



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0037525
(43) 공개일자 2018년04월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/0472 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)
A61B 5/04 (2006.01) A61B 5/0456 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/0472 (2013.01)
A61B 5/04012 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0127809
(22) 출원일자 2016년10월04일
심사청구일자 2017년08월02일

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
(72) 발명자
배대욱
대구광역시 서구 평리로 73길 4
권기우
대구광역시 달서구 월배로11길 33, 116동 2604호
(유천동, 진천역AK그랑폴리스아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인지명

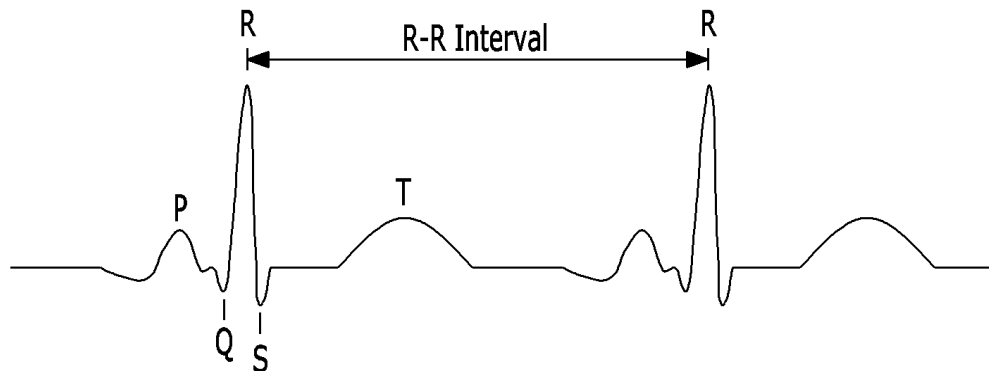
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 장치 및 방법

(57) 요약

심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 장치가 개시된다. 이 장치는, 심전도 신호에서 QRS 신호가 제거된 배경 신호를 생성하는 필터부; 상기 심전도 신호와 상기 배경 신호 간의 차 신호(difference signal)를 검출하는 차 신호 검출부; 상기 R 포인트를 검출하기 위해 사전에 설정된 문턱치를 이용하여 상기 차 신호의 신호 구간 내에서 QRS 간격을 설정하는 QRS 간격 설정부; 및 상기 QRS 간격 내에서 상기 차 신호의 크기가 가장 큰 위치에 존재하는 포인트를 상기 심전도 신호의 R 포인트로 검출하고, 검출된 상기 R 포인트를 기준으로 왼쪽 방향 및 오른쪽 방향으로 진행하면서 기울기 변화를 탐색하고, 기울기 변화가 탐색된 위치의 포인트들을 상기 R 포인트의 주변 포인트들로 검출하는 포인트 검출부;를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/0456 (2013.01)

A61B 5/7225 (2013.01)

(72) 발명자

김규형

대구광역시 수성구 천을로 70, 105동 1603호 (시지
동, 시지월드메르디앙아파트)

이수인

대전광역시 서구 둔산로 155, 106동 606호 (
둔산동, 크로바아파트)

최은창

대구광역시 수성구 청수로 235, 1203동 1401호 (황
금동, 캐슬골드파크 2단지)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 16ZC3110

부처명 정부출연금

연구관리전문기관 ETRI

연구사업명 정부출연금사업(기관고유사업)

연구과제명 지역기반 의료기기 의료로봇 기술개발 및 의료IT 융합 중소기업 활성화 사업

기 여 율 1/1

주관기관 ETRI

연구기간 2016.01.01 ~ 2016.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

심전도 신호를 필터링하여, QRS 신호가 제거된 배경 신호를 생성하는 필터부;

상기 심전도 신호와 상기 배경 신호 간의 차 신호(difference signal)를 검출하는 차 신호 검출부;

상기 R 포인트를 검출하기 위해 사전에 설정된 문턱치를 이용하여 상기 차 신호의 신호 구간 내에서 QRS 간격을 설정하는 QRS 간격 설정부; 및

상기 QRS 간격 내에서 상기 차 신호의 크기가 가장 큰 위치에 존재하는 포인트를 상기 심전도 신호의 R 포인트로 검출하고, 검출된 상기 R 포인트를 기준으로 왼쪽 방향 및 오른쪽 방향으로 진행하면서 기울기 변화를 탐색하고, 기울기 변화가 탐색된 위치의 포인트들을 상기 R 포인트의 주변 포인트들로 검출하는 포인트 검출부;

를 포함함을 특징으로 하는 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 장치.

청구항 2

제1항에서, 상기 필터부는,

1차원 양방향 필터임을 특징으로 하는 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 장치.

청구항 3

제1항에서, 상기 QRS 간격을 설정하기 위해, 상기 차 신호 상의 포인트들 중에서 상기 문턱치를 초과하는 포인트들을 플래그 '1'로 생성하고, 나머지 포인트들을 플래그 '0'으로 생성하는 플래그 생성부를 더 포함함을 특징으로 하는 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 장치.

청구항 4

제3항에서, 상기 QRS 간격 설정부는,

상기 플래그 '1'에 대응하는 상기 차 신호 상의 포인트들의 집합을 상기 QRS 간격으로 설정함을 특징으로 하는 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 장치.

청구항 5

제1항에서, 상기 차 신호의 폭과 크기를 확장하는 차 신호 확장부를 더 포함하고,

상기 QRS 간격 설정부는,

상기 폭과 크기가 확장된 차 신호의 신호 구간 내에서 상기 QRS 간격을 설정함을 특징으로 하는 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 장치.

청구항 6

제1항에서, 상기 심전도 신호는 시간적으로 연속한 P신호, QRS신호(Q신호, R신호 및 S신호) 및 T신호를 포함하고,

상기 포인트 검출부는,

상기 검출된 R포인트를 기준으로 왼쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 양에서 음으로 변경되는 위치의 Q 포인트를 검출하고,

상기 검출한 Q 포인트를 기준으로 왼쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 음에서 양으로 변경되는 위치의 시작 포인트(상기 QRS신호(또는 상기 Q신호)의 시작 포인트)를 검출하고,

상기 QRS신호의 시작 포인트를 기준으로 왼쪽으로 진행하면서 기울기 변화가 양에서 음으로 변경되는 위치의 P 포인트(상기 P신호의 피크치)를 검출하고, 상기 P포인트는 자신을 기준으로 왼쪽 N(자연수)개의 포인트 간격에서 양의 기울기가 탐색되고, 오른쪽 N개의 포인트 간격에서 음의 기울기가 탐색되는 위치이고,

상기 P포인트를 기준으로 왼쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 양에서 음으로 변경되는 위치의 시작 포인트(상기 P신호의 시작 포인트)를 검출하고,

상기 P포인트를 기준으로 우측 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 음에서 양으로 변경되는 위치의 끝 포인트(상기 P신호의 끝 포인트)를 검출하고,

상기 R포인트를 기준으로 오른쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 음에서 양으로 변경되는 위치의 S포인트(상기 S신호의 하향 피크치)를 검출하고,

상기 S포인트를 기준으로 오른쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 양에서 음으로 변경되는 위치의 끝 포인트(상기 QRS신호(또는 상기 S신호)를 검출하고,

상기 QRS신호의 끝 포인트를 기준으로 오른쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 음에서 양으로 변경되는 위치의 T포인트(상기 T신호의 상향 피크치)를 검출하고, 상기 T포인트는 자신을 기준으로 왼쪽 M개의 포인트 간격에서 양의 기울기가 탐색되고, 우측 M개의 포인트 간격에서 음의 기울기가 탐색되는 위치이고,

상기 T포인트를 기준으로 왼쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 양에서 음으로 변경되는 위치의 시작 포인트(상기 T신호의 시작 포인트)를 검출하고, 상기 T신호의 시작 포인트는 자신을 기준으로 왼쪽 K(상기 N보다 작은 자연수)개의 포인트 간격에서 음의 기울기가 탐색되고, 오른쪽 L(상기 K보다 크고, 상기 N보다 작은 자연수)개 포인트 간격에서 양의 기울기가 탐색되는 위치이고,

상기 T포인트를 기준으로 오른쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 음에서 양으로 변경되는 위치의 끝 포인트(상기 T신호의 끝 포인트)를 검출하고, 상기 T신호의 끝 포인트는 자신을 기준으로 왼쪽 L개의 포인트 간격에서 음의 기울기가 탐색되고, 오른쪽 K개의 포인트 간격에서 양의 기울기가 탐색되는 위치

를 상기 주변 포인트로서 검출함을 특징으로 하는 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 장치.

청구항 7

제6항에서, 상기 포인트 검출부는,

상기 주변 포인트들 중에서 상기 P포인트와 상기 T포인트를 상기 배경 신호로부터 검출하고, 상기 P포인트와 상기 T포인트를 제외한 나머지 포인트들을 상기 심전도 신호로부터 검출함을 특징으로 하는 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 장치.

청구항 8

심전도 신호 상에 나타나는 다수의 포인트 중에서 기울기가 변경되는 위치에 존재하는 다수의 변곡점을 검출하는 변곡점 검출부;

상기 다수의 변곡점을 연결하여 상기 심전도 신호에서 QRS 신호가 제거된 배경 신호를 생성하는 변곡점 연결부;

상기 심전도 신호와 상기 배경 신호 간의 차 신호(difference signal)를 검출하는 차 신호 검출부;

상기 R 포인트를 검출하기 위해 사전에 설정된 문턱치를 이용하여 상기 차 신호의 신호 구간 내에서 QRS 간격을 설정하는 QRS 간격 설정부; 및

상기 QRS 간격 내에서 상기 차 신호의 크기가 가장 큰 위치에 존재하는 포인트를 상기 심전도 신호의 R 포인트로 검출하고, 검출된 상기 R 포인트를 기준으로 왼쪽 방향 및 오른쪽 방향으로 진행하면서 기울기 변화를 탐색하고, 기울기 변화가 탐색된 위치의 포인트들을 상기 R 포인트의 주변 포인트들로 검출하는 포인트 검출부; 를 포함함을 특징으로 하는 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 장치.

청구항 9

제8항에서, 상기 변곡점 검출부는,

음의 기울기에서 양의 기울기로 변경되는 위치에 존재하는 변곡점을 검출함을 특징으로 하는 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 장치.

청구항 10

제8항에서, 상기 QRS 간격을 설정하기 위해, 상기 차 신호 상의 포인트들 중에서 상기 문턱치를 초과하는 포인트들을 플래그 '1'로 생성하고, 나머지 포인트들을 플래그 '0'으로 생성하는 플래그 생성부

를 더 포함함을 특징으로 하는 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 장치.

청구항 11

제8항에서, 상기 QRS 간격 설정부는,

상기 플래그 '1'에 대응하는 상기 차 신호 상의 포인트들의 집합을 상기 QRS 간격으로 설정함을 특징으로 하는 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 장치.

청구항 12

제8항에서, 상기 차 신호의 폭과 크기를 확장하는 차 신호 확장부를 더 포함하고,

상기 QRS 간격 설정부는,

상기 폭과 크기가 확장된 차 신호의 신호 구간 내에서 상기 QRS 간격을 설정함을 특징으로 하는 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 장치.

청구항 13

심전도 신호 내에서 QRS 신호가 제거된 배경 신호를 생성하는 단계;

상기 심전도 신호와 상기 배경 신호 간의 차 신호를 검출하는 단계;

사전에 설정된 문턱치를 이용하여 상기 차 신호의 신호 구간 내에서 QRS 간격을 설정하는 단계;

상기 QRS 간격 내에서 상기 차 신호의 크기가 가장 큰 위치에 존재하는 포인트를 상기 심전도 신호에 포함된 R 신호의 피크치를 나타내는 R 포인트로 검출하는 단계; 및

상기 검출된 R 포인트를 기준으로 왼쪽 방향 및 오른쪽 방향으로 진행하면서 기울기 변화를 탐색하면서, 기울기 변화가 탐색된 위치의 포인트들을 상기 R 포인트의 주변 포인트들로 검출하는 단계;

를 포함하는 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 방법.

청구항 14

제13항에서, 상기 배경 신호를 생성하는 단계는,

1차원 양방향 필터를 이용하여 심전도 신호를 필터링하는 단계임을 특징으로 하는 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 방법.

청구항 15

제13항에서, 상기 배경 신호를 생성하는 단계는,

상기 심전도 신호 상에 나타나는 다수의 포인트 중에서 기울기가 변경되는 위치에 존재하는 다수의 변곡점을 검출하는 단계; 및

상기 검출된 다수의 변곡점을 연결하여, 상기 QRS 신호가 제거된 배경 신호를 생성하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 방법.

청구항 16

제13항에서, 상기 다수의 변곡점을 검출하는 단계는,

음의 기울기에서 양의 기울기로 변경되는 위치에 존재하는 변곡점을 검출하는 단계임을 특징으로 하는 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 방법.

청구항 17

제13항에서, 상기 차 신호를 검출하는 단계 이후에, 상기 검출된 차 신호의 폭과 크기를 확장하는 단계를 더 포함하고,

상기 QRS 간격을 설정하는 단계는,

상기 폭과 크기가 확장된 차 신호의 신호 구간 내에서 상기 QRS 간격을 설정하는 단계임을 특징으로 하는 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 방법.

청구항 18

제13항에서, 상기 심전도 신호는 시간적으로 연속한 P신호, QRS신호(Q신호, R신호 및 S신호) 및 T신호를 포함하고,

상기 R 포인트의 주변 포인트들로 검출하는 단계는,

상기 검출된 R 포인트를 기준으로 왼쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 양에서 음으로 변경되는 위치의 Q 포인트를 검출하는 단계;

상기 검출한 Q 포인트를 기준으로 왼쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 음에서 양으로 변경되는 위치의 시작 포인트(상기 QRS신호(또는 상기 Q신호)의 시작 포인트)를 검출하는 단계;

상기 QRS신호의 시작 포인트를 기준으로 왼쪽으로 진행하면서 기울기 변화가 양에서 음으로 변경되는 위치의 P 포인트(상기 P신호의 피크치)를 검출하는 단계로서, 상기 P 포인트는 자신을 기준으로 왼쪽 N(자연수)개의 포인트 간격에서 양의 기울기가 탐색되고, 오른쪽 N개의 포인트 간격에서 음의 기울기가 탐색되는 위치이고,

상기 P 포인트를 기준으로 왼쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 양에서 음으로 변경되는 위치의 시작 포인트(상기 P 신호의 시작 포인트)를 검출하는 단계;

상기 P 포인트를 기준으로 우측 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 음에서 양으로 변경되는 위치의 끝 포인트(상기 P신호의 끝 포인트)를 검출하는 단계;

상기 R 포인트를 기준으로 오른쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 음에서 양으로 변경되는 위치의 S

포인트(상기 S 신호의 하향 피크치)를 검출하는 단계;

상기 S 포인트를 기준으로 오른쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 양에서 음으로 변경되는 위치의 끝 포인트(상기 QRS 신호(또는 상기 S 신호)를 검출하는 단계;

상기 QRS 신호의 끝 포인트를 기준으로 오른쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 음에서 양으로 변경되는 위치의 T 포인트(상기 T 신호의 상향 피크치)를 검출하는 단계로서, 상기 T 포인트는 자신을 기준으로 왼쪽 M(여기서, 상기 M은 상기 N보다 큰 자연수)개의 포인트 간격에서 양의 기울기가 탐색되고, 우측 M개의 포인트 간격에서 음의 기울기가 탐색되는 위치이고,

상기 T 포인트를 기준으로 왼쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 양에서 음으로 변경되는 위치의 시작 포인트(상기 T 신호의 시작 포인트)를 검출하는 단계로서, 상기 T 신호의 시작 포인트는 자신을 기준으로 왼쪽 K(상기 N보다 작은 자연수)개의 포인트 간격에서 음의 기울기가 탐색되고, 오른쪽 L(상기 K보다 크고, 상기 N보다 작은 자연수)개 포인트 간격에서 양의 기울기가 탐색되는 위치이고,

상기 T 포인트를 기준으로 오른쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 음에서 양으로 변경되는 위치의 끝 포인트(상기 T 신호의 끝 포인트)를 검출하는 단계로서, 상기 T 신호의 끝 포인트는 자신을 기준으로 왼쪽 L개의 포인트 간격에서 음의 기울기가 탐색되고, 오른쪽 K개의 포인트 간격에서 양의 기울기가 탐색되는 위치임을 특징으로 하는 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 방법.

청구항 19

제18항에서, 상기 R 포인트의 주변 포인트들로 검출하는 단계는,

2차원 좌표계에서 상기 배경 신호를 나타내는 곡선 상의 기울기 변화를 탐색하여, 상기 P포인트와 상기 T포인트를 검출하는 단계; 및

상기 2차원 좌표계에서 상기 심전도 신호를 나타내는 곡선 상의 기울기 변화를 탐색하여, 상기 P포인트와 상기 T포인트를 제외한 나머지 포인트들을 검출하는 단계;

를 포함함을 특징으로 하는 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 상기 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 장치 및 방법에 관한 것으로, 상세하게는, 상기 심전도 신호로부터 부정맥 진단에 이용되는 중요 포인트를 검출하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 심장은 혈액을 전신에 순환시키는 펌프 역할을 한다. 심장은 쉴새 없이 수축과 확장을 규칙적으로 반복하고 있다. 심장의 펌프작용은 심근(heart muscle)이 수축함으로서 이루어지는데 심장이 박동할 때마다 미약한 전기가 생기며, 그것으로 인하여 신체 내에 전류가 흐르게 된다. 이 전류에 의하여 신체의 표면에 전위 분포가 발생한다. 심장의 활동으로 생긴 작은 전위 변화를 신체 표면의 적당한 부위에서 일정한 방법으로 측정하여 그 측정 결과를 기록한 것이 심전도(Electrocardiogram, ECG)이다.

[0004] 이러한 심전도를 분석하여, 부정맥 환자 또는 부정맥 의심 환자를 진단할 수 다. 부정맥(arrhythmia)은 심장박동이 너무 빨리 뛰는 경우(성인의 경우 분당 100회 이상)와 너무 느리게 뛰는 경우(60회 이하)를 말한다. 부정맥은 어지러움, 기절, 가쁜 숨, 가슴 통증을 유발할 수 있으며, 심각한 경우에는 심박 정지(cardiac arrest)의 위험을 초래한다.

[0005] 도 1은 일반적인 심전도 신호의 파형도로서, 부정맥 진단에서, R-R 구간(R-R Interval) 검출이 매우 중요하다. 심전도 신호로부터 R-R 구간(R-R Interval)을 검출하는 기법으로, 웨이블릿 변환(wavelet transform) 및 힐버트 변환(Hilbert transform) 등과 같은 변환 기반의 검출 기법, 칼만 필터(kalman filter), 중간 대역 필터, 필터 뱅크(filter bank) 등과 같은 필터 기반의 검출 기법, 신경망(Artificial Neural Network) 기반의 검출

기법, 문턱치(threshold) 기반의 검출 기법 등이 있다.

[0006] 그런데 상술한 종래의 기법들은 복잡하고 많은 계산량으로 인해, 실시간 처리가 어렵고, 상대적으로 계산량이 적은 문턱치 기반 검출 기법은 R-R 구간 검출에서 많은 오류가 발생한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 따라서, 본 발명에서 해결하고자 하는 과제는 적은 계산량으로 심전도 신호로부터 PQRS파를 정확하게 검출하는 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.

[0009] 본 발명에서 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당해 기술분야에 있어서의 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 상술한 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일면에 따른 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 장치는, 심전도 신호를 필터링하여, QRS 신호가 제거된 배경 신호를 생성하는 필터부; 상기 심전도 신호와 상기 배경 신호 간의 차 신호(difference signal)를 검출하는 차 신호 검출부; 상기 R 포인트를 검출하기 위해 사전에 설정된 문턱치를 이용하여 상기 차 신호의 신호 구간 내에서 QRS 간격을 설정하는 QRS 간격 설정부; 및 상기 QRS 간격 내에서 상기 차 신호의 크기가 가장 큰 위치에 존재하는 포인트를 상기 심전도 신호의 R 포인트로 검출하고, 검출된 상기 R 포인트를 기준으로 왼쪽 방향 및 오른쪽 방향으로 진행하면서 기울기 변화를 탐색하고, 기울기 변화가 탐색된 위치의 포인트들을 상기 R 포인트의 주변 포인트들로 검출하는 포인트 검출부; 를 포함한다.

[0012] 본 발명의 다른 일면에 따른 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 장치는, 상기 심전도 신호 상에 나타나는 다수의 포인트 중에서 기울기가 변경되는 위치에 존재하는 다수의 변곡점을 검출하는 변곡점 검출부; 상기 다수의 변곡점을 연결하여 상기 심전도 신호에서 QRS 신호가 제거된 배경 신호를 생성하는 변곡점 연결부; 상기 심전도 신호와 상기 배경 신호 간의 차 신호(difference signal)를 검출하는 차 신호 검출부; 상기 R 포인트를 검출하기 위해 사전에 설정된 문턱치를 이용하여 상기 차 신호의 신호 구간 내에서 QRS 간격을 설정하는 QRS 간격 설정부; 및 상기 QRS 간격 내에서 상기 차 신호의 크기가 가장 큰 위치에 존재하는 포인트를 상기 심전도 신호의 R 포인트로 검출하고, 검출된 상기 R 포인트를 기준으로 왼쪽 방향 및 오른쪽 방향으로 진행하면서 기울기 변화를 탐색하고, 기울기 변화가 탐색된 위치의 포인트들을 상기 R 포인트의 주변 포인트들로 검출하는 포인트 검출부; 를 포함한다.

[0013] 본 발명의 또 다른 일면에 따른 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 방법은, 심전도 신호를 필터링하여, QRS 신호가 제거된 배경 신호를 생성하는 단계;

[0014] 상기 심전도 신호와 상기 배경 신호 간의 차 신호를 검출하는 단계; 사전에 설정된 문턱치를 이용하여 상기 차 신호의 신호 구간 내에서 QRS 간격을 설정하는 단계; 상기 QRS 간격 내에서 상기 차 신호의 크기가 가장 큰 위치에 존재하는 포인트를 상기 심전도 신호에 포함된 R신호의 피크치를 나타내는 R 포인트로 검출하는 단계; 및 상기 검출된 R 포인트를 기준으로 왼쪽 방향 및 오른쪽 방향으로 진행하면서 기울기 변화를 탐색하면서, 기울기 변화가 탐색된 위치의 포인트들을 상기 R 포인트의 주변 포인트들로 검출하는 단계; 를 포함한다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 따르면, 2차원의 필터에 비해 복잡도가 낮은 1차원의 양방향 필터 또는 계산량이 적은 기울기 변화 분석을 통해 배경 신호를 예측(추정)하고, 예측된 배경 신호를 기반으로 R 포인트는 물론 R 포인트의 주변 포인트를 계산 복잡도의 증가 없이 개별적으로 검출함으로써, 종전의 R-R 간격(R포인트와 R포인트 사이의 간격)의 검출에 따른 오류를 해결할 수 있다.

[0017] 본 발명의 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 아래의 기재로부터

당해 기술분야에 있어서의 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 일반적인 심전도 신호의 파형도이다.
- 도 2는 본 발명에 적용되는 심전도 신호의 파형 특징을 세부적으로 설명하기 위한 파형도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 심전도 신호로부터 PQRST파를 검출하는 장치의 전체 구성도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 검출 장치의 기능 블록도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 검출 장치의 R 포인트 검출 과정을 나타낸 신호 파형도들이다.
- 도 6은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 검출 장치의 기능 블록도이다.
- 도 7은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 기울기 변화를 이용하여 생성된 배경 신호를 기반으로 R 포인트 검출 과정을 나타낸 신호 파형도들이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 방법을 나타낸 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 본 명세서에서 사용되는 기술적 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된다. 이러한 기술적 용어가 본 발명을 한정하고자 하는 의도가 아님을 유의해야 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 기술적 용어는 본 명세서에서 특별히 다른 의미로 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 의미로 해석되어야 한다. 즉, 본 명세서에서 사용되는 기술적 용어를 과도하게 포괄적인 의미로 해석하거나, 과도하게 좁은 의미로 해석하지 말아야 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 기술적인 용어가 본 발명의 사상을 정확하게 표현하지 못하는 잘못된 기술적 용어일 때에는, 당업자가 올바르게 이해할 수 있는 기술적 용어로 대체되어 이해되어야 할 것이다. 또한, 본 발명에서 사용되는 일반적인 용어는 사전에 정의되어 있는 바에 따라, 또는 전후 문맥상에 따라 해석되어야 하며, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다.
- [0021] 또한, 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.
- [0022] 또한, 본 명세서에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "~부"는 명세서 작성의 용이함만을 고려한 것으로, 이는 "~모듈" 또는 "~유닛"으로 혼용될 수 있다.
- [0023] 또한, 본 명세서에서는 사용되는 용어 "파(wave)" 또한 명세서 작성의 용이함만을 고려한 것으로, "신호(signal)"로 혼용될 수 있으며, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다.
- [0024] 본 발명의 심전도 신호로부터 PQRST파를 검출하는 장치를 설명하기에 앞서, 도 2를 참조하여, 심전도 신호의 파형 특징에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- [0025] 심전도 신호는, 도 2에 도시된 바와 같이, 시간적으로 연속한 P파(P-wave), QRS파(QRS-wave) 및 T파(T-wave)로 구성된다. 상기 QRS파는 'QRS 복합체(QRS complex)'로 불리기도 하며, 시간적으로 연속한 Q파, R파 및 S파로 구성된다.
- [0026] P파는 동방결절(SA node: sinoatrial node)를 통해 심방(atria)에 전달된 자극이 심방을 탈분극(depolarization)시키는 과정에서 발생한다.
- [0027] QRS파는 심실(ventricle)의 탈분극(depolarization) 과정에서 발생한다.
- [0028] T파는 심실의 재분극(repolarization) 과정에서 발생한다. 재분극(repolarization)은 탈분극(depolarization)보다 천천히 진행되기 때문에, T파는 QRS파 보다 넓게 분포하고, 진폭도 낮다.

- [0029] 상기 P파, QRS파, T파의 비정상 여부로부터 부정맥을 진단할 수 있으며, 이때, 각 파의 비정상 여부를 판단하는 요소로, 이웃하는 파와의 간격(Interval: 간격), 이웃하는 파를 연결하는 분절(Segment), 각 파의 크기(Amplitude: 진폭), 각 파의 뾰족한 모양(Sharpness) 등이 있으며, 이러한 요소들을 수치화한 값들이 정상 범위 내에 있는지 여부로 부정맥을 진단할 수 있다. 이웃하는 파와의 간격은, 예를 들면, P파의 시작점으로부터 QRS파의 시작점까지의 간격(PR 간격)과 QRS파의 시작점으로부터 T파의 끝점까지의 간격(QT 간격)일 수 있으며, 분절은, 예를 들면, P파와 QRS파를 연결하는 PR 분절(PR Segment) 및 QRS파와 T파를 연결하는 ST 분절(ST Segment)일 수 있다.
- [0030] QRS파는 다른 파들(P파, T파)에 비해 폭이 제일 좁고, 크기가 제일 높은 특징을 갖는다. 본 발명에서는 이러한 특징을 이용하여 각파의 피크치에 해당하는 P, Q, R, S, 및 T 포인트들 및 P, Q, R, S, 및 T 포인트들의 주변 포인트들(P_{left} , P_{right} , Q_{left} , S_{right} , T_{left} 및 T_{right})를 검출하여, 심전도 신호로부터 정확한 PQRST파를 검출한다. 여기서, P, R 및 T는 각각 P파, R파 및 T파의 상향 피크치이고, Q 및 S 포인트는 각각 Q파 및 S파의 하향 피크치를 정의한다. P_{left} 와 P_{right} 는 각각 P파의 시작 포인트와 끝 포인트이고, Q_{left} 와 S_{right} 는 각각 QRS파의 시작포인트(또는 Q파의 시작 포인트)과 끝 포인트(또는 S파의 끝 포인트)을 정의한다. T_{left} 및 T_{right} 는 각각 T파의 시작 포인트와 끝 포인트를 나타낸다. 도 2에서 QRS 간격(QRS Interval)은 Q 포인트와 S 포인트 사이의 간격을 정의한다.
- [0031] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 심전도 신호로부터 PQRST파를 검출하는 장치의 전체 구성도이다.
- [0032] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 심전도 신호로부터 PQRST파를 검출하는 장치는 심전도 측정 장치(100)와 검출 장치(200)를 포함한다.
- [0033] 심전도 측정 장치(100)는 사용자(5)의 신체 부위에 부착된 전극(10)과 유선(20)을 통해 사용자(5)의 심장 활동으로 발생하는 전위 변화를 측정하고, 그 측정 결과에 대응하는 심전도(이하, ECG) 신호를 출력한다. 여기서, 상기 ECG 신호는 도 2에 도시된 바와 같은 파형으로 나타낼 수 있다.
- [0034] 상기 검출 장치(200)는 상기 ECG 측정 장치(100)와 유선 또는 무선으로 연결되어, 상기 ECG 측정 장치(100)로부터 상기 ECG 신호를 수신한다.
- [0035] 상기 검출 장치(200)는 상기 ECG 측정 장치(100)로부터 수신한 상기 ECG 신호로부터 도 2에 도시된 ECG 신호의 파형에서 P, Q, R, S, 및 T 포인트들 및 P, Q, R, S, 및 T 포인트들의 주변 포인트들(P_{left} , P_{right} , Q_{left} , S_{right} , T_{left} 및 T_{right})을 검출한다.
- [0036] 상기 검출 장치(200)는, 상기 포인트들(P, Q, R, S, T, P_{left} , P_{right} , Q_{left} , S_{right} , T_{left} 및 T_{right})의 검출을 위해, 상기 검출 장치(200)는, 우선, R 포인트를 검출하고, 검출된 R 포인트(R)를 이용하여 나머지 포인트들(P, Q, S, T, P_{left} , P_{right} , Q_{left} , S_{right} , T_{left} 및 T_{right})을 검출한다.
- [0037] 도 3에서는, 물리적으로 분리된 상기 ECG 측정 장치(100)와 상기 검출 장치(200)를 도시하고 있으나, 상기 ECG 측정 장치(100)가 상기 검출 장치(200)의 내부에 구비될 수도 있고, 반대로, 상기 검출 장치(200)가 상기 ECG 측정 장치(100)의 내부에 구비될 수도 있다.
- [0038] 상기 검출 장치(200)는 유무선 통신 기능을 갖는 전자 장치일 수 있다. 상기 전자 장치는, 예를 들면, 스마트폰(smartphone), 태블릿 PC(tablet personal computer), 이동전화기(mobile phone), 화상전화기, 전자북 리더기(e-book reader), 데스크탑 PC(desktop personal computer), 랩탑 PC(laptop personal computer), 넷북 컴퓨터(netbook computer), PDA(personal digital assistant), PMP(portable multimedia player), MP3 플레이어, 모바일 의료기기, 카메라(camera), 또는 웨어러블 장치(wearable device) (예: 전자 안경과 같은 head-mounted-device(HMD), 전자 의복, 전자 팔찌, 전자 목걸이, 전자 액세서리(accessory), 또는 스마트 워치(smartwatch))중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0039] 어떤 실시 예들에 따르면, 상기 전자 장치는 스마트 가전 제품(smart home appliance)일 수 있다. 스마트 가전 제품은, 예를 들자면, 전자 장치는 텔레비전, DVD(digital video disk) 플레이어, 오디오, 냉장고, 에어컨, 청소기, 오븐, 전자레인지, 세탁기, 공기 청정기, 셋톱 박스(set-top box), TV 박스(예를 들면, 삼성 HomeSync™, 애플TV™, 또는 구글 TV™), 게임 콘솔(game consoles), 전자 사전, 전자 키, 캠코더(camcorder), 또는 전자 액자 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0040] 어떤 실시 예들에 따르면, 전자 장치는 각종 의료기기(예: MRA(magnetic resonance angiography), MRI(magnetic resonance imaging), CT(computed tomography), 촬영기, 초음파기 등), 네비게이션(navigation) 장치, GPS 수신기(global positioning system receiver), EDR(event data recorder), FDR(flight data recorder), 자동차 인포테인먼트(infotainment) 장치, 선박용 전자 장비(예: 선박용 항법 장치 및 자이로 콤파스 등), 항공 전자기기(avionics), 보안 기기, 차량용 헤드 유닛, 산업용 또는 가정용 로봇, 금융 기관의 ATM(automatic teller's machine) 또는 상점의 POS(point of sales) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0041] 이하, 도 3에 도시한 검출 장치(200)에 대해 상세히 설명하기로 한다.

[0042] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 검출 장치의 기능 블록도이고, 도 5는 도 4에 도시된 구성들 각각에서 수행하는 처리과정에 따른 R 포인트 검출 과정을 설명하기 위한 신호 파형도들이다.

[0043] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 검출 장치(200)는 필터부(210), 차 신호(difference signal) 검출부(220), 차 신호 확장부(230), 플래그(flag) 생성부(240), QRS 간격(QRS interval) 설정부(250) 및 포인트 검출부(260)를 포함한다.

[0045] **필터부(210)**

[0046] 상기 필터부(210)는 상기 ECG 측정 장치(100)로부터 입력되는 상기 ECG 신호(I(x))를 필터링하여, 잡음이 제거된 배경 신호(B(x))를 생성한다. 여기서, 상기 잡음은 QRS 신호(또는 QRS 파형)를 포함함을 특징으로 한다. 즉, 상기 ECG 신호(I(x))에서 QRS 신호(또는 QRS 파형)가 잡음으로 간주한다.

[0047] 특별히 한정하는 것은 아니지만, 본 명세서에서는, 상기 ECG 측정 장치(100)로부터 입력되는 상기 ECG 신호(I(x))는 x축과 y축으로 이루어진 2차원 좌표계에서 나타낼 수 있으며, x축의 좌표들은 시간(time) 성분이고, y축의 좌표들은 전압(또는 전류) 성분으로 가정한다.

[0048] 상기 ECG 신호(I(x))를 필터링 하는 방법으로, 1차원 양방향 필터(one-dimension Bilateral filter)가 이용될 수 있다.

[0049] 상기 1차원 양방향 필터에 의해, 상기 QRS 신호(또는 QRS 파형)가 제거된 배경 신호(B(x))는 아래의 수식 1로 표현할 수 있다.

수학식 1

$$B(x) = \frac{1}{W_p} \sum_{x_i \in \Omega} I(x_i) \times \exp\left(-\frac{(x_i - x)^2}{2\sigma_d^2}\right) \times \exp\left(-\frac{(I(x_i) - I(x))^2}{2\sigma_r^2}\right),$$

[0051] 여기서, Ω 는 상기 ECG 신호(I(x))를 나타내는 임의의 좌표 x_i 를 기준으로 하는 필터창의 크기이며, 아래의 수식 2로 표현할 수 있다. 상기 필터창의 크기는 상기 ECG 신호(I(x))의 QRS 구간의 크기에 따라 설정될 수 있으며, 예를 들면, QRS 구간의 크기를 15~20라 가정할 때, 상기 필터창의 크기는 15(=2×N(=7)+1) 일 수 있다. W_p 는 정규화 값(Normalization factor)으로, 아래의 수학적 3으로 표현할 수 있다.

수학식 2

$$\Omega = \{x_i \mid x - N \leq x_i \leq x + N\}$$

수학식 3

$$w_p = \sum_{x_i \in \Omega} \exp\left(-\frac{(x_i - x)^2}{2\sigma_d^2}\right) \times \exp\left(-\frac{(I(x_i) - I(x))^2}{2\sigma_r^2}\right)$$

[0053]

[0054] 여기서, σ_d^2 는 도메인(domain) 가우시안 필터항(첫 번째 exp항)의 분산값이고, σ_r^2 는 레인지 (range) 가우시안 필터항(두 번째 exp항)의 분산값이다.

[0055] 도 5의 (A)에는 상기 ECG 신호(I(x))와 상기 필터부(210)로부터 생성된 상기 배경 신호(B(x))의 일 예가 나타난다. 도 5의 (A)에 도시된 바와 같이, 전술한 필터부(210)의 처리 과정에 의해, 상기 ECG 신호(I(x)) 내에서 잡음으로 간주된 QRS 신호의 샤프한 곡선이 상기 배경 신호(B(x)) 내에서는 완만한 곡선으로 변형되어 상기 심전도 신호(I(x)) 내의 QRS 신호가 제거된 형태로 나타나지만, 상기 배경 신호(B(x))의 나머지 신호 구간(period)에서는 상기 ECG 신호(I(x))와 상기 배경 신호(B(x))가 유사하게 나타남을 알 수 있다.

[0057] 차 신호 검출부(220)

[0058] 상기 차 신호 검출부(220)는 상기 ECG 신호(I(x))와 상기 필터부(210)로부터 입력되는 배경 신호(B(x)) 간의 차이 성분(difference component)의 절대값을 계산하여, 상기 차 신호(D(x))를 검출한다. 도 5의 (B)에 상기 차 신호(D(x))의 일 예가 나타난다.

[0059] 전술한 바와 같이, 상기 배경 신호(B(x))는 상기 필터부(210)에 의해 상기 ECG 신호(I(x))에서 상기 QRS 신호(또는 QRS 파형)가 제거된 신호이므로, 상기 ECG 신호(I(x))와 상기 배경 신호(B(x))의 간의 차이 성분(difference signal component)은 상기 ECG 신호의 상기 QRS 신호(또는 QRS 파형) 성분과 유사하다.

[0060] 상기 차이 성분의 절대값 계산은 아래의 수학식 4로 표현할 수 있다.

수학식 4

$$D(x) = |I(x) - B(x)|$$

[0061]

[0063] 차 신호 확장부(230)

[0064] 상기 차 신호 확장부(230)는 상기 차 신호(D(x))의 폭과 크기를 확장한다.

[0065] 차 신호(D(x))의 폭과 크기를 확장함으로써, 아래의 QRS 간격 설정부(250)에서 상기 폭과 크기가 확장된 차 신호(D(x)) 내에서 충분한 QRS 간격을 설정함으로써, 상기 ECG 신호(I(x))의 R 포인트 추정 성능을 개선할 수 있다.

[0066] 상기 차 신호(D(x))의 폭 및 크기는 다양한 신호 처리 알고리즘에 의해 확장될 수 있으며, 예를 들면, 아래의 수학식 5의 계산 과정을 포함하는 알고리즘이 있을 수 있다.

수학식 5

$$E(x) = \sum_{i=x-n}^{x+n} D(i)$$

[0067]

[0068]

여기서, E(x)는 상기 확장된 차 신호이다. 상기 확장된 차 신호(E(x))의 일 예가 도 5의 (C)에 나타난다.

[0070]

플래그 생성부(240)

[0071]

상기 플래그 생성부(240)는 상기 보정된 차 신호(E(x))의 x축 좌표들을 '0' 또는 '1'로 나타내는 플래그(F(x))로 변환하여 생성한다. 구체적으로, 상기 보정된 차 신호(E(x))의 y축 성분 중에서 사전에 설정한 문턱치(TH, 도 5의 (C)에 도시됨)를 초과하는 상기 y축 성분(또는 y축 좌표)을 추출하고, 상기 추출된 y축 좌표들(y축 성분들)에 대응하는 x축 좌표들(또는 x축 성분들)을 '1'로 변환하고, 나머지 x축 좌표들(또는 나머지 x축 성분들)을 '0(zero)'으로 변환한다. 상기 플래그 생성과정은 아래의 수학식 6으로 표현할 수 있다. 상기 생성된 플래그(F(x))의 일 예가 도 5의 (C)에 나타난다.

수학식 6

$$F(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } E(x) > TH \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0072]

[0073]

여기서, TH는 다양하게 설정될 수 있으며, 예를 들면, 상기 확장된 차 신호(E(x))의 구간 내에서 최대 y축 좌표값(M)의 1/2로 설정할 수 있다.

[0074]

이러한 플래그(F(x))는, 상기 확장된 차 신호(E(x))에 포함된 잡음에 의해, 아래에서 설명하는 QRS 간격 설정부(250)에서 설정하는 상기 QRS 간격의 설정 오류를 최소화하는 정보로 활용된다.

[0076]

QRS 간격 설정부(250)

[0077]

상기 QRS 간격 설정부(250)는 상기 플래그 생성부(240)로부터 입력되는 플래그(F(x))를 이용하여 상기 차 신호 확장부(230)로부터 입력되는 상기 확장된 차 신호(E(x))의 QRS 간격을 설정한다. 구체적으로, 상기 QRS 간격 설정부(250)는 상기 확장된 차 신호(E(x))의 x축 좌표들을 플래그 '1'에 대응하는 x축 좌표들과 플래그 '0'에 대응하는 x축 좌표들로 분류하고, 플래그 '1'에 대응하는 x축 좌표들의 집합을 상기 QRS 간격으로 설정한다. 상기 설정된 QRS 간격(QRS interval)의 일 예가 도 5의 (C)에 나타난다.

[0079]

포인트 검출부(260)

[0080]

상기 포인트 검출부(260)는 상기 QRS 간격 설정부(250)에 의해 설정된 QRS 간격 내에서 R 포인트(R(x))를 검출하고, 상기 검출된 R 포인트(R(x))를 이용하여 나머지 주변 포인트를 검출한다. 이를 위해, 상기 포인트 검출부(260)는 R 포인트 검출부(262) 및 나머지 포인트 검출부(264)를 포함한다.

[0082]

R 포인트 검출부(262)

[0083]

상기 R 포인트 검출부(262)는 상기 QRS 간격 설정부(250)에 의해 설정된 QRS 간격 내에서 상기 확장된 차 신호(E(x))의 크기(y축 성분값)가 가장 큰 위치에 존재하는 R 포인트(R(x))를 검출한다. 구체적으로, 상기 R 포인트 검출부(260)는 상기 QRS 간격을 구성하는 x축 좌표들에 각각 대응하는 y축 좌표들을 탐색하고, 탐색한 y축 좌표

들 중에서 y축 성분값(M, 도 5의 (C)에 도시됨)이 가장 큰 y축 좌표를 검출하고, 상기 검출한 y축 좌표와 상기 검출한 y축 좌표에 대응하는 x축 좌표를 심전도 신호(I(x))의 R 포인트(R(x))로서 검출한다. 상기 검출된 R 포인트의 일예가 도 5의 (D)에 나타난다.

[0085] **나머지 포인트 검출부(264)**

[0086] 상기 나머지 포인트 검출부(264)는 상기 R 포인트 검출부(262)에서 검출한 R 포인트를 기준으로, 왼쪽 방향 및 오른쪽 방향으로 진행하면서 아래의 수학적 식 7 내지 16을 만족하는 기울기 변화를 탐색하고, 기울기 변화가 탐색된 위치의 포인트들을 나머지 포인트들(P, Q, S, T, P_{left}, P_{right}, Q_{left}, S_{right}, T_{left}, 및 T_{right})로서 검출한다. 여기서, 검출 순서는, 특별히 한정하는 것은 아니며, Q → Q_{left} → P → P_{left} → P_{right} → S → S_{right} → T → T_{left} → T_{right}의 순서로 검출될 수 있다.

[0087] 상기 검출 순서에 따라, 먼저, 상기 Q 포인트가 검출된다. 상기 Q 포인트는 상기 Q 신호(또는 Q파)의 하향 피크치를 나타내는 포인트로서, 상기 ECG 신호(I(x))로부터 검출된다. 구체적으로, 상기 Q 포인트는, 상기 검출한 R 포인트를 기준으로 x축 상에서 왼쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 양에서 음으로 변경되는 위치에서 검출되며, 이를 수식으로 나타내면 아래의 수학적 식 7과 같다. 즉, 상기 Q 포인트는 아래의 수학적 식 7을 만족하는 포인트들 중에서 가장 먼저 검출되는 포인트이다.

수학적 식 7

[0088]
$$I(x-1) - I(x) \geq 0 \text{ and } I(x) - I(x+1) \leq 0$$

[0090] 상기 Q 포인트의 검출 이후, 상기 Q_{left} 포인트가 검출된다. 상기 Q_{left} 포인트는 상기 QRS 신호(QRS파)의 시작포인트 또는 Q 신호(또는 Q파)의 시작포인트로서, 상기 ECG 신호(I(x))로부터 검출된다. 구체적으로, 상기 Q_{left} 포인트는 상기 검출한 Q 포인트를 기준으로 x축 상에서 왼쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 음에서 양으로 변경되는 위치에서 검출되며, 이를 수식으로 나타내면 아래의 수학적 식 8과 같다. 즉, 상기 Q_{left} 포인트는 아래의 수학적 식 8을 만족하는 포인트들 중에서 가장 먼저 검출되는 포인트이다.

수학적 식 8

[0091]
$$I(x-1) - I(x) \leq 0 \text{ and } I(x) - I(x+1) \geq 0$$

[0093] 상기 Q_{left} 포인트의 검출 이후, 상기 P포인트가 검출된다. 상기 P포인트는 상기 P 신호(P파)의 상향 피크치를 나타내는 포인트로서, 상기 Q포인트와는 다르게, 상기 배경 신호(B(x))에서 검출된다. 상기 P포인트는, 도 2에 도시된 바와 같이, 완만한 곡선 영역에 존재하는 반면, 상기 Q 신호(Q파)의 Q포인트는 샤프한 곡선 영역에 존재한다. 즉, 상기 P포인트는 잡음이 넓게 분포하는 영역에 존재하고, 상기 Q포인트는 잡음이 좁게 분포하는 영역에 존재한다. 이것은, Q포인트에 비해 P포인트의 오검출률이 높음을 의미한다. 따라서, 상기 P포인트는 잡음이 제거된 상기 배경 신호(B(x))에서 검출하는 것이 바람직하다. 같은 이유에서 상기 T포인트도 상기 배경 신호(B(x))에서 검출된다.

[0094] 상기 P포인트는 상기 검출한 Q_{left} 포인트를 기준으로 x축 상에서 왼쪽 방향으로 진행하면서, 기울기 변화가 양에서 음으로 변경되는 위치에서 검출된다. 전술한 바와 같이, 상기 P포인트를 잡음이 제거된 상기 배경 신호(B(x))에서 검출한다. 그러나 상기 잡음은 물리적으로 완벽하게 제거될 수 없기 때문에, 상기 배경 신호(B(x))에는 여전히 잡음이 포함될 수 있다. 이러한 잡음은 여전히 상기 배경 신호(B(x))로부터 상기 P포인트의 정확한

검출을 방해하는 요소이다.

[0095] 이러한 문제를 해결하기 위해, 상기 P포인트를 기준으로 왼쪽 포인트 간격과 오른쪽 포인트 간격을 충분히 설정하고, 충분히 설정된 간격 내에서 상기 기울기 변화를 탐색할 필요가 있다. 구체적으로, 상기 P 포인트는 자신을 기준으로 왼쪽 N(자연수)개의 포인트 간격에서 양의 기울기가 지속적으로 탐색되고, 오른쪽 N개의 포인트 간격에서 음의 기울기가 지속적으로 탐색되는 위치에서 검출되는 것이 바람직하다. 이를 수식으로 나타내면 아래의 수학적 식 9와 같다. 즉, 상기 P포인트는 아래의 수학적 식 9를 만족하는 포인트들 중 가장 먼저 검출되는 포인트이다.

수학적 식 9

$$\begin{aligned}
 &B(x-5) - B(x-4) \leq 0, B(x-4) - B(x-3) \leq 0, \\
 &B(x-3) - B(x-2) \leq 0, B(x-2) - B(x-1) \leq 0, \\
 &B(x-1) - B(x) \leq 0, \text{ and } B(x) - B(x+1) \geq 0, \\
 &B(x+1) - B(x+2) \geq 0, B(x+2) - B(x+3) \geq 0, \\
 &B(x+3) - B(x+4) \geq 0, B(x+4) - B(x+5) \geq 0
 \end{aligned}$$

[0096]

[0097] 위의 수학적 식 9는 상기 P포인트를 기준으로 왼쪽 5개의 포인트 간격(B(x-5)-B(x-4), B(x-4)-B(x-3), B(x-3)-B(x-2), B(x-2)-B(x-1) 및 B(x-1)-B(x))에서 양의 기울기가 지속적으로 탐색되고, 상기 P포인트를 기준으로 오른쪽 5개의 포인트 간격(B(x)-B(x+1), B(x+1)-B(x+2), B(x+2)-B(x+3), B(x+3)-B(x+4) 및 B(x+4)-B(x+5))에서 음의 기울기가 지속적으로 탐색될 조건을 나타낸 식이다.

[0099] 상기 P 포인트의 검출 이후, 상기 P_{left} 포인트가 검출된다. 상기 P_{left} 포인트는 상기 P신호(P파)의 시작포인트로서, 상기 ECG 신호(I(x))에서 검출된다. 구체적으로, 상기 P_{left} 포인트는 상기 검출한 P 포인트를 기준으로 x축 상에서 왼쪽 방향으로 진행하면서, 상기 기울기 변화가 양에서 음으로 변경되는 위치에서 검출되며, 이를 수식으로 나타내면 아래의 수학적 식 10과 같다. 즉, 상기 P_{left} 포인트는 아래의 수학적 식 10을 만족하는 포인트들 중에서 가장 먼저 검출되는 포인트이다.

수학적 식 10

$$I(x+1) - I(x) \geq 0 \text{ and } I(x) - I(x-1) \leq 0$$

[0100]

[0102] 상기 P_{left} 포인트의 검출 이후, 상기 P_{right} 포인트가 검출된다. 상기 P_{right} 포인트는 상기 P신호(P파)의 끝 포인트로서, 상기 ECG 신호(I(x))에서 검출된다. 구체적으로, 상기 P_{right} 포인트는 상기 검출한 P 포인트를 기준으로 x축 상에서 오른쪽 방향으로 진행하면서, 상기 기울기 변화가 음에서 양으로 변경되는 위치에서 검출되며, 이를 수식으로 나타내면 아래의 수학적 식 11과 같다. 즉, 상기 P_{right} 포인트는 아래의 수학적 식 11을 만족하는 포인트들 중에서 가장 먼저 검출되는 포인트이다.

수학적 식 11

$$I(x-1) - I(x) \geq 0 \text{ and } I(x) - I(x+1) \leq 0$$

[0103]

[0105] 상기 P_{right} 포인트의 검출 이후, 상기 S 포인트가 검출된다. 상기 S 포인트는 S신호(S파)의 하향 피크치를 나타내는 포인트로서, 상기 ECG 신호(I(x))에서 검출된다. 구체적으로, 상기 S 포인트는 상기 검출한 R 포인트를 기준으로 x축 상에서 오른쪽 방향으로 진행하면서, 상기 기울기 변화가 음에서 양으로 변경되는 위치에서 검출되며, 이를 수식으로 나타내면 아래의 수학적 식 12와 같다. 즉, 상기 S 포인트는 아래의 수학적 식 12를 만족하는 포인트들 중에서 가장 먼저 검출되는 포인트이다.

수학적 식 12

[0106]
$$I(x-1) - I(x) \geq 0 \text{ and } I(x) - I(x+1) \leq 0$$

[0108] 상기 S 포인트의 검출 이후, 상기 S_{right} 포인트가 검출된다. 상기 S_{right} 포인트는 상기 QRS신호(QRS파)의 끝 포인트 또는 S신호(S파)의 끝 포인트로서, 상기 ECG 신호(I(x))에서 검출된다. 구체적으로, 상기 S_{right} 포인트는 상기 검출한 S 포인트를 기준으로 x축 상에서 오른쪽 방향으로 진행하면서, 상기 기울기 변화가 양에서 음으로 변경되는 위치에서 검출되며, 이를 수식으로 나타내면 아래의 수학적 식 13과 같다. 즉, 상기 S_{right} 포인트는 아래의 수학적 식 13을 만족하는 포인트들 중에서 가장 먼저 검출되는 포인트이다.

수학적 식 13

[0109]
$$I(x-1) - I(x) \geq 0 \text{ and } I(x) - I(x+1) \leq 0$$

[0111] 상기 S_{right} 포인트의 검출 이후, 상기 T 포인트가 검출된다. 상기 T 포인트는 T신호(T파)의 피크치를 나타내는 포인트로서, 배경 신호(B(x))에서 검출된다. 상기 T 포인트를 상기 ECG 신호(I(x))가 아니라 배경 신호(B(x))에서 검출하는 이유는 전술한 바와 같이, P포인트를 배경 신호(B(x))에서 검출하는 이유와 같다. 상기 T 포인트는 상기 검출된 S_{right} 포인트를 기준으로 x축 상에서 오른쪽 방향으로 진행하면서, 상기 기울기 변화가 음에서 양으로 변경되는 위치에서 검출된다. 이때, 상기 T신호(T파)는 상기 P신호(P파)의 폭보다 더 넓은 폭을 갖는 신호이다. 이것은 상기 T신호(T파)의 피크치를 나타내는 상기 T포인트가 상기 P신호의 피크치를 나타내는 P포인트가 상기 P신호의 완만한 곡선 영역보다 더 완만한 곡선 영역에 존재함을 의미한다. 따라서, 상기 P포인트의 검출을 위해 설정된 포인트 간격보다 더 많은 포인트 간격에서 기울기 변화를 검출하는 것이 바람직하다. 구체적으로, 상기 T포인트는 자신(T포인트)을 기준으로 왼쪽 M개의 포인트 간격에서 양의 기울기가 탐색되고, 우측 M개의 포인트 간격에서 음의 기울기가 탐색되는 위치에서 검출되고, 이때, 상기 M은 '10'일 수 있다. 이를 수식으로 나타내면 아래의 수학적 식 14와 같다. 즉, 상기 T 포인트는 아래의 수학적 식 14를 만족하는 포인트들 중에서 가장 먼저 검출되는 포인트이다.

수학식 14

$$\begin{aligned}
 & B(x-10) - B(x-9) \leq 0, B(x-9) - B(x-8) \leq 0, B(x-8) - B(x-7) \leq 0, \\
 & B(x-7) - B(x-6) \leq 0, B(x-6) - B(x-5) \leq 0, B(x-5) - B(x-4) \leq 0, \\
 & B(x-4) - B(x-3) \leq 0, B(x-3) - B(x-2) \leq 0, B(x-2) - B(x-1) \leq 0, \\
 & B(x-1) - B(x) \leq 0, \text{ and, } B(x) - B(x+1) \geq 0, \\
 & B(x+1) - B(x+2) \geq 0, B(x+2) - B(x+3) \geq 0, B(x+3) - B(x+4) \geq 0, \\
 & B(x+4) - B(x+5) \geq 0, B(x+5) - B(x+6) \geq 0, B(x+6) - B(x+7) \geq 0, \\
 & B(x+7) - B(x+8) \geq 0, B(x+8) - B(x+9) \geq 0, B(x+9) - B(x+10) \geq 0
 \end{aligned}$$

[0112]

[0114]

상기 T 포인트의 검출 이후, 상기 T_{left} 포인트가 검출된다. 상기 T_{left}는 T신호(T파)의 시작 포인트로서, 상기 ECG 신호(I(x))에서 검출된다. 구체적으로, 상기 T_{left}는 상기 검출된 T 포인트를 기준으로 x축 상에서 왼쪽 방향으로 진행하면서, 상기 기울기 변화가 양에서 음으로 변경되는 위치에서 검출된다. 이때, 상기 T_{left}는 자신을 기준으로 왼쪽 K(상기 N보다 작은 자연수)개의 포인트 간격에서 음의 기울기가 지속적으로 탐색되고, 오른쪽 L(상기 K보다 크고, 상기 N보다 작은 자연수)개 포인트 간격에서 양의 기울기가 지속적으로 탐색되는 위치에서 검출된다. 이때, 상기 K는, 예를 들면, '1'이고, 상기 L은, 예를 들면, '3'일 수 있다. 이를 수식으로 나타내면, 아래의 수학식 15와 같다. 즉, 상기 T_{left} 포인트는 아래의 수학식 15를 만족하는 포인트들 중에서 가장 먼저 검출되는 포인트이다.

수학식 15

$$\begin{aligned}
 & I(x-1) - I(x) \geq 0, \text{ and} \\
 & I(x) - I(x+1) \leq 0, I(x+1) - I(x+2) \leq 0, I(x+2) - I(x+3) \leq 0,
 \end{aligned}$$

[0115]

[0116]

위의 수학식 15는, 상기 T_{left}를 검출하기 위해, 상기 T_{left}를 기준으로 왼쪽 1개의 포인트 간격(I(x-1)-I(x))에서 음의 기울기가 탐색되고, 오른쪽 3개 포인트 간격(I(x)-I(x+1), I(x+1)-I(x+2) 및 I(x+2)-I(x+3))에서 양의 기울기가 지속적으로 탐색될 조건을 나타내는 수식이다.

[0118]

상기 T_{left} 포인트의 검출 이후, 상기 T_{right} 포인트가 검출된다. 상기 T_{right} 포인트는 T신호(T파)의 끝 포인트로서, 상기 ECG 신호(I(x))에서 검출된다. 구체적으로, 상기 T_{right} 포인트는 상기 검출된 T 포인트를 기준으로 x축 상에서 오른쪽 방향으로 진행하면서, 상기 기울기 변화가 음에서 양으로 변경되는 위치에서 검출된다. 이때, 상기 T_{right} 포인트는 자신을 기준으로 왼쪽 L개의 포인트 간격에서 음의 기울기가 탐색되고, 오른쪽 K개의 포인트 간격에서 양의 기울기가 탐색되는 위치에서 검출되며, 이를 수식으로 나타내면 아래의 수학식 16과 같다. 즉, 상기 T_{left} 포인트는 아래의 수학식 16을 만족하는 포인트들 중에서 가장 먼저 검출되는 포인트이다.

수학식 16

$$I(x-3)-I(x-2) \geq 0, I(x-2)-I(x-1) \geq 0, I(x-1)-I(x) \geq 0, \text{ and } I(x)-I(x+1) \leq 0$$

[0119]

[0121]

[0122]

[0123]

[0124]

[0125]

[0126]

[0127]

[0128]

[0129]

[0130]

[0132]

[0133]

도 6은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 검출 장치의 기능 블록도이다.

도 6을 참조하면, 본 발명의 다른 실시 예에 따른 검출 장치(300)는 변곡점 검출부(310), 변곡점 연결부(320), 차신호 검출부(330), 차신호 보정부(340), 플래그 생성부(350), QRS간격 설정부(360), R포인트 검출부(370) 및 나머지 포인트 검출부(380)를 포함한다.

본 발명의 다른 실시 예에 따른 검출 장치(300)는 필터를 이용하여 배경 신호(E(x))를 생성하는 것이 아니라 기울기 변화를 이용하여 배경 신호(E(x))를 생성하는 점에서 도 4에 도시된 검출 장치(200)와 차이가 있다. 따라서, 기울기 변화를 이용하여 배경 신호(E(x))를 생성하는 처리 과정을 수행하는 변곡점 검출부(310) 및 변곡점 연결부(320)를 제외한 나머지 구성들(330, 340, 350, 360, 370) 각각에 대한 설명은 도 4에 도시된 구성들(220, 230, 240, 250, 260)에 대한 설명으로 대신한다.

변곡점 검출부(310)

상기 변곡점 검출부(310)는, 상기 ECG(I(x)) 신호를 나타내는 2차원 곡선 상의 다수의 포인트 중에서 기울기가 변경되는 위치에 존재하는 다수의 변곡점을 검출한다. 여기서, 상기 변곡점은 상기 다수의 포인트들 중에서 음의 기울기(negative gradient)에서 양의 기울기(positive gradient)로 변경되는 포인트로 정의한다. 상기 변곡점의 검출은, 예를 들면, 상기 2차원 곡선 상에서 임의의 기준 포인트를 설정한 후, 상기 기준 포인트와 상기 기준 포인트를 기준으로 왼쪽에 인접한 왼쪽 포인트를 연결하는 직선의 기울기가 음이고, 상기 기준 포인트와 상기 기준 포인트를 기준으로 오른쪽에 인접한 오른쪽 포인트를 연결하는 직선의 기울기가 양을 만족할 때, 상기 기준 포인트를 변곡점으로 검출하는 방식으로 이루어질 수 있다.

다수의 변곡점이 검출되면, 상기 변곡점 검출부(310)는 선형 보간 기법(linear interpolation)을 이용하여, 인접한 2개의 변곡점들을 연결한 직선 상에 존재하는 보간점들(interpolating points)을 추정하여 검출한다.

변곡점 연결부(320)

상기 변곡점 연결부(320)는 상기 변곡점 검출부(310)에서 상기 검출한 변곡점들과 보간점들을 모두 연결하여, 상기 배경 신호(B(x))를 생성한다.

앞서, 상기 변곡점 검출부(310)에서는, 음의 기울기에서 양의 기울기로 변경되는 변곡점을 검출한다. 이는 아래 쪽으로 볼록한 형태의 곡선 검출을 의미한다. 따라서, 상기 ECG(I(x)) 신호 내에서 위쪽을 볼록한 형태의 곡선, 즉, 도 2에 도시된 바와 같이, 위쪽으로 샤프하게 형성된 QRS신호(QRS)의 대부분은 검출되지 않는다. 결국, 상기 변곡점 연결부(320)에서, 변곡점들과 보간점들을 연결하여 생성된 상기 배경 신호(B(x))는 상기 QRS신호(QRS)가 제거된 형태로 출력된다.

상기 배경 신호(B(x))의 생성 이후, 상기 R 포인트의 검출까지의 처리 과정은 도 4의 검출 장치(200)에서 수행하는 처리 과정과 동일하다.

도 7은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 기울기 변화를 이용하여 생성한 배경 신호를 기반으로 R 포인트 검출 과정을 나타낸 신호 파형도들로서, 설명의 이해를 돕기 위해, 도 7의 (A) 및 (D)에는 도 5의 (A) 및 (D)에 도시된 상기 ECG 신호(I(x))의 파형과 약간 다른 형태를 갖는 상기 ECG 신호(I(x))의 파형이 도시된다.

도 7의 (A)에 도시된 바와 같이, 본 발명의 다른 실시 예에 따른 상기 기울기 변화를 이용하여 생성한 배경 신호(E(x))는 상기 ECG 신호(I(x)) 내에서 잡음으로 간주된 QRS 신호의 샤프한 곡선이 상기 배경 신호(B(x)) 내에서는 아래쪽으로 볼록하게 변형되어 상기 심전도 신호(I(x)) 내의 QRS 신호가 제거된 형태로 나타나지만, 상기 배경 신호(B(x))의 나머지 신호 구간(signal period)에서는 상기 ECG 신호(I(x))와 상기 배경 신호(B(x))가 유

사하게 나타남을 알 수 있다.

- [0134] 도 7의 (B)에서는 차신호 검출부(330)에 의해 검출된 차신호(D(x))를 나타낸 것이고, 도 7의 (C)에서는, 차신호 보정부(340)에 의해 생성된 보정된 차신호(E(x))와 QRS간격을 검출하기 위한 플래그(F(x)) 및 문턱치(TH)를 나타낸 것이다. 그리고 도 7의 (D)는 상기 ECG(I(x))에서 검출된 R 포인트를 나타낸 것이다.
- [0135] 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 방법을 나타낸 흐름도로서, 설명의 이해를 돕기 위해, 도 1 내지 도 7이 참조될 수 있다. 또한, 아래의 각 단계를 설명함에 있어서 도 3 내지 도 7을 참조하여 기술한 내용과 중복되는 내용은 생략하거나 개략적으로 설명하기로 한다.
- [0136] 도 8을 참조하면, 먼저, 단계 S110에서, 상기 ECG 신호를 필터링하여, QRS 신호가 제거된 배경 신호를 생성한다. 일 실시 예로, 1차원 양방향 필터를 이용하여 상기 ECG 신호 내에서 QRS 신호를 제거할 수 있다. 다른 실시 예로, 상기 ECG 신호를 나타내는 곡선 상의 기울기 변화를 이용하여 상기 ECG 신호 내에서 QRS 신호를 제거할 수 있다. 구체적으로, 상기 ECG 신호를 나타내는 곡선 상에 나타나는 다수의 포인트 중에서 기울기가 변경되는 위치에 존재하는 다수의 변곡점을 검출하는데, 이때, 위쪽 방향으로 볼록한 곡선으로 나타나는 QRS 신호를 제거하기 위해, 음의 기울기에서 양의 기울기로 변경되는 위치(아래쪽 방향으로 볼록해지는 곡선 상)에 존재하는 변곡점을 검출한다. 이후, 상기 검출된 다수의 변곡점을 연결하여, 상기 QRS 신호가 제거된 배경 신호를 생성할 수 있다. 추가로, 선형보간법을 이용하여, 변곡점과 변곡점 사이의 보간점을 추정하고, 상기 다수의 변곡점과 추정된 보간점을 연결함으로써, 보다 정확한 상기 배경 신호를 생성할 수도 있다.
- [0137] 이어, 단계 S120에서, 상기 심전도 신호와 전 단계에서 생성된 상기 배경 신호 간의 차 신호를 검출한다.
- [0138] 이어, 단계 S130에서, 사전에 설정된 문턱치를 이용하여 상기 차 신호의 신호 구간 내에서 QRS 간격을 설정한다. 구체적으로, 상기 차 신호 상의 포인트들 중에서 상기 문턱치를 초과하는 포인트들을 플래그 '1'로 생성하고, 나머지 포인트들을 플래그 '0'으로 생성한 후, 상기 플래그 '1'에 대응하는 상기 차 신호 상의 포인트들의 집합을 상기 QRS 간격으로 설정한다. 한편, 상기 설정된 QRS 간격 내에서 ECG 신호 상에 나타나는 R 포인트를 정확히 검출(추정)하기 위해, 크기와 폭이 확장된 차 신호 내에서 상기 QRS 간격을 설정하는 것이 바람직하다. 이 경우, 상기 단계 S120과 상기 단계 S130 사이에, 전술한 수학식 5의 계산과정이 포함된 신호 처리 알고리즘을 이용하여 상기 차 신호의 크기와 폭을 확장하는 단계가 추가될 수 있다. 예를 들면, 2차원 좌표계에서 상기 단계 S120에서 검출된 차 신호를 나타내는 곡선 상의 임의의 포인트의 좌표를 'D(x)'라 하고, x축 상에서 D(x)의 왼쪽에 위치한 좌표를 D(x-n)이라 하고, 오른쪽에 위치한 좌표를 D(x+n)라 할 때, 상기 D(x)를 'D(x)+ D(x-n)+ D(x+n)'로 대체하는 방식으로, 상기 단계 S120에서 검출된 차 신호의 폭과 크기를 확장할 수 있다.
- [0139] 이어, 단계 S140에서, 상기 차 신호의 신호 구간 내에서(또는 크기와 폭이 확장된 차 신호의 신호 구간 내에서) 설정된 상기 QRS 간격 내에서 상기 ECG 신호 상의 R포인트를 검출(또는 추정)한다. 구체적으로, 상기 QRS 간격 내에서 상기 차 신호(또는 크기와 폭이 확장된 차 신호)의 크기가 가장 큰 위치에 존재하는 포인트를 상기 ECG 신호 상의 R포인트로 검출(또는 추정)한다.
- [0140] 이어, 단계 S150에서, 상기 검출된 R포인트를 왼쪽 방향 및 오른쪽 방향으로 진행하면서 전술한 수학식 7 내지 16의 조건을 만족하는 기울기 변화를 탐색한다.
- [0141] 이어, 단계 S160에서, 수학식 7 내지 16의 조건을 만족하는 기울기 변화가 탐색된 위치의 포인트들을 상기 검출된 R포인트의 주변 포인트로 검출한다. 구체적으로, 상기 검출된 R포인트를 기준으로 왼쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 양에서 음으로 변경되는 위치의 Q 포인트를 검출한다.
- [0142] 이어, 상기 검출한 Q포인트를 기준으로 왼쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 음에서 양으로 변경되는 위치의 시작 포인트(Q_{left})를 검출한다. 이어, 상기 시작 포인트(Q_{left})를 기준으로 왼쪽으로 진행하면서 기울기 변화가 양에서 음으로 변경되는 위치의 P 포인트(상기 P신호의 피크치)를 검출한다. 이때, 상기 P포인트는 자신을 기준으로 왼쪽 N(자연수)개의 포인트 간격에서 양의 기울기가 탐색되고, 오른쪽 N개의 포인트 간격에서 음의 기울기가 탐색되는 위치이다. 상기 N은 설계에 따라 다양하게 설정될 수 있으며, 예를 들면, '5'일 수 있다.
- [0143] 이어, 상기 P포인트를 기준으로 왼쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 양에서 음으로 변경되는 위치의 시작 포인트(P_{left})를 검출한다.
- [0144] 이어, 상기 P포인트를 기준으로 우측 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 음에서 양으로 변경되는 위치의

끝 포인트(P_{left})를 검출한다. 이어, 상기 R포인트를 기준으로 오른쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 음에서 양으로 변경되는 위치의 S 포인트를 검출한다.

[0145] 이어, 상기 S포인트를 기준으로 오른쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 양에서 음으로 탐색되는 끝 포인트(S_{right})를 검출한다.

[0146] 이어, 상기 끝 포인트(S_{right})를 기준으로 오른쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 음에서 양으로 변경되는 위치의 T 포인트를 검출한다. 이때, 상기 T포인트는 자신을 기준으로 왼쪽 M개의 포인트 간격에서 양의 기울기가 탐색되고, 우측 M개의 포인트 간격에서 음의 기울기가 탐색되는 위치이다. 상기 M은 상기 N보다 큰 자연수로서, 예를 들면, '10'일 수 있다.

[0147] 이어, 상기 T포인트를 기준으로 왼쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 양에서 음으로 변경되는 위치의 시작 포인트(T_{left})를 검출한다. 이때, 상기 시작 포인트(T_{left})는 자신을 기준으로 왼쪽 K(상기 N보다 작은 자연수)개의 포인트 간격에서 음의 기울기가 탐색되고, 오른쪽 L(상기 K보다 크고, 상기 N보다 작은 자연수)개 포인트 간격에서 양의 기울기가 탐색되는 위치로서, 상기 K는 '1'이고, 상기 L은 '3'일 수 있다.

[0148] 이어, 상기 T포인트를 기준으로 오른쪽 방향으로 진행하면서 상기 기울기 변화가 음에서 양으로 변경되는 위치의 끝 포인트(상기 T 신호의 끝 포인트)를 검출하는 단계로서, 상기 T신호의 끝 포인트는 자신을 기준으로 왼쪽 L개의 포인트 간격에서 음의 기울기가 탐색되고, 오른쪽 K개의 포인트 간격에서 양의 기울기가 탐색되는 위치이다.

[0150] 한편, 상기 P포인트와 상기 T포인트는 상기 배경 신호를 나타내는 곡선 상에서 각각 전술한 수학적 식 9와 수학적 식 14를 만족하는 기울기 변화를 탐색하여, 검출되지만, 나머지 포인트들은 상기 심전도 신호를 나타내는 곡선 상에서 기울기 변화를 탐색하여 검출된다. 상기 주변 포인트들 중에서 상기 P포인트와 상기 T포인트는 상기 배경 신호로부터 검출하고, 상기 P포인트와 상기 T포인트를 제외한 나머지 포인트들은 상기 ECG 신호로부터 검출하는 이유는 앞서 충분히 설명하였으므로, 여기서는 생략하기로 한다.

[0151] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 ECG 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 장치 및 방법은, 2차원의 필터에 비해 복잡도가 낮은 1차원의 양방향 필터 또는 계산량이 적은 기울기 변화 분석을 통해 배경 신호를 예측(추정)하고, 예측된 배경 신호를 기반으로 R 포인트는 물론 R 포인트의 주변 포인트를 계산 복잡도의 증가 없이 개별적으로 검출함으로써, 종전의 R-R 간격(R포인트와 R포인트 사이의 간격)의 검출에 따른 오류를 해결할 수 있다.

[0152] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 따른 심전도 신호로부터 중요 포인트를 검출하는 장치(200, 300)를 나타내는 도 4 및 6의 블록도는 본 발명의 원리를 기능적 관점에서 구체화한 것으로 이해해야 한다. 이와 유사하게, 도 8의 순서도는 컴퓨터가 관독 가능한 매체에 프로그램 형태로 저장될 수 있고, 도면에 컴퓨터 또는 프로세서가 명백히 도시되었는지 여부와 관계없이, 컴퓨터 또는 프로세서에 의해 수행되는 다양한 프로세스를 나타내는 것으로 이해되어야 한다.

[0153] 도 4 및 6의 블록들과 도 8의 순서도가 프로세서에 의해 구현될 때, 도 4 및 6에 도시된 블록들의 기능은 단일 전용 프로세서, 단일 공유 프로세서 또는 복수의 개별적 프로세서에 의해 제공될 수 있고, 이들 중 일부는 공유될 수 있다. 예를 들면, 상기 QRS 간격 설정부(250, 360)는 상기 차 신호 확장부(230)와 상기 플래그 생성부(240)를 포함하도록 구성될 수 있다. 이때, 상기 심전도 측정 장치(100), 상기 필터부(210) 및 상기 프로세서와 같은 하드웨어 성능 또는 상기 심전도 측정 장치(100)로부터 입력되는 상기 ECG 신호의 잡음 상태에 따라, 상기 차 신호 확장부(230)는 설계에서 배제될 수 있다. 이 경우, 상기 QRS 간격 설정부(250)는 상기 차 신호 검출부(220)로부터 직접 입력된 차 신호(확장되지 않은 차 신호(D(x))) 내에서 상기 QRS 간격을 설정할 수도 있음은 설명한 바 있다.

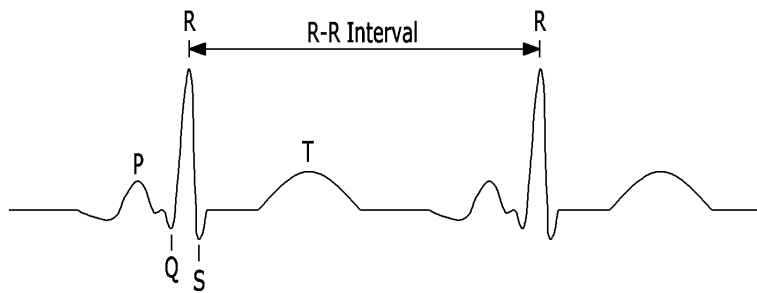
[0154] 또한, 프로세서, 제어 또는 이와 유사한 개념으로 제시되는 용어의 명확한 사용은 소프트웨어를 실행할 수 있는 하드웨어를 배타적으로 인용하여 해석되어서는 아니되고, 제한 없이 디지털 신호 프로세서(DSP) 하드웨어, 소프트웨어를 저장하기 위한 롬(ROM), 램(RAM) 및 비 휘발성 메모리를 암시적으로 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 물론 주지관용의 다른 하드웨어도 포함될 수 있다.

[0155] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정, 변경 및

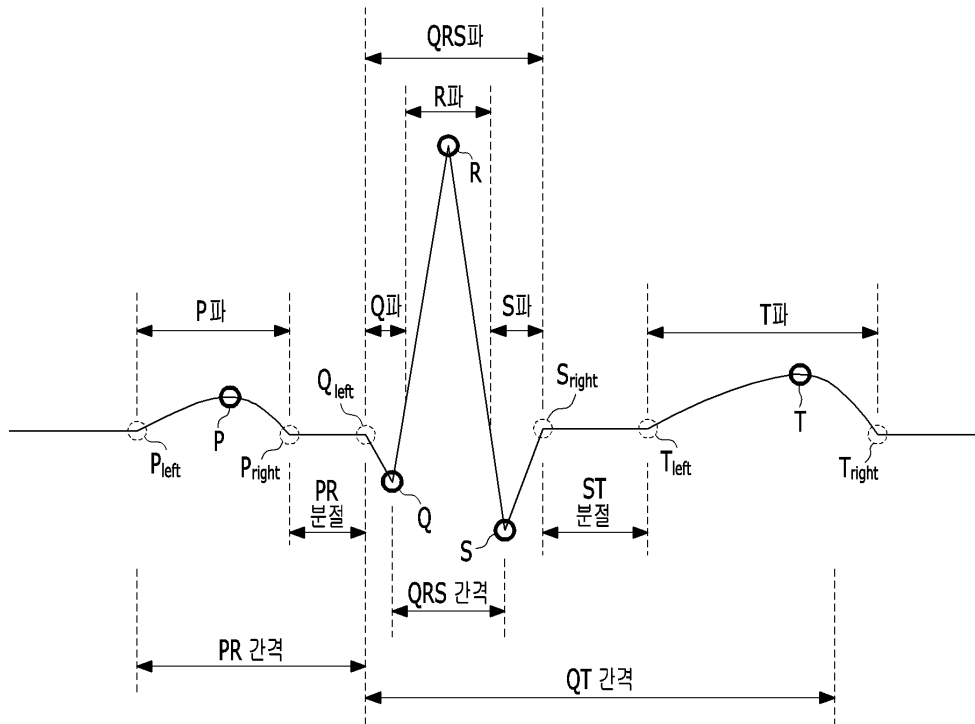
치환할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예 및 첨부된 도면들은 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예 및 첨부된 도면에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구 범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

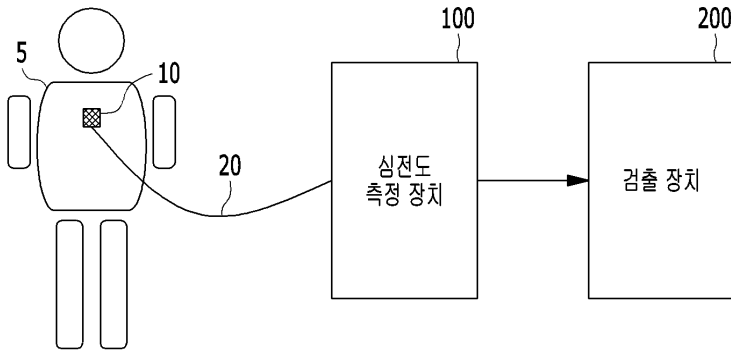
도면1



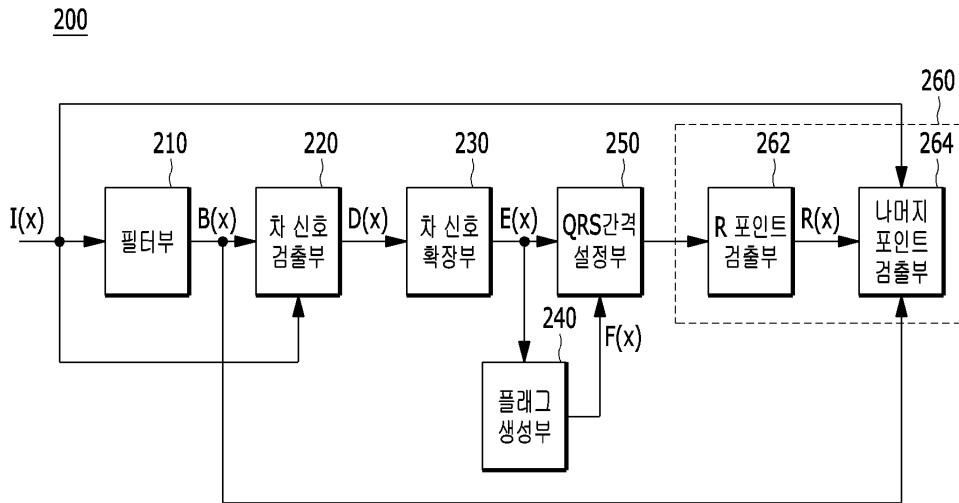
도면2



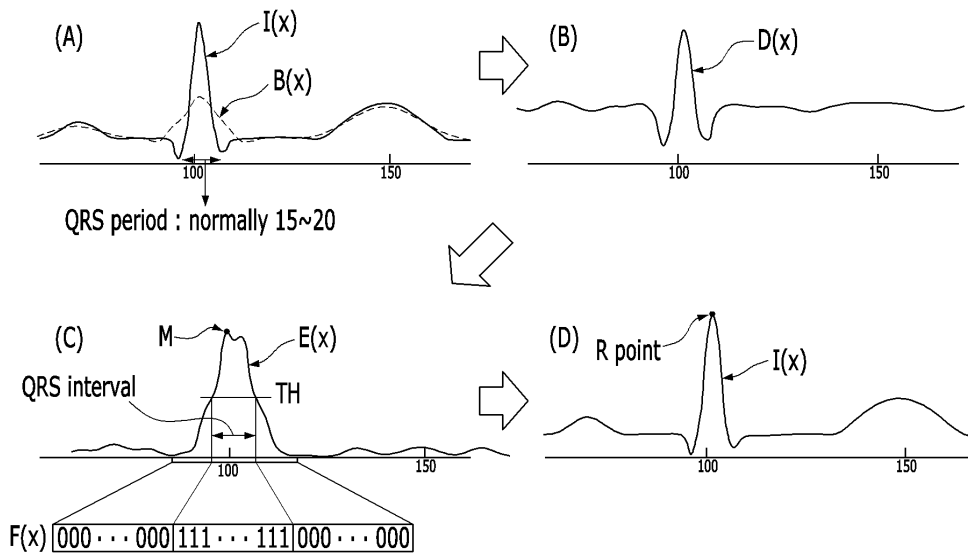
도면3



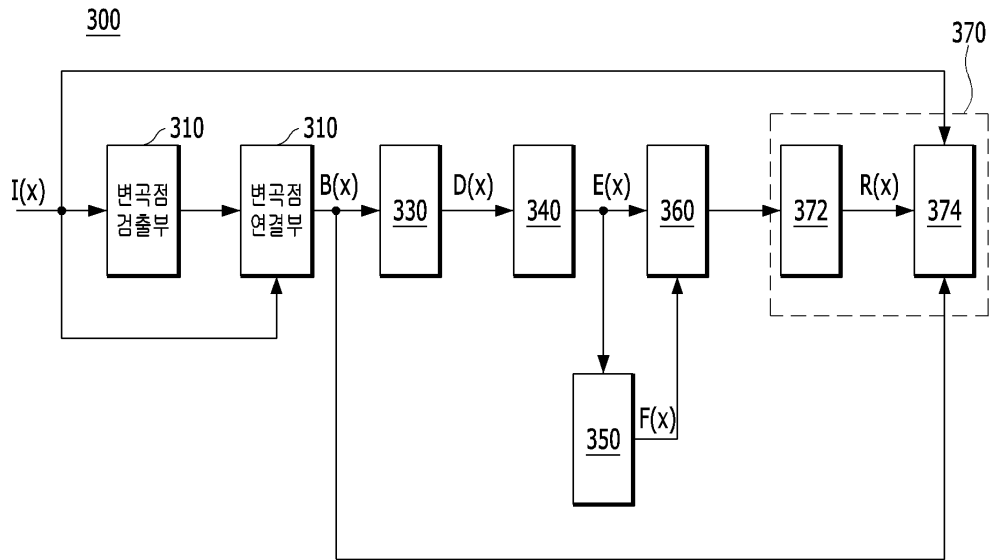
도면4



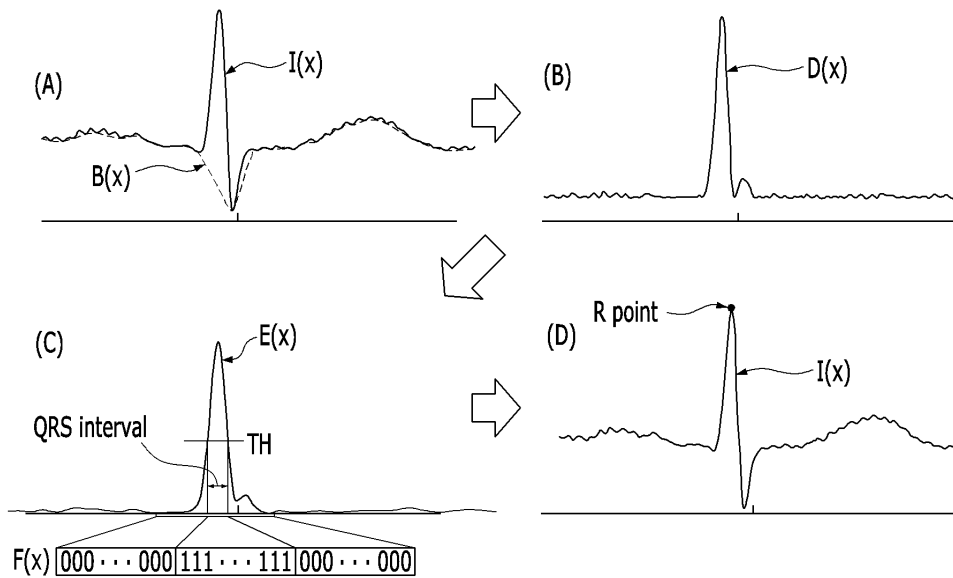
도면5



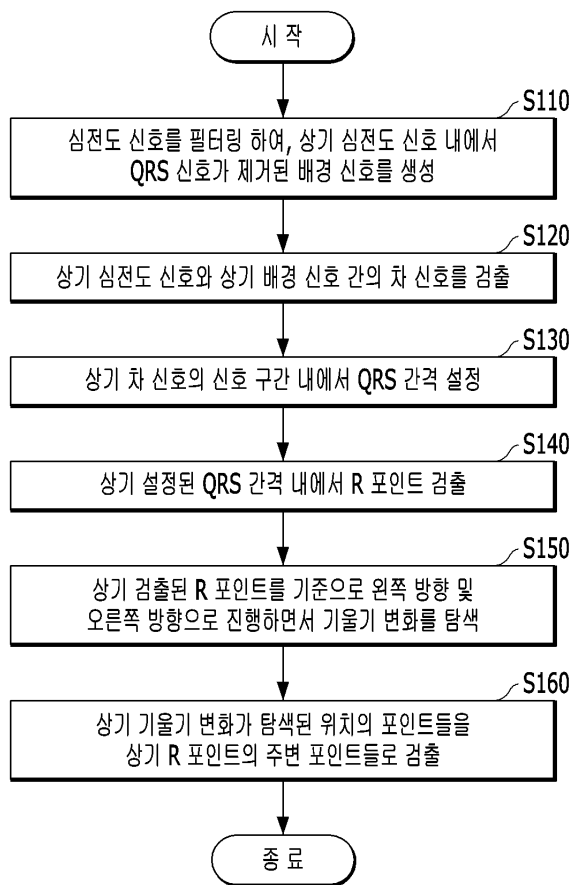
도면6



도면7



도면8



专利名称(译)	用于从心电图信号中检测临界点的装置和方法		
公开(公告)号	KR1020180037525A	公开(公告)日	2018-04-12
申请号	KR1020160127809	申请日	2016-10-04
[标]申请(专利权)人(译)	韩国电子通信研究院		
申请(专利权)人(译)	韩国电子通信研究院		
[标]发明人	BAE TAE WUK 배태욱 KWON KEE KOO 권기구 KIM KYU HYUNG 김규형 LEE SOO IN 이수인 CHOI EUN CHANG 최은창		
发明人	배태욱 권기구 김규형 이수인 최은창		
IPC分类号	A61B5/0472 A61B5/0456 A61B5/00 A61B5/04		
CPC分类号	A61B5/04012 A61B5/0456 A61B5/0472 A61B5/7225		
其他公开文献	KR102007011B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了一种用于从ECG信号检测临界点的装置。该装置包括滤波器单元，用于产生背景信号，从ECG信号中去除QRS信号；差分信号检测器检测ECG信号和背景信号之间的差分信号；预先设定的用于检测R点的阈值QRS间隔设置单元，被配置为通过使用在差信号的信号周期内设置QRS间隔；并且在QRS间隔内检测存在于差信号的幅度最大的位置处的点作为ECG信号的R点，并且基于检测到的R点在左方向和右方向上进行检测。并且，点检测器用于搜索倾斜度的变化并检测倾斜度变化的位置的点作为R点的外围点。 专利公开10-2018-0037525

