 제어부;

를 포함하고,

상기 제어부는

상기 R 피크 구간을 검출하는 단계는,

상기 심전도 신호의 구간별 진폭 레벨을 상기 제1 임계 신호의 구간별 임계값과 각각 비교하여 상기 심전도 신호의 진폭 레벨이 상기 제1 임계 신호의 임계값보다 큰 적어도 하나의 제1 구간을 획득하고,

상기 적어도 하나의 제1 구간에서 상기 심전도 신호의 기울기 레벨이 상기 제2 임계 신호의 임계값보다 큰 구간을 R 피크 구간으로 검출하는 심전도 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제1 신호 생성부는,

이동 평균(Moving Average : MA) 필터를 이용하여 상기 심전도 신호의 고주파 성분이 제거되도록 스무딩된 제1 가이드 신호 및 상기 제1 가이드 신호에 기초하여 상기 심전도 신호에 대한 제2 가이드 신호를 생성하는 가이드 신호 생성부; 및

지수 가중 이동 평균(Exponential Weighted Moving Average : EWMA) 필터를 이용하여 상기 제2 가이드 신호 및 상기 심전도 신호에 대한 제1 및 제2 임시 임계 신호를 생성하고, 상기 생성된 제1 및 제2 임시 임계 신호의 조합으로 상기 제1 임계 신호를 생성하는 제1 임계 신호 생성부;를 포함하며,

상기 제1 임계 신호는,

상기 심전도 신호의 구간별 진폭 레벨 중 가장 높은 진폭 레벨을 가지는 구간을 제외한 나머지 구간의 진폭 레벨보다 높은 임계값을 포함하는 것을 특징으로 하는 심전도 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 가이드 신호 생성부는,

상기 심전도 신호와 상기 제1 가이드 신호 간의 대응되는 구간별 진폭 레벨을 비교하여, 상기 심전도 신호의 진폭 레벨이 큰 구간을 상기 심전도 신호의 진폭 레벨을 적용하고,

상기 심전도 신호의 진폭 레벨이 작은 구간을 상기 진폭 레벨이 작은 구간과 대응되는 상기 제1 가이드 신호 구간의 진폭 레벨에서 상기 작은 구간의 진폭 레벨의 차로부터 산출된 진폭 레벨로 적용하여 상기 제2 가이드 신호를 생성하는 것을 특징으로 하는 심전도 장치.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 제1 임시 임계 신호는,

상기 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 상기 제2 가이드 신호의 고주파 성분이 제거되도록 스무딩된 신호이며,

상기 제2 임시 임계 신호는,

상기 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 상기 심전도 신호를 스무딩하여 상기 심전도 신호의 가장 높은 진폭 레벨보다 낮은 진폭 레벨을 가지면서, 상기 심전도 신호와 유사한 레벨을 가지는 신호인 것을 특징으로 하는 심전도 장치.

청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 제2 신호 생성부는,

상기 심전도 신호의 구간별 레벨에 기초하여 각 구간별 기울기 레벨을 산출하는 산출부; 및

지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 상기 구간별 산출된 기울기 레벨을 갖는 상기 심전도 신호를 스무딩하여 상기 제2 임계 신호를 생성하는 제2 임계 신호 생성부;를 포함하며,

상기 제2 임계 신호는,

상기 심전도 신호의 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨을 가지는 구간을 제외한 나머지 구간의 기울기 레벨보다 높은 임계값을 포함하는 것을 특징으로 하는 심전도 장치.

청구항 12

제 7 항에 있어서,

상기 제2 신호 생성부는,

상기 심전도 신호의 구간별 레벨에 기초하여 각 구간별 기울기 레벨을 산출하는 산출부; 및

지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 상기 구간별 산출된 기울기 레벨을 갖는 상기 심전도 신호를 스무딩하여 제1 임시 임계 신호를 생성하고,

상기 각 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨과 가장 낮은 기울기 레벨의 차로부터 산출된 절대값과, 상기 가장 낮은 기울기 레벨과 두번째 높은 기울기 레벨의 차로부터 산출된 절대값의 비율에 따라 상기 제1 임시 임계 신호의 구간별 레벨이 조정된 제2 임시 임계 신호를 생성하며,

상기 제1 및 제2 임시 임계 신호의 조합으로 상기 제2 임계 신호를 생성하는 제2 임계 신호 생성부;를 포함하며,

상기 제2 임계 신호는,

상기 심전도 신호의 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨을 가지는 구간을 제외한 나머지 구간의 기울기 레벨보다 높은 임계값을 가지는 것을 특징으로 하는 심전도 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 심전도 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 R 피크 검출을 위한 심전도 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 심전도 신호로부터 R 피크를 검출하는 방법과 관련하여 다양한 기술이 제안되고 있다.

[0003] 대표적인 R 피크 검출 방법으로 필터링된 심전도 신호의 진폭 레벨을 이용하여 R 피크의 임계값을 설정하는 방법이 있다. 이 같은 R 피크 검출 방법은 심전도 신호의 진폭 레벨을 이용하여 R 피크의 임계값을 설정하고, 임계값보다 큰 피크값을 가지는 구간을 R 피크 구간으로 검출한다.

[0004] 그러나, 이 같은 종래의 R 피크 검출 방법은 단순히, 심전도 신호의 진폭 레벨을 이용하여 R 피크의 임계값을 설정하기 때문에 심전도 신호에 포함된 T 파형의 피크 구간 혹은 P 파형의 피크 구간이 R 피크 구간보다 큰 경우, 해당 구간을 R 피크 구간으로 잘못 판단하는 문제가 발생한다.

발명의 내용

[0005] 상술한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 발명의 목적은, 심전도 신호로부터 정확한 R 피크 구간을 검출하도록 하기 위함을 목적으로 한다.

[0006] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른, 심전도(Electrocardiogram : ECG) 신호로부터 R 피크 검출 방법에 있어서, 상기 방법은 상기 심전도 신호의 구간별 진폭 레벨 중 가장 높은 진폭 레벨보다 상대적으로 낮은 임계값을 포함하는 제1 임계 신호를 생성하는 단계, 상기 심전도 신호의 구간별 기울기 레벨 중 가장

높은 기울기 레벨보다 상대적으로 낮은 임계값을 포함하는 제2 임계 신호를 생성하는 단계 및 상기 제1 및 제2 임계 신호에 기초하여 상기 심전도 신호의 R 피크 구간을 검출하는 단계를 포함한다.

[0007] 그리고, 상기 제1 임계 신호를 생성하는 단계는, 이동 평균(Moving Average : MA) 필터를 이용하여 상기 심전도 신호의 고주파 성분이 제거되도록 스무딩된 제1 가이드 신호를 생성하는 단계, 상기 제1 가이드 신호에 기초하여 상기 심전도 신호에 대한 제2 가이드 신호를 생성하는 단계, 지수 가중 이동 평균(Exponential Weighted Moving Average : EWMA) 필터를 이용하여 상기 제2 가이드 신호 및 상기 심전도 신호에 대한 제1 및 제2 임시 임계 신호를 생성하는 단계 및 상기 생성된 제1 및 제2 임시 임계 신호의 조합으로 상기 제1 임계 신호를 생성하는 단계를 포함하며, 상기 제1 임계 신호는, 상기 심전도 신호의 구간별 진폭 레벨 중 가장 높은 진폭 레벨을 가지는 구간을 제외한 나머지 구간의 진폭 레벨보다 높은 임계값을 포함할 수 있다.

[0008] 또한, 상기 제2 가이드 신호를 생성하는 단계는, 상기 심전도 신호와 상기 제1 가이드 신호 간의 대응되는 구간별 진폭 레벨을 비교하여, 상기 심전도 신호의 진폭 레벨이 큰 구간을 상기 심전도 신호의 진폭 레벨을 적용하고, 상기 심전도 신호의 진폭 레벨이 작은 구간을 상기 진폭 레벨이 작은 구간과 대응되는 상기 제1 가이드 신호 구간의 진폭 레벨에서 상기 작은 구간의 진폭 레벨의 차로부터 산출된 진폭 레벨로 적용하여 생성할 수 있다.

[0009] 그리고, 상기 제1 임시 임계 신호는, 상기 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 상기 제2 가이드 신호의 고주파 성분이 제거되도록 스무딩된 신호이며, 상기 제2 임시 임계 신호는, 상기 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 상기 심전도 신호를 스무딩하여 상기 심전도 신호의 가장 높은 진폭 레벨보다 낮은 진폭 레벨을 가지면서, 상기 심전도 신호와 유사한 레벨을 가지는 신호일 수 있다.

[0010] 또한, 상기 제2 임계 신호를 생성하는 단계는, 상기 심전도 신호의 구간별 레벨에 기초하여 각 구간별 기울기 레벨을 산출하는 단계 및 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 상기 구간별 산출된 기울기 레벨을 갖는 상기 심전도 신호를 스무딩하여 상기 제2 임계 신호를 생성하는 단계를 포함하며, 상기 제2 임계 신호는, 상기 심전도 신호의 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨을 가지는 구간을 제외한 나머지 구간의 기울기 레벨보다 높은 임계값을 포함할 수 있다.

[0011] 그리고, 상기 제2 임계 신호를 생성하는 단계는, 상기 심전도 신호의 구간별 레벨에 기초하여 각 구간별 기울기 레벨을 산출하는 단계, 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 상기 구간별 산출된 기울기 레벨을 갖는 상기 심전도 신호를 스무딩하여 제1 임시 임계 신호를 생성하는 단계, 상기 각 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨과 가장 낮은 기울기 레벨의 차로부터 산출된 절대값과, 상기 가장 낮은 기울기 레벨과 두번째 높은 기울기 레벨의 차로부터 산출된 절대값의 비율에 따라 상기 제1 임시 임계 신호의 구간별 레벨이 조정된 제2 임시 임계 신호를 생성하는 단계 및 상기 제1 및 제2 임시 임계 신호의 조합으로 상기 제2 임계 신호를 생성하는 단계를 포함하며, 상기 제2 임계 신호는, 상기 심전도 신호의 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨을 가지는 구간을 제외한 나머지 구간의 기울기 레벨보다 높은 임계값을 포함할 수 있다.

[0012] 한편, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른, 심전도 장치에 있어서, 상기 심전도 장치는 심전도 신호를 입력받는 입력부, 상기 입력된 심전도 신호의 구간별 진폭 레벨 중 가장 높은 진폭 레벨보다 상대적으로 낮은 임계값을 포함하는 제1 임계 신호를 생성하는 제1 신호 생성부, 상기 심전도 신호의 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨보다 상대적으로 낮은 임계값을 포함하는 제2 임계 신호를 생성하는 제2 신호 생성부 및 상기 제1 및 제2 임계 신호에 기초하여 상기 심전도 신호의 R 피크 구간을 검출하는 제어부를 포함한다.

[0013] 그리고, 상기 제1 신호 생성부는, 이동 평균(Moving Average : MA) 필터를 이용하여 상기 심전도 신호의 고주파 성분이 제거되도록 스무딩된 제1 가이드 신호 및 상기 제1 가이드 신호에 기초하여 상기 심전도 신호에 대한 제2 가이드 신호를 생성하는 가이드 신호 생성부 및 지수 가중 이동 평균(Exponential Weighted Moving Average : EWMA) 필터를 이용하여 상기 제2 가이드 신호 및 상기 심전도 신호에 대한 제1 및 제2 임시 임계 신호를 생성하고, 상기 생성된 제1 및 제2 임시 임계 신호의 조합으로 상기 제1 임계 신호를 생성하는 제1 임계 신호 생성부;를 포함하며, 상기 제1 임계 신호는, 상기 심전도 신호의 구간별 진폭 레벨 중 가장 높은 진폭 레벨을 가지는 구간을 제외한 나머지 구간의 진폭 레벨보다 높은 임계값을 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 가이드 신호 생성부는, 상기 심전도 신호와 상기 제1 가이드 신호 간의 대응되는 구간별 진폭 레벨을 비교하여, 상기 심전도 신호의 진폭 레벨이 큰 구간을 상기 심전도 신호의 진폭 레벨을 적용하고, 상기 심전도 신호의 진폭 레벨이 작은 구간을 상기 진폭 레벨이 작은 구간과 대응되는 상기 제1 가이드 신호 구간의 진폭

레벨에서 상기 작은 구간의 진폭 레벨의 차로부터 산출된 진폭 레벨로 적용하여 상기 제2 가이드 신호를 생성할 수 있다.

[0015] 그리고, 상기 제1 임시 임계 신호는, 상기 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 상기 제2 가이드 신호의 고주파 성분이 제거되도록 스무딩된 신호이며, 상기 제2 임시 임계 신호는, 상기 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 상기 심전도 신호를 스무딩하여 상기 심전도 신호의 가장 높은 진폭 레벨보다 낮은 진폭 레벨을 가지면서, 상기 심전도 신호와 유사한 레벨을 가지는 신호일 수 있다.

[0016] 또한, 상기 제2 신호 생성부는, 상기 심전도 신호의 구간별 레벨에 기초하여 각 구간별 기울기 레벨을 산출하는 산출부 및 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 상기 구간별 산출된 기울기 레벨을 갖는 상기 심전도 신호를 스무딩하여 상기 제2 임계 신호를 생성하는 제2 임계 신호 생성부를 포함하며, 상기 제2 임계 신호는, 상기 심전도 신호의 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨을 가지는 구간을 제외한 나머지 구간의 기울기 레벨보다 높은 임계값을 포함할 수 있다.

[0017] 그리고, 상기 제2 신호 생성부는, 상기 심전도 신호의 구간별 레벨에 기초하여 각 구간별 기울기 레벨을 산출하는 산출부 및 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 상기 구간별 산출된 기울기 레벨을 갖는 상기 심전도 신호를 스무딩하여 제1 임시 임계 신호를 생성하고, 상기 각 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨과 가장 낮은 기울기 레벨의 차로부터 산출된 절대값과, 상기 가장 낮은 기울기 레벨과 두번째 높은 기울기 레벨의 차로부터 산출된 절대값의 비율에 따라 상기 제1 임시 임계 신호의 구간별 레벨이 조정된 제2 임시 임계 신호를 생성하며, 상기 제1 및 제2 임시 임계 신호의 조합으로 상기 제2 임계 신호를 생성하는 제2 임계 신호 생성부를 포함하며, 상기 제2 임계 신호는, 상기 심전도 신호의 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨을 가지는 구간을 제외한 나머지 구간의 기울기 레벨보다 높은 임계값을 가질 수 있다.

[0018] 상술한 바와 같이, 본 발명의 다양한 실시예에 따르면, 심전도 장치는 심전도 신호의 진폭 레벨과 기울기 레벨 각각에 대한 임계값을 이용하여 R 피크를 검출함으로써, 오류 없이 정확한 R 피크를 검출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 심전도 장치의 블록도,
 도 2는 본 발명의 제1 신호 생성부의 세부 블록도,
 도 3은 본 발명의 제2 신호 생성부의 세부 블록도,
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 ECG 신호의 진폭 레벨에 기초하여 제1 가이드 신호를 생성하는 예시도,
 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 가이드 신호에 기초하여 제2 가이드 신호를 생성하는 예시도,
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 가이드 신호에 기초하여 제1 임계 신호를 생성하는 예시도,
 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 ECG 신호에 기초하여 제2 임시 임계 신호를 생성하는 예시도,
 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 및 제2 임시 임계 신호에 기초하여 제1 임계 신호를 생성하는 예시도,
 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 ECG 신호의 기울기 레벨에 기초하여 제1 임시 임계 신호를 생성하는 예시도,
 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 CG 신호의 기울기 레벨에 기초하여 제2 임시 임계 신호를 생성하는 예시도,
 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 및 제2 임시 임계 신호에 기초하여 제2 임계 신호를 생성하는 예시도,
 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 ECG 신호로부터 R 피크 구간을 검출하는 방법의 흐름도,
 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 심전도 장치에서 제1 임계 신호를 생성하는 방법의 흐름도,
 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 심전도 장치에서 제2 임계 신호를 생성하는 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시 예를 보다 상세하게 설명한다.

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 심전도 장치의 블록도이다.

- [0022] 도 1에 도시된 바와 같이, 심전도 장치는 입력부(110), 제1 신호 생성부(120), 제2 신호 생성부(130), 저장부(140) 및 제어부(150)를 포함한다.
- [0023] 입력부(110)는 심전도(Electrocardiogram : ECG) 신호(이하 ECG 신호라 함)를 입력받는다. 여기서, 입력부(110)를 통해 입력된 ECG 신호는 아날로그 신호이다. 따라서, 입력부(110)를 통해 아날로그인 ECG 신호가 입력되면, 전처리부(미도시) 및 A/D 변환부(미도시)를 통해 노이즈가 제거된 디지털 신호로 변환될 수 있다. 이 같이, 입력된 ECG 신호를 신호 처리하는 과정은 공지된 기술이기에 본 발명에서는 상세한 설명을 생략하도록 한다.
- [0024] 제1 신호 생성부(120) 및 제2 신호 생성부(120)는 신호 처리된 ECG 신호로부터 특징점 중 R 피크에 대한 특징점을 검출하기 위한 임계 신호를 생성하기 위한 구성이다. 일반적으로, ECG 신호는 QRS 컴플렉스 파형, P 파형 및 T 파형을 포함한다. 여기서, QRS 컴플렉스 파형은 방실 결절의 전기적인 자극이 푸르키니에 섬유(Purkinje Fibres)를 통해 심근 세로로 전도되면서 나타나는 파형으로써, 심장 수축이 일어날 때 발생하는 파형이다. 이 같은 QRS 컴플렉스 파형은 Q 피크, R 피크 및 S 피크 구간을 가지고 있으며, 이중 R 피크 구간은 ECG 신호에서 가장 큰 진폭과 기울기를 갖는 구간으로써, 심장 주기의 이상 유무를 진단하는데 이용된다.
- [0025] 그리고, P 파형은 심방 수축의 전기적 활동 표시를 나타내는 파형으로써, 구체적으로, 동방결절(Sinoatrialnode)에서 시작된 전기 자극이 방실결절(Atrioventricularnode)로 전달되면서 나타나는 파형이다. 그리고, T 파형은 심실이 다시 흥분할 수 있도록 재분극 되면서 나타나는 파형이다.
- [0026] 후술할 도 4에 도시된 바와 같이, 신호 처리된 ECG 신호(410)가 입력될 수 있다. 이 경우, ECG 신호(410)의 A 구간은 P 파형의 P 피크 구간이 될 수 있으며, B 구간은 QRS 컴플렉스 파형의 Q 피크 구간이 될 수 있다. 그리고, C 구간은 QRS 컴플렉스 파형의 R 피크 구간이 될 수 있으며, D 구간은 QRS 컴플렉스 파형의 S 피크 구간이 될 수 있다. 마지막으로, E 구간은 T 파형의 T 피크 구간이 될 수 있다.
- [0027] 이 같은 A 내지 E 구간 중 R 피크 구간인 C 구간이 도 4에 도시된 ECG 신호(410)에서 가장 큰 진폭과 기울기를 갖는 구간이 될 수 있다. 따라서, 이 같은 ECG 신호에서 R 피크 구간을 올바르게 검출하기 위해서, 본 발명은 제1 신호 생성부(120) 및 제2 신호 생성부(120)를 통해 가장 큰 진폭과 기울기를 검출하기 위한 임계값을 포함하는 임계 신호를 생성할 수 있다.
- [0028] 구체적으로, 제1 신호 생성부(120)는 신호 처리된 ECG 신호의 구간별 진폭 레벨 중 가장 높은 진폭 레벨보다 상대적으로 낮은 임계값을 포함하는 제1 임계 신호를 생성한다. 이때, 제1 임계 신호는 ECG 신호의 구간별 진폭 레벨 중 가장 높은 진폭 레벨을 가지는 구간을 제외한 나머지 구간의 진폭 레벨보다 높은 임계값을 포함하는 것이 바람직하다. 즉, 제1 임계 신호는 ECG 신호의 구간별 진폭 레벨 중 가장 높은 진폭 레벨을 가지는 구간보다 낮은 진폭 레벨을 가지며, ECG 신호의 나머지 구간별 진폭 레벨보다 높은 진폭 레벨을 가지도록 구간별 임계값이 설정될 수 있다.
- [0029] 그리고, 제2 신호 생성부(130)는 신호 처리된 ECG 신호의 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨보다 상대적으로 낮은 임계값을 포함하는 제2 임계 신호를 생성한다. 이때, 제2 임계 신호는 ECG 신호의 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨을 가지는 구간을 제외한 나머지 구간의 기울기 레벨보다 높은 임계값을 포함하는 것이 바람직하다. 즉, 제2 임계 신호는 ECG 신호의 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨을 가지는 구간보다 낮은 기울기 레벨을 가지며, ECG 신호의 나머지 구간별 기울기 레벨보다 높은 기울기 레벨을 가지도록 구간별 임계값이 설정될 수 있다.
- [0030] 저장부(140)는 제1 및 제2 신호 생성부(120,130)에서 생성된 제1 및 제2 임계 신호를 저장하며, 제어부(150)는 기저장된 제1 및 제2 임계 신호를 참조하여 ECG 신호의 구간별 진폭 레벨 및 기울기 레벨 중 제1 및 제2 임계 신호의 임계값보다 큰 진폭 레벨과 기울기 레벨을 가지는 구간을 R 피크로 검출한다.
- [0031] 구체적으로, 제어부(150)는 기저장된 제1 임계 신호의 각 구간별 임계값과 ECG 신호의 구간별 진폭 레벨을 비교하여 임계값보다 큰 진폭 레벨을 갖는 구간을 획득한다. 이후, 제어부(150)는 기저장된 제2 임계 신호의 각 구간별 임계값 중 기획득한 ECG 신호의 구간의 기울기 레벨과 해당 구간과 대응되는 구간의 임계값을 비교하여 기울기 레벨이 임계값보다 큰 값을 가지는지 여부를 판단한다. 판단 결과, 기울기 레벨이 임계값보다 크면, 제어부(150)는 기획득한 구간을 R 피크 구간으로 검출할 수 있다.
- [0032] 한편, 전술한 제1 및 제2 신호 생성부(120,130)는 도 2 및 도 3과 같은 하위 구성을 포함할 수 있다. 이하에서는, 도 2 및 도 3을 통해 전술한 제1 및 제2 신호 생성부(120,130)를 보다 구체적으로 설명하도록 한다.

- [0033] 도 2는 본 발명의 제1 신호 생성부의 세부 블록도이며, 도 3은 본 발명의 제2 신호 생성부의 세부 블록도이다.
- [0034] 도 2에 도시된 바와 같이, 제1 신호 생성부(120)는 가이드 신호 생성부(121) 및 제1 임계 신호 생성부(123)를 포함한다.
- [0035] 가이드 신호 생성부(121)는 이동 평균(Moving Average : MA) 필터를 이용하여 ECG 신호의 고주파 성분이 제거되도록 스무딩된 제1 가이드 신호 및 제1 가이드 신호에 기초하여 ECG 신호에 대한 제2 가이드 신호를 생성한다.
- [0036] 특히, 제2 가이드 신호를 생성하기 위해서, 가이드 신호 생성부(121)는 ECG 신호와 이동 평균 필터를 이용하여 고주파 성분이 제거되도록 스무딩된 제1 가이드 신호 간의 대응되는 구간별 진폭 레벨을 비교한다. 이 같은 비교를 통해, 가이드 신호 생성부(121)는 각 구간별 레벨 중 ECG 신호의 진폭 레벨이 큰 구간을 ECG 신호의 진폭 레벨로 적용하고, ECG 신호의 진폭 레벨이 작은 구간은 진폭 레벨이 작은 구간과 대응되는 제1 가이드 신호의 구간의 진폭 레벨에서 해당 작은 구간의 진폭 레벨의 차로부터 산출된 진폭 레벨을 적용하여 생성할 수 있다.
- [0037] 그리고, 제1 임계 신호 생성부(123)는 지수 가중 이동 평균(Exponential Weighted Moving Average : EWMA) 필터를 이용하여 가이드 신호 생성부(121)로부터 생성된 제2 가이드 신호 및 ECG 신호에 대한 제1 및 제2 임계 임계 신호를 생성한다. 여기서, 제1 임계 임계 신호는 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 제2 가이드 신호의 고주파 성분이 제거되도록 스무딩된 신호가 될 수 있다. 그리고, 제2 임계 임계 신호는 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 ECG 신호를 스무딩하여 ECG 신호의 가장 높은 진폭 레벨보다 낮은 진폭 레벨을 가지면서, ECG 신호와 유사한 레벨을 가지는 신호가 될 수 있다.
- [0038] 이 같은 제1 및 제2 임계 임계 신호가 생성되면, 제1 임계 신호 생성부(123)는 생성된 제1 및 제2 임계 임계 신호의 조합으로 제1 임계 신호를 생성한다.
- [0039] 일 실시예에 따라, 제1 임계 신호 생성부(123)는 제1 및 제2 임계 임계 신호 간의 서로 대응되는 구간의 진폭 레벨로부터 평균값을 산출하고, 산출된 각 구간별 평균값에 기초하여 제1 임계 신호를 생성할 수 있다.
- [0040] 또다른 실시예에 따라, 제1 임계 신호 생성부(123)는 제1 및 제2 임계 임계 신호 간의 서로 대응되는 구간의 진폭 레벨별로 각각의 계인값을 적용한다. 이후, 제1 임계 신호 생성부(123)는 각 구간별 진폭 레벨에 계인값이 적용된 제1 및 제2 임계 임계 신호를 조합하여 제1 임계 신호를 생성할 수 있다.
- [0041] 한편, 도 3에 도시된 바와 같이, 제2 신호 생성부(130)는 추출부(131) 및 제2 임계 신호 생성부(133)를 포함한다.
- [0042] 산출부(131)는 ECG 신호의 구간별 레벨에 기초하여 각 구간별 기울기 레벨을 산출한다. 실시예에 따라, 산출부(131)는 ECG 신호의 구간별 레벨에 대해서 1차 미분값 적용하여 ECG 신호의 구간별 기울기 레벨을 산출할 수 있다.
- [0043] 이 같은 ECG 신호의 구간별 기울기 레벨이 산출되면, 제2 임계 신호 생성부(133)는 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 구간별 산출된 기울기 레벨을 갖는 ECG 신호를 스무딩하여 제2 임계 신호를 생성한다. 즉, 제2 임계 신호 생성부(133)는 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 구간별 산출된 기울기 레벨 중 기울기 레벨이 가장 높은 구간에 대해서는 해당 구간의 기울기 레벨보다 낮은 임계값을 가지며, 나머지 구간에 대해서는 해당 구간별 기울기 레벨보다 높은 임계값을 갖도록 스무딩하여 제2 임계 신호를 생성할 수 있다.
- [0044] 그러나, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 다음과 같은 동작을 수행하여 보다 정확한 제2 임계 신호를 생성할 수 있다.
- [0045] 구체적으로, 제2 임계 신호 생성부(133)는 추출부(131)를 통해 산출된 ECG 신호의 각 구간별 기울기 레벨을 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 스무딩하여 제1 임계 임계 신호를 생성한다. 전술한 바와 같이, 제2 임계 신호 생성부(133)는 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 구간별 산출된 기울기 레벨 중 기울기 레벨이 가장 높은 구간에 대해서는 해당 구간의 기울기 레벨보다 낮은 임계값을 가지며, 나머지 구간에 대해서는 해당 구간별 기울기 레벨보다 높은 임계값을 갖도록 스무딩하여 제1 임계 임계 신호를 생성할 수 있다.
- [0046] 또한, 제2 임계 신호 생성부(133)는 ECG 신호의 각 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨과 가장 낮은 기울기 레벨의 차로부터 절대값을 산출한다. 여기서, 가장 높은 기울기 레벨을 갖는 구간은 R 피크 구간이 될 수 있으며, 가장 낮은 기울기 레벨을 갖는 구간은 S 피크 구간이 될 수 있다. 따라서, 제2 임계 신호 생성부(133)는 R 피크 구간의 기울기 레벨과 S 피크 구간의 기울기 레벨의 차로부터 절대값을 산출할 수 있다.

- [0047] 이후, 제2 임계 신호 생성부(133)는 ECG 신호의 각 구간별 기울기 레벨 중 가장 낮은 기울기 레벨과 두번째로 높은 기울기 레벨의 차로부터 절대값을 산출한다. 여기서, 가장 낮은 기울기 레벨을 갖은 구간은 S 피크 구간이 될 수 있으며, 두번째로 높은 기울기 레벨을 갖은 구간은 T 피크 구간이 될 수 있다. 따라서, 제2 임계 신호 생성부(133)는 S 피크 구간의 기울기 레벨과 T 피크 구간의 기울기 레벨의 차로부터 절대값을 산출할 수 있다.
- [0048] 이 같은 두 절대값이 산출되면, 제2 임계 신호 생성부(133)는 두 절대값의 비율을 결정하고, 그 결정된 비율 내에서 제1 임계 신호의 구간별 레벨이 조정된 제2 임계 신호를 생성한다. 따라서, 제2 임계 신호 생성부(133)는 제1 및 제2 임계 신호의 조합으로 제2 임계 신호를 생성할 수 있다.
- [0049] 이하에서는 도 4 내지 도 11을 통해 ECG 신호로부터 R 피크를 검출하기 위해 ECG 신호의 구간별 진폭 레벨 및 기울기 레벨에 대한 임계 신호를 적응적으로 생성하는 동작에 대해서 보다 상세히 설명하도록 한다.
- [0050] 도 4 내지 도 8은 ECG 신호의 구간별 진폭 레벨에 기초하여 제1 임계 신호를 생성하는 예시도이며, 도 9 내지 도 11은 ECG 신호의 구간별 기울기 레벨에 기초하여 제2 임계 신호를 생성하는 예시도이다. 먼저, 도 4 내지 도 8을 통해 ECG 신호의 구간별 진폭 레벨에 대한 제1 임계 신호를 생성하는 동작에 대해서 설명하도록 한다.
- [0051] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 ECG 신호의 진폭 레벨에 기초하여 제1 가이드 신호를 생성하는 예시도이며, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 가이드 신호에 기초하여 제2 가이드 신호를 생성하는 예시도이며, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 가이드 신호에 기초하여 제1 임계 신호를 생성하는 예시도이다.
- [0052] 도 4에 도시된 바와 같이, 신호 처리된 ECG 신호(410)에 기초하여 제1 가이드 신호(420)가 생성된다. 전술한 바와 같이, 제1 가이드 신호(420)는 이동 평균 필터를 이용하여 ECG 신호(410)의 고주파 성분이 제거되도록 스무딩된 신호이다.
- [0053] 이 같은 제1 가이드 신호(420)가 생성되면, 도 5에 도시된 바와 같이, ECG 신호(410)와 제1 가이드 신호(420)에 기초하여 제2 가이드 신호(510)가 생성된다. 전술한 바와 같이, 제2 가이드 신호(510)는 ECG 신호(410)와 제1 가이드 신호(420) 간의 대응되는 구간별 진폭 레벨을 비교하여 ECG 신호(410)의 진폭 레벨이 큰 구간은 ECG 신호(410)의 진폭 레벨을 적용하고, ECG 신호(410)의 진폭 레벨이 작은 구간은 해당 구간과 대응되는 제1 가이드 신호(420) 구간의 진폭 레벨에서 ECG 신호(410)의 진폭 레벨의 차로부터 산출된 진폭 레벨을 적용하여 생성된 신호이다.
- [0054] 이 같은 제2 가이드 신호(510)가 생성되면, 도 6에 도시된 바와 같이, 제2 가이드 신호(510)에 기초하여 제1 임계 신호(610)가 생성된다. 전술한 바와 같이, 제1 임계 신호(610)는 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 제2 가이드 신호(510)의 고주파 성분이 제거되도록 스무딩된 신호이다. 따라서, 제2 가이드 신호(510)는 ECG 신호(410)의 R 피크 구간과 T 피크 구간에 대응되는 구간이 상대적으로 낮은 진폭 레벨을 갖도록 스무딩될 수 있다.
- [0055] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 ECG 신호에 기초하여 제2 임계 신호를 생성하는 예시도이며, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 및 제2 임계 신호에 기초하여 제1 임계 신호를 생성하는 예시도이다.
- [0056] 도 7에 도시된 바와 같이, 신호 처리된 ECG 신호(410)에 기초하여 제2 임계 신호(710)가 생성된다. 전술한 바와 같이, 제2 임계 신호(710)는 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 ECG 신호(410)를 스무딩하여 ECG 신호(410)의 가장 높은 진폭 레벨보다 낮은 진폭 레벨을 가지면서, ECG 신호(410)와 유사한 진폭 레벨을 가지는 신호이다. 도시된 바와 같이, ECG 신호(410)의 R 피크 구간인 C 구간은 ECG 신호(410)의 각 구간별 진폭 레벨보다 상대적으로 높은 진폭 레벨로 형성될 수 있다. 따라서, ECG 신호(410)의 R 피크 구간인 C 구간과 대응되는 제2 임계 신호(710)의 C' 구간의 진폭 레벨은 ECG 신호(410)의 C 구간의 진폭 레벨보다 낮은 진폭 레벨로 형성될 수 있다.
- [0057] 이 같이, 제1 및 제2 임계 신호가 생성되면, 도 8에 도시된 바와 같은 최종 제1 임계 신호(810)가 생성된다. 이 같은 제1 임계 신호(810)는 제1 및 제2 임계 신호의 조합으로 생성된 신호이다. 따라서, 제1 및 제2 임계 신호의 조합에 의해 생성된 제1 임계 신호(810)는 도시된 바와 같이, ECG 신호(410)의 R 피크 구간인 C 구간과 대응되는 C' 구간의 진폭 레벨이 ECG 신호(410)의 C 구간의 진폭 레벨보다 작은 진폭 레벨을 가지며, C' 구간을 제외한 나머지 구간의 진폭 레벨이 ECG 신호(410)의 C 구간을 제외한 나머지 구간보다 같거나 큰 진폭 레벨을 가질 수 있다.
- [0058] 따라서, 심전도 장치는 ECG 신호(410)와 제1 임계 신호(810)를 비교하여 제1 임계 신호(810)보다 큰 진폭 레벨

을 가지는 구간을 R 피크 구간으로 예측할 수 있다. 이 같은 R 피크 구간이 예측되면, 심전도 장치는 ECG 신호(410)의 기울기 레벨에 기초하여 생성된 제2 임계 신호에 기초하여 기예측된 R 피크 구간이 올바른 R 피크 구간 인지를 판단한다.

- [0059] 이하에서는 도 9 내지 도 11을 통해 ECG 신호(410)로부터 R 피크를 검출하기 위해 ECG 신호(410)의 구간별 기울기 레벨에 대한 제2 임계 신호(1110)를 적응적으로 생성하는 동작에 대해서 보다 상세히 설명하도록 한다.
- [0060] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 ECG 신호의 기울기 레벨에 기초하여 제1 임시 임계 신호를 생성하는 예시도이며, 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 CG 신호의 기울기 레벨에 기초하여 제2 임시 임계 신호를 생성하는 예시도이며, 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 및 제2 임시 임계 신호에 기초하여 제2 임계 신호를 생성하는 예시도이다.
- [0061] 도 9에 도시된 바와 같이, ECG 신호의 구간별 레벨에 1차 미분값을 적용하여 각 구간별 기울기 레벨을 갖는 ECG 신호(910)가 생성될 수 있다. 이 같은 ECG 신호(910)가 생성되면, 각 구간별 산출된 기울기 레벨을 갖는 ECG 신호(910)에 기초하여 제1 임시 임계 신호(920)가 생성된다. 전술한 바와 같이, 제1 임시 임계 신호(920)는 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 ECG 신호(910)를 스무딩하여 생성된 신호이다.
- [0062] 이 같은 제1 임시 임계 신호(920)가 생성되면, 도 10에 도시된 바와 같이, ECG 신호(910)에 기초하여 제2 임시 임계 신호(1010)가 생성된다. 전술한 바와 같이, 제2 임시 임계 신호(1010)는 ECG 신호(910)의 각 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨과 가장 낮은 기울기 레벨의 차로부터 산출된 절대값과, ECG 신호(910)의 각 구간별 기울기 레벨 중 가장 낮은 기울기 레벨과 두번째로 높은 기울기 레벨의 차로부터 산출된 절대값의 비율에 기초하여 제1 임시 임계 신호(920)의 구간별 레벨이 조정된 신호이다.
- [0063] 이 같은 제1 및 제2 임시 임계 신호(920,1010)가 생성되면, 도 11에 도시된 바와 같이, 제1 및 제2 임시 임계 신호(920,1010)의 조합으로 최종 제2 임계 신호(1110)가 생성된다. 따라서, 제2 임계 신호(1110)는 도시된 바와 같이, ECG 신호(910)의 R 피크 구간인 C 구간과 대응되는 C' 구간의 기울기 레벨이 ECG 신호(910)의 C 구간의 기울기 레벨보다 작은 기울기 레벨을 가지며, C' 구간을 제외한 나머지 구간의 기울기 레벨이 ECG 신호(910)의 C 구간을 제외한 나머지 구간보다 같거나 큰 기울기 레벨을 가질 수 있다.
- [0064] 따라서, 심전도 장치는 전술한 제1 임계 신호(810)를 이용하여 ECG 신호(410)의 R 피크 구간으로 예측되면, R 피크 구간으로 예측된 ECG 신호(410)의 구간과 대응되는 ECG 신호(910) 및 제2 임계 신호(1110) 구간의 기울기 레벨을 비교하여 ECG 신호(910)가 제2 임계 신호(1110)보다 큰 기울기 레벨을 가지는지 여부를 판단한다. 판단 결과, ECG 신호(910)가 제2 임계 신호(1110)보다 큰 기울기 레벨을 가지면, 심전도 장치는 R 피크 구간으로 예측된 구간을 R 피크 구간으로 검출할 수 있다.
- [0065] 지금까지, 본 발명에 따른 심전도 장치의 각 구성 및 동작에 대해서 상세히 설명하였다. 이하에서는, 본 발명에 따른 심전도 장치에서 입력된 ECG 신호로부터 R 피크 구간을 검출하는 방법에 대해서 상세히 설명하도록 한다.
- [0066] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 ECG 신호로부터 R 피크 구간을 검출하는 방법의 흐름도이다.
- [0067] 아날로그 신호인 ECG 신호가 입력되면, 심전도 장치는 입력된 ECG 신호로부터 노이즈 제거 및 디지털 신호로 변환한다(S1210). 이 같이, 입력된 ECG 신호가 신호처리되면, 심전도 장치는 신호 처리된 ECG 신호의 구간별 진폭 레벨 중 가장 높은 진폭 레벨보다 상대적으로 낮은 임계값을 포함하는 제1 임계 신호를 생성한다(S1220). 이때, 제1 임계 신호는 ECG 신호의 구간별 진폭 레벨 중 가장 높은 진폭 레벨을 가지는 구간을 제외한 나머지 구간의 진폭 레벨보다 높은 임계값을 포함하는 것이 바람직하다. 즉, 제1 임계 신호는 ECG 신호의 구간별 진폭 레벨 중 가장 높은 진폭 레벨을 가지는 구간보다 낮은 진폭 레벨을 가지며, ECG 신호의 나머지 구간별 진폭 레벨보다 높은 진폭 레벨을 가지도록 구간별 임계값이 설정될 수 있다.
- [0068] 이 같은 제1 임계 신호가 생성되면, 심전도 장치는 신호 처리된 ECG 신호의 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨보다 상대적으로 낮은 임계값을 포함하는 제2 임계 신호를 생성한다(S1230). 이때, 제2 임계 신호는 ECG 신호의 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨을 가지는 구간을 제외한 나머지 구간의 기울기 레벨보다 높은 임계값을 포함하는 것이 바람직하다. 즉, 제2 임계 신호는 ECG 신호의 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨을 가지는 구간보다 낮은 기울기 레벨을 가지며, ECG 신호의 나머지 구간별 기울기 레벨보다 높은 기울기 레벨을 가지도록 구간별 임계값이 설정될 수 있다.
- [0069] 이 같이, 제1 및 제2 임계 신호가 생성되면, 심전도 장치는 기생성된 제1 및 제2 임계 신호에 기초하여 ECG 신

호의 R 피크 구간을 검출한다(S1240). 구체적으로, 심전도 장치는 기생성된 제1 임계 신호의 각 구간별 임계값과 ECG 신호의 구간별 진폭 레벨을 비교하여 임계값보다 큰 진폭 레벨을 갖는 구간을 획득한다. 이후, 심전도 장치는 기생성된 제2 임계 신호의 각 구간별 임계값 중 기획득한 ECG 신호의 구간의 기울기 레벨과 해당 구간과 대응되는 구간의 임계값을 비교하여 기울기 레벨이 임계값보다 큰 값을 가지는지 여부를 판단한다. 판단 결과, 기울기 레벨이 임계값보다 크면, 심전도 장치는 기획득한 구간을 R 피크 구간으로 검출할 수 있다.

[0070] 이하에서는, 심전도 장치에서 제1 및 제2 임계 신호를 생성하는 방법에 대해서 상세히 설명하도록 한다.

[0071] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 심전도 장치에서 제1 임계 신호를 생성하는 방법의 흐름도이다.

[0072] 도 13에 도시된 바와 같이, 심전도 장치는 이동 평균 필터를 이용하여 ECG 신호의 고주파 성분이 제거되도록 스무딩된 제1 가이드 신호를 생성한다(S1310). 이후, 심전도 장치는 제1 가이드 신호에 기초하여 ECG 신호에 대한 제2 가이드 신호를 생성한다(S1320).

[0073] 이 같은 제2 가이드 신호를 생성하기 위해서, 심전도 장치는 ECG 신호와 이동 평균 필터를 이용하여 고주파 성분이 제거되도록 스무딩된 제1 가이드 신호 간의 대응되는 구간별 진폭 레벨을 비교한다. 이 같은 비교를 통해, 심전도 장치는 각 구간별 레벨 중 ECG 신호의 진폭 레벨이 큰 구간을 ECG 신호의 진폭 레벨로 적용한다. 그리고, 심전도 장치는 ECG 신호의 진폭 레벨이 작은 구간은 진폭 레벨이 작은 구간과 대응되는 제1 가이드 신호의 구간의 진폭 레벨에서 해당 작은 구간의 진폭 레벨의 차로부터 산출된 진폭 레벨을 적용하여 생성할 수 있다.

[0074] 이를 통해 제2 가이드 신호가 생성되면, 심전도 장치는 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 제2 가이드 신호 및 ECG 신호에 대한 제1 및 제2 임시 임계 신호를 생성한다(S1330, S1340). 여기서, 제1 임시 임계 신호는 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 제2 가이드 신호의 고주파 성분이 제거되도록 스무딩된 신호가 될 수 있다. 그리고, 제2 임시 임계 신호는 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 ECG 신호를 스무딩하여 ECG 신호의 가장 높은 진폭 레벨보다 낮은 진폭 레벨을 가지면서, ECG 신호와 유사한 레벨을 가지는 신호가 될 수 있다.

[0075] 이 같은 제1 및 제2 임시 임계 신호가 생성되면, 심전도 장치는 제1 및 제2 임시 임계 신호의 조합으로 제1 임계 신호를 생성한다(S1350).

[0076] 따라서, 심전도 장치는 ECG 신호와 제1 임계 신호를 비교하여 제1 임계 신호보다 큰 진폭 레벨을 가지는 구간을 R 피크 구간으로 예측할 수 있다. 이 같은 R 피크 구간이 예측되면, 심전도 장치는 ECG 신호의 기울기 레벨에 기초하여 생성된 제2 임계 신호에 기초하여 기예측된 R 피크 구간이 올바른 R 피크 구간인지를 판단할 수 있다.

[0077] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 심전도 장치에서 제2 임계 신호를 생성하는 방법의 흐름도이다.

[0078] 도 14에 도시된 바와 같이, 심전도 장치는 ECG 신호의 구간별 레벨에 기초하여 각 구간별 기울기 레벨을 산출한다(S1410). 실시예에 따라, 심전도 장치는 ECG 신호의 구간별 레벨에 대해서 1차 미분값을 적용하여 ECG 신호의 구간별 기울기 레벨을 산출할 수 있다.

[0079] 이 같은 ECG 신호의 구간별 기울기 레벨이 산출되면, 심전도 장치는 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 구간별 산출된 기울기 레벨을 갖는 ECG 신호를 스무딩하여 제1 임시 임계 신호를 생성한다(S1420). 구체적으로, 심전도 장치는 지수 가중 이동 평균 필터를 이용하여 구간별 산출된 기울기 레벨 중 기울기 레벨이 가장 높은 구간에 대해서는 해당 구간의 기울기 레벨보다 낮은 임계값을 가지며, 나머지 구간에 대해서는 해당 구간별 기울기 레벨보다 높은 임계값을 갖도록 스무딩하여 제1 임시 임계 신호를 생성할 수 있다.

[0080] 이 같은 제1 임시 임계 신호가 생성되면, 심전도 장치는 기생성된 제1 임시 임계 신호의 구간별 레벨이 저장된 제2 임시 임계 신호를 생성한다(S1430). 구체적으로, 심전도 장치는 ECG 신호의 각 구간별 기울기 레벨 중 가장 높은 기울기 레벨과 가장 낮은 기울기 레벨의 차로부터 절대값을 산출한다. 여기서, 가장 높은 기울기 레벨을 갖는 구간은 R 피크 구간이 될 수 있으며, 가장 낮은 기울기 레벨을 갖는 구간은 S 피크 구간이 될 수 있다. 따라서, 심전도 장치는 R 피크 구간의 기울기 레벨과 S 피크 구간의 기울기 레벨의 차로부터 절대값을 산출할 수 있다.

[0081] 이후, 심전도 장치는 ECG 신호의 각 구간별 기울기 레벨 중 가장 낮은 기울기 레벨과 두번째로 높은 기울기 레벨의 차로부터 절대값을 산출한다. 여기서, 가장 낮은 기울기 레벨을 갖는 구간은 S 피크 구간이 될 수 있으며, 두번째로 높은 기울기 레벨을 갖는 구간은 T 피크 구간이 될 수 있다. 따라서, 심전도 장치는 S 피크 구간의 기울기 레벨과 T 피크 구간의 기울기 레벨의 차로부터 절대값을 산출할 수 있다.

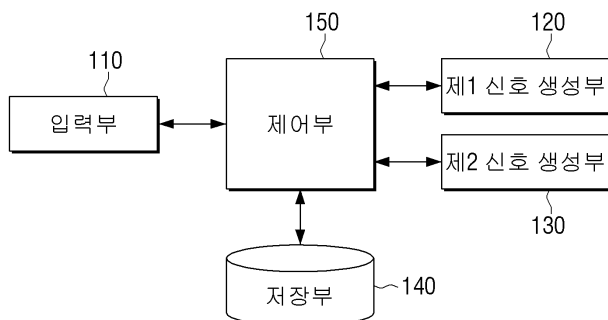
- [0082] 이 같은 두 절대값이 산출되면, 심전도 장치는 두 절대값의 비율을 결정하고, 그 결정된 비율 내에서 제1 임시 임계 신호의 구간별 레벨이 조정된 제2 임시 임계 신호를 생성할 수 있다.
- [0083] 이 같은 제2 임시 임계 신호가 생성되면, 심전도 장치는 제1 임 제2 임시 임계 신호의 조합으로 제2 임계 신호를 생성한다(S1440).
- [0084] 따라서, 심전도 장치는 전술한 제1 임계 신호를 이용하여 ECG 신호의 R 피크 구간으로 예측되면, R 피크 구간으로 예측된 ECG 신호의 구간의 기울기 레벨과 해당 구간과 대응되는 제2 임계 신호 기울기 레벨을 비교하여 ECG 신호가 제2 임계 신호보다 큰 기울기 레벨을 가지는지 여부를 판단한다. 판단 결과, ECG 신호가 제2 임계 신호보다 큰 기울기 레벨을 가지면, 심전도 장치는 R 피크 구간으로 예측된 구간을 R 피크 구간으로 최종 검출할 수 있다.
- [0085] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형 실시예들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

부호의 설명

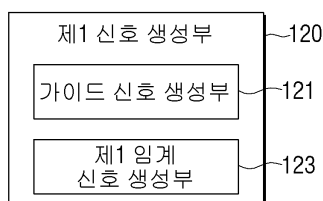
- [0086]
- | | |
|--------------------|--------------------|
| 110 : 입력부 | 120 : 제1 신호 생성부 |
| 121 : 가이드 신호 생성부 | 123 : 제1 임계 신호 생성부 |
| 130 : 제2 신호 생성부 | 131 : 산출부 |
| 133 : 제2 임계 신호 생성부 | 140 : 저장부 |
| 150 : 제어부 | |

도면

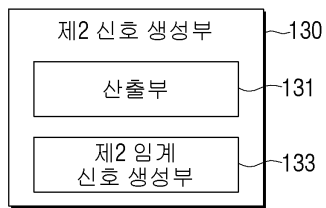
도면1



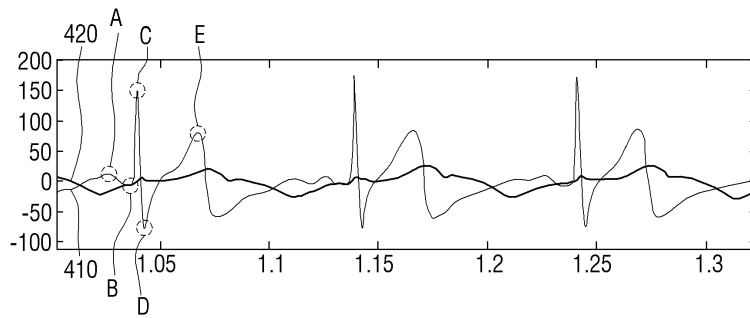
도면2



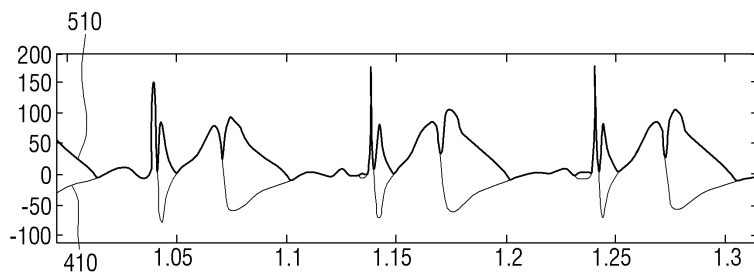
도면3



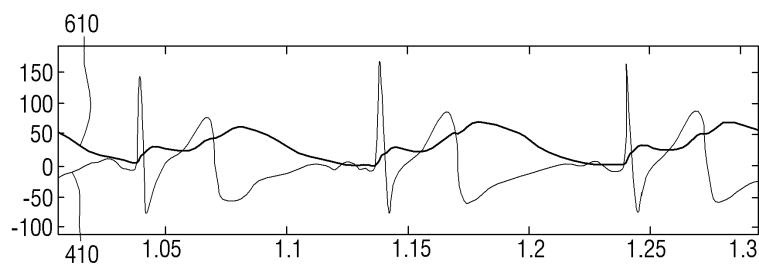
도면4



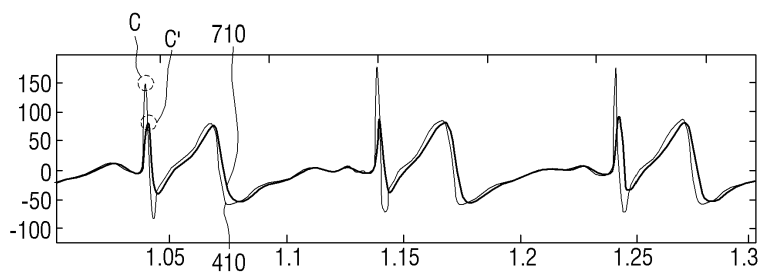
도면5



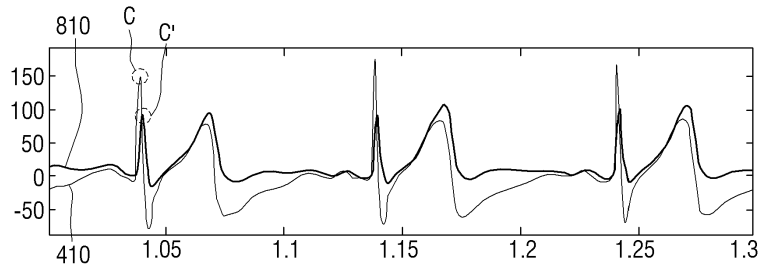
도면6



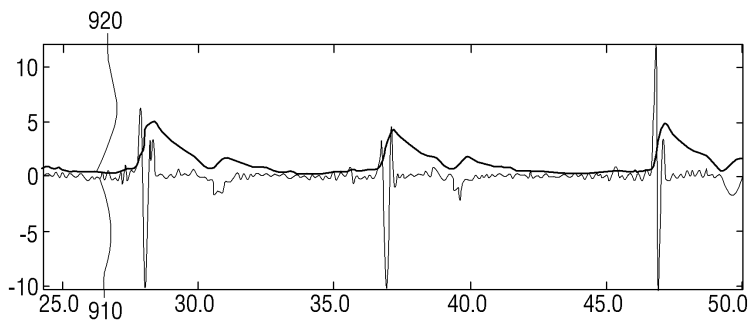
도면7



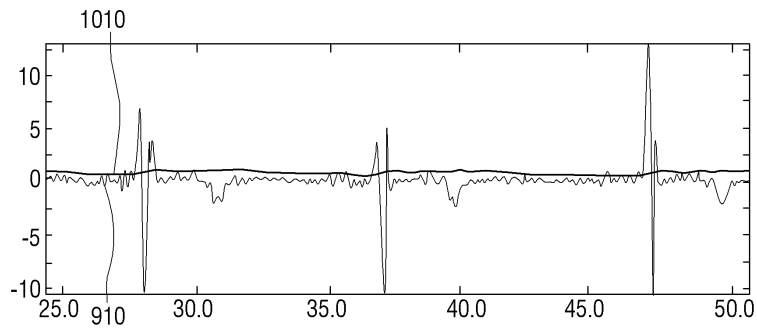
도면8



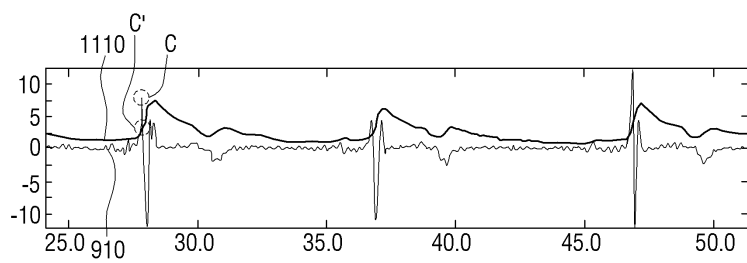
도면9



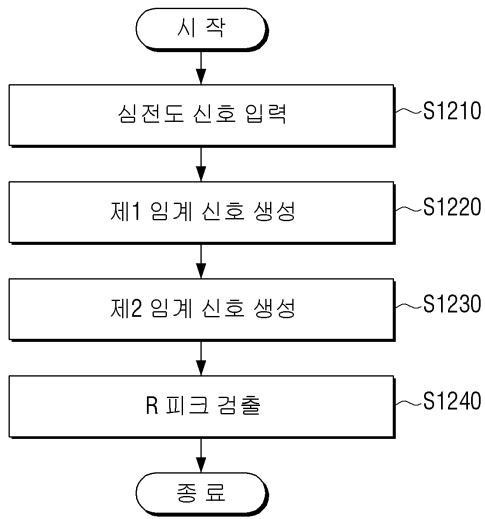
도면10



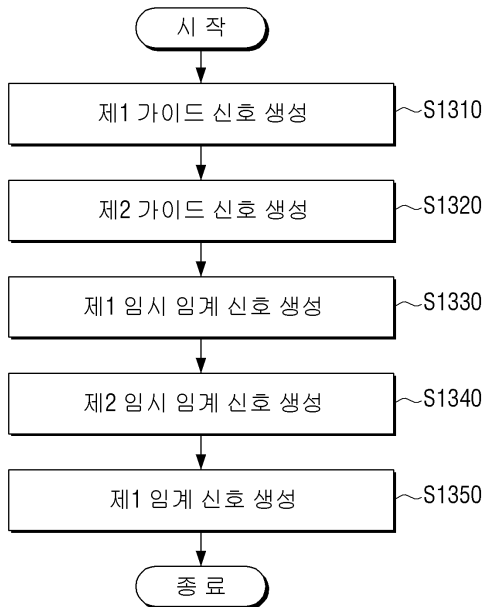
도면11



도면12



도면13



도면14

