



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년11월18일
(11) 등록번호 10-2469358
(24) 등록일자 2022년11월16일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/339 (2021.01) A61B 5/349 (2021.01)
A61B 5/352 (2021.01) G16H 10/60 (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01)
- (52) CPC특허분류
A61B 5/339 (2022.01)
A61B 5/349 (2022.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7015939
- (22) 출원일자(국제) 2017년11월03일
심사청구일자 2020년11월03일
- (85) 번역문제출일자 2019년06월03일
- (65) 공개번호 10-2019-0071815
- (43) 공개일자 2019년06월24일
- (86) 국제출원번호 PCT/CA2017/051310
- (87) 국제공개번호 WO 2018/081907
국제공개일자 2018년05월11일
- (30) 우선권주장
62/417,712 2016년11월04일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2002253515 A*
W02016036805 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
이센티아 아이엔씨.
캐나다, 지1과 4알1 퀘백, 퀘백, 뒤 아인슈타인 2750
- (72) 발명자
펙토, 피에르
캐나다, 지3에이 1비4 퀘백, 생-어거스틴-드-데마, 뒤 생-펠릭스 4877
이디어, 제르망
캐나다, 지1와이 2제이9 퀘백, 퀘백, 뒤 자크-갤라누 4221
- (74) 대리인
이원희

전체 청구항 수 : 총 22 항

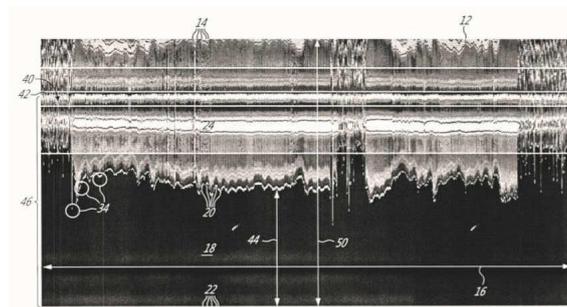
심사관 : 서광욱

(54) 발명의 명칭 심전도 데이터를 컴퓨터로 구현하여 다루는 방법

(57) 요약

본 명세서는 박동정보가 보여지는 디스플레이 스크린 상에 압축된 방식으로 심전도 데이터를 시각적으로 디스플레이하는 방법 및 상기 심전도 데이터의 구역들을 분류하는 방법을 개시한다.

대표도



(52) CPC특허분류

A61B 5/352 (2021.01)

G16H 10/60 (2021.08)

G16H 50/20 (2018.01)

명세서

청구범위

청구항 1

컴퓨터의 디스플레이 스크린 상에 심전도 데이터를 디스플레이하는 방법에 있어서, 상기 심전도 데이터는 시간에 따라 달라지는 크기 값들의 집합을 가지며 연속된 심장박동을 나타내고,

상기 컴퓨터가 디스플레이 스크린의 긴 직사각형 부분 내에서, 상기 직사각형 부분의 길이에 대해 횡방향으로 연장되는 복수의 단일 축 그래프들을 갖고, 상기 직사각형 부분의 상기 길이를 따라 상호간에 바로 인접하게 배치된 상기 심전도 데이터를 디스플레이하는 단계를 포함하되, 순서 내의 각 그래프는 대응하는 색상 또는 톤에 의해 디스플레이 되는 크기 값을 갖는 상기 심전도 데이터의 대응하는, 연속적인, 시간주기를 색상 및/또는 톤의 크기 스케일 및 상기 단일 축을 따라 그려지는 대응하는 시간 값의 함수로서 나타내고, 여기서 상기 그래프들 중 대응하는 그래프에 의해 표현되는 심장박동은 상기 직사각형 부분의 공통 횡방향 기준 좌표에 횡방향으로 정렬되고 공통 리듬 기준 피처에서 끝나는 공통 정렬 기준 피처를 갖고, 상기 그래프들의 단부들의 상기 횡방향 위치들은 심장박동 리듬의 함수로서 그래프 별로 달라지는 것을 특징으로 하며, 그리고

상기 컴퓨터가 상기 그래프들의 상기 색상 또는 톤 스케일 중 적어도 어느 하나를 대비시키는 방식으로 상기 그래프들의 상기 단부들과 상기 직사각형 부분의 대응하는 테두리 사이에서 횡방향으로 연장되는 나머지 영역을 디스플레이하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 색상 및/또는 톤 스케일은 색상 스케일이고, 상기 나머지 영역은 검은색인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 심전도 데이터를 디스플레이하는 단계는:

i) 심장박동이 소정의 그래프에 대응하는 기간에 연계되고, 및 ii) 다음 심장박동이 상기 심전도 데이터의 다음 기간에 추가적으로 연계되면, 상기 소정의 그래프에 상기 연계된 심장박동의 P, Q, R, S 및 T 피크들에 걸친 크기 값들, 및 상기 다음 심장 박동의 적어도 P 피크에 걸쳐, 상기 연계된 심장박동의 상기 T 피크로부터 상기 다음 심장박동의 상기 공통 리듬 기준 피처까지에 걸친 상기 크기 값들을 디스플레이하는 단계; 및

i) 심장박동이 소정의 그래프에 대응하는 기간에 연계되고, 및 ii) 다음 심장박동이 상기 심전도 데이터의 다음 기간에 연계되지 않으면, 상기 소정의 그래프에 상기 연계된 심장박동의 P, Q, R, S 및 T 피크들에 걸친 크기 값들, 및 상기 다음 심장 박동의 적어도 P 피크에 걸쳐, 상기 연계된 심장박동의 상기 T 피크로부터 상기 소정의 그래프의 최대 지속시간 까지에 걸친 상기 크기 값들을 디스플레이하는 단계이되, 상기 소정의 그래프의 상기 최대 지속시간은 상기 직사각형 부분의 상기 대응하는 테두리의 공간 좌표들에 대응하는 것

를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 심전도 데이터를 디스플레이하는 단계는:

심장박동이 소정의 그래프에 대응하는 기간에 연계되지 않은 경우, 상기 최대 지속시간에 이르는 기간의 전체 지속시간에 걸친 상기 소정의 그래프 크기 값들을 디스플레이하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 공통 정렬 기준 피처는 R 피크인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 공통 리듬 기준 피처는 다음 심장박동의 Q 피크, R 피크, 및 S 피크 중 하나와 연계되는 것

을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 공통 리듬 기준 피쳐는 다음 심장박동의 상기 R피크의 시작인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 공통 정렬 기준 피쳐 및 상기공통 리듬 기준 피쳐는 동일한 기준 피쳐인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 직사각형 부분의 상기 대응하는 테두리는 공간 좌표들에서 적어도 1.4초, 적어도 1.8초에 대응하는 횡방향 위치를 갖는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 직사각형 부분의 상기 대응하는 테두리는 상기 공간 좌표들에서 2초에 대응하는 횡방향 위치를 갖는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

제3항에 있어서, 상기 공간 좌표들은 선형인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

제3항에 있어서, 상기 공간 좌표들은 로그인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 디스플레이 스크린은 복수의 픽셀들을 갖고, 상기 심전도 데이터를 디스플레이하는 단계는 픽셀의 해당하는 열에서 각 그래프를 디스플레이하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 직사각형 부분의 상기 길이는 횡방향으로 연장되고, 상기 그래프들의 상기 단일 축은 수직방향으로 연장되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 심전도 데이터를 디스플레이하는 단계는 상기 직사각형 부분의 수직 방향으로 중첩된 복수의 부분에 심전도 데이터를 디스플레이하는 단계를 포함하되,

복수의 상기 그래프들의 시간 스케일은 대응되는 직사각형 부분의 좌측 방향으로부터 우측 방향으로 연장되고, 및 상부 직사각형 부분으로부터 하부 직사각형 부분으로 연장되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16

제14항에 있어서, 상기 컴퓨터가 상기 디스플레이 스크린의 다른 직사각형 부분에, 상기 단일 축 그래프들의 복수의 인접한 그래프들에 대해 수직 스케일 상에 상기 크기 값 및 수평 스케일 상에 시간을 그리는 2D 그래프를 추가적으로 디스플레이하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 컴퓨터가 상기 2D 그래프에 디스플레이된 상기 심전도 데이터의 해당 부분에 대응하는 상기 그래프의 복수의 인접한 그래프들을 나타내는 시각적 표시자를 디스플레이하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 18

제16항에 있어서, 상기 직사각형 부분에 디스플레이된 상기 단일 축 그래프들 중 적어도 하나의 공간 좌표들에 대응하는 사용자 입력을 수신하고, 상기 2D 그래프에 상기 사용자 입력에 의해 표시된 상기 적어도 하나의 상기

단일 축 그래프들에 대응하는 상기 심전도 데이터 부분을 디스플레이 하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 19

제1항에 있어서, 상기 직사각형 부분의 적어도 하나의 축 상에 단일 축의 스케일과 연계된 상기 시간 좌표를 표시하는 복수의 수치들을 디스플레이하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 20

제1항에 있어서, 상기 직사각형 부분의 적어도 하나의 축상에 심박수를 표시하는 복수의 수치들을 디스플레이하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 21

제1항에 있어서, 상기 심전도 데이터를 디스플레이하는 단계는 소정 개수의 인접 심장박동들의 각 그룹에 대해 단 하나의 그래프를 디스플레이하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 22

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 따른 상기 방법을 실행하도록 상기 컴퓨터에 의해 판독가능하고 기록 매체에 저장되는 컴퓨터 프로그램.

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

발명의 설명

기술 분야

배경 기술

- [0001] 심전도 (ECG)는 일정 기간에 걸쳐 심장의 전기적 활동을 기록하는 과정이며, 일반적으로 전극을 환자의 피부에 적용하여 수행된다. 전산화된 심전도는 시간에 따라 변화하는 기록된 전기적 활동의 크기 값을 갖는 심전도 데이터를 생성한다. 심전도 데이터는 각 크기 값과 관련된 시간 절대값을 포함 할 수 있다. 또는, 시간 참조가 함축적일 수 있다. 예를 들어, 연속적인 크기 값 사이의 경과 시간이 일정하고 공지된 경우, 모든 크기 값에 대한 시간 절대값을 저장하여 심전도를 재구성하고 디스플레이 할 필요가 없을 수 있다.
- [0002] 수십 년 동안, 심전도는 Y-축을 따라 그려진 크기 및 X-축을 따라 그려진 시간을 갖는 2-차원 그래프의 형태로 종이 상에 직접 인쇄되었다. 도 1A는 이 방법으로 제시되는 소정의 시간주기의 심전도를 도시하고, 제 1 심장박동 (10) 및 제 2 심장박동 (10')의 시작을 포함한다. 정상적 심장박동의 연속적인 순서는 정상적 부비동 리듬으로 지칭되며 인식 가능한 기준 특징들을 가지고 있다. 이러한 인식 가능한 기능의 정확한 표현은 한 사람에서 다른 사람 간의, 하나의 심장박동에서 타 심장박동마다 현저히 다를 수 있으며 기록 방법에 따라 다를 수 있지만, 일반적으로 하나의 형태 또는 타 형태로 존재한다. 이러한 인식 가능한 특징은 당해 분야에서 P, Q, R, S 및 T 피크로 불리는 "피크들 (peaks)" 을 포함한다.
- [0003] 통상의 휴식 심박수가 일반적으로 분당 60 내지 100 박동의 범위에 있는 맥락에서, 도 1A를 보면 상당한 양의 시간에 걸친 심전도가 엄청난 양의 종이를 필요로 할 수 있는 것을 알 수 있다.
- [0004] 최근 몇 년간, 심전도 데이터를 컴퓨터에 의해 판독 가능한 메모리에 저장하고, 심전도 데이터를 종이에 인쇄하는 대신에 컴퓨터 디스플레이 스크린 상에 표시하는 것이 점차 보편화되어 왔다. 일반적으로, 심전도 데이터의 비교적 작은 부분 만이 임의의 소정의 시간에 디스플레이되고, 사용자는 심전도 데이터의 디스플레이 된 부분을 변경하기 위한 명령들로서 사용되는 입력들을 제공함으로써 심전도 데이터를 탐색 할 수 있다.
- [0005] 디스플레이 스크린 상에 한꺼번에 심전도 데이터의 더 긴 시간주기를 표시할 필요가 있어 왔다. 이러한 요구는 최근 몇 년 간 발표된 심전도 데이터를 디스플레이하는 새로운 방법으로 어느 정도 충족되었다. 이 새로운 방법은 2D 그래프의 Y-축을 사용하는 대신에 크기를 표시하기 위해 색상 스케일을 사용하여 디스플레이된 데이터를 압축하는 것과 관련이 있다. 따라서, 심전도 데이터의 디스플레이는 단일 축으로 압축 될 수 있다. 또한, 심전도 데이터에서 개별 심장박동을 자동으로 인식하는 알고리즘이 개발되어 왔다. 따라서 단일-축 그래프는 해당 심장박동에 대해 디스플레이 될 수 있다. 단일-축 그래프를 횡 방향으로 향하게 하여 이를 나란히 디스플레이 하여, 상당한 양의 심장박동을 모두 한번에 디스플레이 화면에 나타낼 수 있다.
- [0006] 종래의 기술들이 어느 정도는 만족스럽지만, 컴퓨터를 사용하여 심전도 데이터를 디스플레이, 탐색, 주석추가 및 기타 관리하는 관점에서 개선의 여지가 남아있다.

발명의 내용

- [0007] 일 양태에 따르면, 컴퓨터의 디스플레이 스크린 상에 심전도 데이터를 디스플레이하는 방법에 있어서, 상기 심전도 데이터는 시간에 따라 달라지는 크기 값들의 집합을 가지며 연속된 심장박동을 나타내고, 상기 컴퓨터가 디스플레이 스크린의 긴 직사각형 부분 내에서, 상기 직사각형 부분의 상기 길이에 대해 횡방향으로 연장되는 복수의 단일 축 그래프들을 갖고, 상기 직사각형 부분의 상기 길이를 따라 상호간에 바로 인접하게 배치된 상기 심전도 데이터를 디스플레이하는 단계를 포함하되, 순서 내의 각 그래프는 대응하는 색상 또는 톤에 의해 디스플레이 되는 크기 값을 갖는 상기 심전도 데이터의 대응하는, 연속적인, 시간주기를 색상 및/또는 톤의 크기 스케일 및 상기 단일 축을 따라 그려지는 대응하는 시간 값의 함수로서 나타내고, 여기서 상기 그래프들 중 대응하는 그래프에 의해 표현되는 심장박동은 상기 직사각형 부분의 공통 횡방향 기준 좌표에 횡방향으로 정렬되고 공통 리듬 기준 피처에서 끝나는 공통 정렬 기준 피처를 갖고, 상기 그래프들의 상기 단부들의 상기 횡방향 위치들은 심장박동 리듬의 함수로서 그래프 별로 달라지는 것을 특징으로 하며, 그리고 상기 컴퓨터가 상기 그래프들의 상기 색상 및/또는 톤 스케일을 대비시키는 방식으로 상기 그래프들의 상기 단부들과 상기 직사각형 부

분의 대응하는 테두리 사이에서 횡방향으로 연장되는 나머지 영역을 디스플레이하는 단계를 더 포함하는 방법이 제공된다.

[0008] 또 다른 양태에 따르면, 심전도 데이터를 컴퓨터로 구현하여 다루는 방법은 컴퓨터가 상기 심전도 데이터를 디스플레이 스크린 상에 디스플레이하는 단계를 포함하되, 상기 디스플레이된 심전도 데이터는 시간에 따라 달라지는 복수의 크기 값들을 갖고 연속된 심장박동들을 나타내고; 컴퓨터가 상기 심전도 데이터의 구역을 분류하는 아래의 단계들을 포함하고, 제1사용자 입력을 수신하고 제1사용자 입력을 기반으로 한 상기 심전도 데이터의 제1 시간 좌표를 식별하는 단계; 제2사용자 입력을 수신하고 제2사용자 입력을 기반으로 한 상기 심전도 데이터의 제2 시간 좌표를 식별하는 단계; 상기 제1시간 좌표 및 상기 제2시간 좌표 사이에서 연장되는 상기 심전도 데이터의 구역을 정의하는 단계; 및 제3 사용자 입력을 수신하고 상기 제3사용자 입력을 기반으로 하여 상기 정의된 구역에 카테고리를 할당하는 단계를 포함하는 심전도 데이터를 컴퓨터로 구현하여 다루는 방법이 제공된다.

[0009] 본 발명에 관련된 많은 추가적 특징들 및 이의 조합들이 당업자에게 본 명세서를 읽는 과정에서 나타날 것이다.

[0010] 본 명세서에서 사용되는 "컴퓨터"라는 표현은 제한적인 방식으로 해석되어서는 안된다는 것이 이해 될 것이다. 이것은 하나 이상의 프로세스부의 일부 형태와 프로세스부(들)에 의해 액세스 가능한 일부 형태의 메모리 시스템의 조합을 일반적으로 지칭하기 위해 오히려 광의적으로 사용된다. 컴퓨터는 PC, 스마트폰, 태블릿, 기기용 컴퓨터 등일 수 있다.

[0011] 컴퓨터, 또는 보다 구체적으로는 프로세스부 또는 메모리 컨트롤러의 다양한 기능들은 하드웨어에 의해, 소프트웨어에 의해, 또는 두 가지 모두의 조합에 의해 수행 될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 하드웨어는 프로세서의 실리콘 칩의 일부로 포함된 로직 게이트를 포함 할 수 있다. 소프트웨어는 메모리 시스템에 저장된 컴퓨터-판독 가능 명령과 같은 데이터의 형태 일 수 있다. 컴퓨터, 프로세스부, 메모리 컨트롤러 또는 프로세서 칩과 관련하여, "구성된 (configured to)"이라는 표현은 관련된 기능을 수행하도록 동작가능한 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합의 존재에 관한 것이다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도면들에서,

도 1A는 X-축 상에 시간 좌표를 도시하고 Y-축 상에 대응하는 진폭 좌표를 도시한 심전도 데이터를 나타내는 2-차원 그래프의 일부이다;

도 1B는 도 1B의 그래프의 Y-축으로 색상 및/또는 톤 스케일을 바꾸는 심전도 데이터를 나타내는 일차원 (단일-축) 그래프의 예이며, 단일 축의 그래프 폭은 그림을 쉽게 나타내기 위해 확대되었다;

도 2는 일 실시예에 따라, 도 1A에 도시된 바와 같은 복수의 단일 축 그래프들이 연속적으로 나란히 배치된 디스플레이 스크린의 직사각형 부분이다;

도 3은 디스플레이 스크린의 여러 개의 중첩된 행들에 적용된 도 2의 그래픽 표현의 예시를 도시한다;

도 4는 디스플레이 스크린의 상부에 적용된 도 2의 그래픽 표현의 예시를 도시한다;

도 5는 심방 세동으로 구역을 분류한 예시를 도시한다; 및

도 6은 자동적으로 노이즈로 분류된 여러 구역들을 도시하며, 노이즈 구역들 중 선택된 하나를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 도 2를 참조하면, 디스플레이 스크린의 직사각형 부분 (12) 상에 그래픽으로 나타난 심전도 데이터의 실시예가 도시된다. 본 실시예에서, 개별 단일-축 그래프들 (14)은 직사각형 부분 (12)의 길이 (16)를 따라 서로 인접하여 디스플레이된다. 디스플레이 스크린의 직사각형 부분 (12)은 일반적으로 개별 그래프들의 지속기간을 초과하고, 그래프들 (14)의 단부들 (20)과 직사각형 부분 (12)의 해당 테두리 (22) 사이에 연장되는 나머지 영역 (18)은 그래프들 (14)에서 사용된 색상 및/또는 톤 스케일에 시각적으로 대비되는 방식으로 디스플레이된다. 하기에 상세히 설명되는 바와 같이, 이러한 나머지 영역 (18)은 심전도 데이터의 개별 심장박동을 그래픽으로 표현하는 방법과 결합되어 소정의 심장박동의 크기 값들에 추가하여 숙련된 사용자가 리듬 (심장박동 빈도) 정보를 표시 할 수 있게 한다. 정확한 색상 및/또는 톤 스케일은 특정 응용의 함수로서 선택될 수 있고, 대안적으로 사용자에게 의해 조절가능하다. 적어도 일부 실시예에서, 색상 및/또는 톤 스케일이 T 파의 두께 영역 (24)에서 대비가 되는 것이 유리할 수 있다는 것이 알려져 있다. 디스플레이된 심전도 데이터는 고정된 심전도 기록 장

치를 포함하여 임의의 적절한 방식, 기존 Holter 모니터와 같은 웨어러블 심전도 기록 장치 및 Icentia Inc.가 제조한 CardioSTAT® 장치와 같은 보다 최신 기술로 미리 획득될 수 있다. 심장박동의 자동 인식과 같은 심전도 데이터를 표시하기 전에 이에 대한 전처리가 수행될 수 있다. CardioSTAT® 장치와 같은 웨어러블 모니터는 예를 들어 몇 분 이상, 일반적으로는 몇 시간 이상, 바람직하게는 며칠 이상과 같은, 비교적 오랜 기간 동안 심전도 데이터를 기록하도록 설계된 경우 특별한 어려움을 초래할 수 있다. 이러한 결과 방대한 양의 결과 데이터는 종래의 방식으로 처리될 수 없다. 하기에 알 수 있는 바와 같이, 컴퓨터를 사용하여 이러한 양의 데이터를 처리하도록 소프트웨어가 구비될 수 있고, 분 또는 나아가 시간과 같이 비교적 큰 시간 증가분에서 데이터를 사용자가 빠르게 탐색할 수 있게 한다.

[0014] 도시된 실시예에서, 자동 심장박동 인식은 온라인 상에 2011년 10월 12일자로 공개된 Cardiovascular Engineering and Technology, Vol. 2, No. 4, December 2011, pp. 408-425에 개제된 P. Kathirvel 등이 저술한 "새로운 비선형 변환 및 1차 가우스 미분을 기반으로 한 효율적인 R-피크 검출 (An Efficient R-Peak Detection Based on New Nonlinear Transformation and First-Order Gaussian Differentiator)"이라는 제목의 논문에 기반한 QRS 콤플렉스 검출 알고리즘을 통해 수행된다. 이는 하기의 단계들을 일반적으로 포함한다:

- [0015] · 0.5 Hz 및 40 Hz 사이에서, ECG 신호를 대역통과(bandpass) 필터링;
- [0016] · 부호를 유지하면서 각 샘플을 2의 제곱으로 올리는 비-선형 변환;
- [0017] · 회귀 저역 통과 필터 (regressive low pass filter)를 사용한 진폭 추정;
- [0018] · 진폭 추정에 의해 스케일된 고 주파수 성분의 추가;
- [0019] · 0을 지나는 이벤트 수를 결정; 및
- [0020] · 0을 지나는 건수에 임계값을 적용하여 R-피크 검출.

[0021] 도1B를 참조하면, 정상 부비동 리듬을 갖는 심전도 데이터의 일부를 나타내는 개별적 단일-축 그래프 (26)의 예시가 도시된다. 도1B에 도시된 개별적 단일-축 그래프 (26)는 용이한 도시를 위해서 확대된 폭 (28)을 갖는다. 실제로, 도2에 도시된 바와 같은 그래프 표현으로, 이상적으로 단일 픽셀까지, 개별 그래프들이 서로 바로 인접한 위치가 되도록, 가능한 한 폭 (28)을 줄이고자 하는 동기가 있는데, 이로써 디스플레이 스크린의 직사각형 부분 (12)의 영역으로 더 많은 데이터를 압축할 수 있기 때문이다. 실제로, 그림에도 불구하고 개별 그래프들의 폭 (28)을 나타내기 위해 한 개 이상의 픽셀이 사용되어야 할 수 있다. 한편, 모든 심장박동을 표시하는 대신에, 데이터를 더 압축하기 위해 일부 그래프들이 생략될 수 있다. 예를 들어, 일례로 5개 중 3개 또는 1개와 같이, 소정의 개수의 인접한 심장박동들로 된 각각의 그룹에 단 하나의 그래프가 표시될 수 있다. 본 실시예에서 단일 축에 펼쳐진 시간 좌표들은 그래프 (26)의 상부 (30)로부터 그래프 (26)의 하부 (32)로 연장된다. 본 실시예에서, 그래프(26)는 대응하는 심장박동 (10) (그래프의 상부로부터 이의 하단까지 연장되는 제 1 P, Q, R, S 및 T 피크들)에 대응하는 심전도 데이터를 포함 할 뿐만 아니라, 공통 리듬 기준 피쳐 (34)으로도 더 연장되는 것을 알 수 있을 것이다.

[0022] 리듬 기준 피쳐 (34)는 실시예에 따라 달라질 수 있지만, 사용자에게 직관적 방식으로 박동 정보를 표시하는 방식으로, 도2에 도시된 바와 같이 동시에 디스플레이되는 서로 인접한 복수의 그래프들 (14)의 소정의 예시에서는 일반적으로 (공통적) 동일할 것이다. 공통 리듬 기준 피쳐 (34)는 예를 들어, 다음 심장박동 (10')의 Q 피크, R 피크 또는 S 피크와 연관 될 수 있다. 하기에 예시되는 바와 같이, 공통 리듬 기준 피쳐(34)는 알고리즘을 통해 컴퓨터에 의해 자동으로 식별 될 수 있다. 도1B에 도시된 실시예에서, 공통 리듬 기준 피쳐 (34)는 다음 심장박동 (10')의 R 피크의 시작으로 선택되었다. 따라서, 그래프 (26)는 다음 심장박동 (10')의 P 피크 및 Q 피크를 따라 더 연장되고, 대응하는 심장박동 (10)의 T 피크와 다음 심장박동 (10')의 P 피크 사이의 멈춤 (36)의 지속 시간을 포함하는 것으로 도시된다. 따라서, 단일 축 그래프 (26)는 공통 리듬 기준 피쳐 (34)에서 끝나고, 그래프 (26)의 길이 (38)는 예를 들어 심박수 및 멈춤 (36)의 지속 시간에 따라 달라질 수 있다.

[0023] 도 2의 그래프 표현을 구성하기 위해, 개별 심장박동의 또 다른 공통 참조 특징이 검출되어 그래프 (14)를 서로에 대해 횡방향으로 정렬하는데 사용된다. 후자의 공통 기준 피쳐는 공통 정렬 기준 피쳐 (40)로 지칭 될 것이다. 공통 정렬 기준 피쳐 (40)는 실시예에 따라 달라질 수 있지만, 사용자에게 직관적 방식으로 리듬 정보를 디스플레이하는 방식으로, 상호 인접하여 동시에 디스플레이되는 복수의 그래프들 (14)의 소정의 사례에 대해 일반적으로 동일(공통적)일 수 있고, 공통 리듬 기준 피쳐 (34)에 비해 동일한 기준 피쳐가 되도록 선택될 수 있다. 디스플레이 스크린의 직사각형 부분 (12)에서 각각의 그래프 (14)는 직사각형 부분 (12)의 공통 횡방향 정

렬 좌표 (42)에서 이의 검출된 공통 정렬 기준 피쳐 (40)를 위치시킴으로써 서로 횡방향-정렬될 수 있다.

[0024] 도2에 나타난 실시예에서, 공통 정렬 기준 피쳐 (40)는 대응하는 심장박동의 R 피크의 시작점이고, 심박수를 나타내는, 대응하는 심장박동의 R 피크의 시작점과 다음 심장 박동의 R 피크의 시작점 사이의 기간은 직사각형 부분(12)의 대응하는 테두리 (22)의 방향으로 직사각형 부분 (12)의 공통 횡 정렬 좌표 (42)로부터 그래프 (20)의 단부까지 (공통 리듬 기준 피쳐 (34)와 연계된 단부 (20)) 연장되는 단일 축의 일부분의 길이의 형태로 그래픽적으로 디스플레이된다. 따라서, 그래프들 (14)의 특정 하나의 단부의 횡방향 좌표는 해당 심장박동과 다음 심장박동 사이의 순간적 심박수, 또는 반대로 해당 심장박동과 다음 심장박동 사이의 시간주기에 연관될 수 있다. 그래프들 (14)의 단부들 (20)의 횡방향 좌표들은 단부들 (20)에 바로 이어지는 직사각형 부분 (12)의 부분을 그래프들 (14)의 색상 및/또는 톤 스케일과 명백하게 대비되는 색상 및/또는 톤, 보다 상세하게 공통 리듬 기준 피쳐 (34)의 일반 색상 및/또는 톤으로 표시하여 사용자에게 쉽게 가시화될 수 있다. 도2에서, 예를 들어 R 피크의 시작은 일반적으로 색상 및/또는 톤 스케일 상 하얀색으로 나타나는 진폭을 갖고, 그래프들 (14)의 단부들 (20)을 초과하는 직사각형 부분 (12)의 나머지 영역 (18)은 모두 검은색으로 되어 있다. 보다 일반적으로, 나머지 영역 (18)은 그래프들 (14)에서 심전도 데이터의 크기를 표시하는데 사용되는 색상 및/또는 톤 스케일과 대비되는 색상 및/또는 톤 스케일로 표시될 수 있다. 도시된 특정 실시예에서, 노랑색 및 빨강색을 통과하여 흰색까지의 "따뜻한" 색상은 증가하는 양의 진폭을 나타내기 위해 사용되는 반면, 짙은 파란색까지의 "차가운" 색상은 음의 진폭을 나타내기 위해 사용된다.

[0025] 도2를 계속 참조하면, 본 실시예의 그래프들 (14)은 직사각형 부분 (12)의 길이 (16)를 따라 서로 바로 인접하여 배치된다. 순서대로의 그래프 (14) 각각은 색상 및/또는 톤 크기 스케일의 함수로서 해당 색상들 또는 톤들에 의해 표시되는 크기 값들로 해당하는, 연속적인, 시간주기의 심전도 데이터를 나타낸다. 크기 값들과 연관된 시간 값들은 단일 축을 따라 그려진다. 해당하는 그래프들 (14)로서 나타나는 심장박동 각각은 직사각형 부분 (12)의 공통 횡방향 정렬 좌표 (42)와 횡방향으로 정렬되는 공통 정렬 기준 피쳐 (40)를 갖는다. 그래프들 (14)은 공통 리듬 기준 피쳐(34)에서 끝난다. 그래프 (14)의 단부 (20)의 횡 방향 위치는 대비되는 직사각형 부분 (12)의 나머지 영역 (18)과 조합되어 직사각형 부분 (12)의 대응하는 테두리를 따라 연장되는 마진 (44)을 형성하는 심장 박동 리듬의 함수로서 그래프 (14) 별로 달라진다. 마진 (44)은 심장박동 리듬의 함수로서 직사각형 부분 (12)의 길이 (16)를 따라 두께가 달라진다.

[0026] 마진 (44)의 테두리에 대응하는 직사각형 부분 (12)의 테두리 (22)의 횡 방향 좌표들은 공통 정렬 기준 피쳐 (40)이래 소정의 시간 간격 (46)에 연계될 수 있고, 따라서 공통 횡방향 정렬 좌표 (42)로부터 소정의, 일정한, 공간적 거리가 될 수 있다. 상기 시간 간격 (46)은 디스플레이 스크린의 직사각형 부분 (12)의 치수 및 디스플레이 구성에 의해 허용되는 최대 시간 간격과 연관 될 수 있다. 상기 시간 간격 (46)은 심장박동들 사이에서 정상적으로 예상 될 수 있는 최대 가능한 시간 간격을 포괄하기에 충분한 방식으로 일반적으로 선택 될 것이다. 본 실시예에서, 이는 R-피크의 시작, 공통 리듬 기준 피쳐(34)에 기초하여 2초로 선택되었다. 타 실시예에서, 시간 간격 (46)은 예를 들어 1.4초 이상, 또는 1.8초 이상 일 수 있다. 타 실시예에서, 시간 간격 (46)은 예를 들어 사용자 입력을 기반으로 조절가능할 수 있다. 예를 들어 도4에 도시된 바와 같이, 사용자에게 의한 분석을 용이하게 하도록, 시간 간격 (46)의 스케일은 직사각형 부분 (12)에 인접하여 디스플레이 될 수 있으며, 여기서 시간 간격 (46)이 디스플레이의 오른쪽에 밀리 초 단위를 갖는 시간 스케일 (48a)로 제시된다. 반대로, 시간 간격 (46)은 심장박동을 나타낼 수 있고, 심장박동 스케일 (48b)은 직사각형 부분 (12)에 인접하게 디스플레이될 수 있다. 예를 들어, 도4에서 BPM(beats per minute)으로 된 심장박동 스케일 (48b)은 디스플레이의 왼쪽 상에 제시된다.

[0027] 도3에 도시된 바와 같은 디스플레이 구조에서, 심전도 데이터의 더 많은 행들을 포함할 수 있고, 따라서 소정의 스크린에 소정의 시간에 동시에 더 많은 심전도 데이터가 표시되도록, 직사각형 부분 (12)의 횡방향 너비 (50)를 감소시키고자 할 수 있다. 이를 위해, 대안적 실시예에서는 더 짧은 시간 간격 (46)을 사용하거나, 도시된 도면들에서 사용된 선형 스케일 대신에 로그 스케일을 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 로그 스케일을 사용하는 실시예에서, 로그 스케일에 연관된 수치 값들은 예를 들어 디스플레이에 인접하여 표시될 수 있다.

[0028] 심전도 데이터에서, 제1심장박동 (10)과 제2심장박동 (10') 사이의 멈춤이 시간 간격 (46)을 초과하는 경우들이 있을 수 있다. 이는 다양한 방식으로 관리될 수 있다. 도시된 실시예에서, 멈춤이 시간 간격 (46)을 초과하면, 제1심장박동 (10)의 그래프는 직사각형 부분 (12)의 테두리까지 계속되고, 직사각형 부분 (12)을 전체적으로 가로질러 연장되는 횡방향 선을 생성하고 이러한 경우를 디스플레이된 심전도 데이터를 다루는 숙련된 기술자가 매우 쉽게 검출하게 한다. 또한, 멈춤이 시간 간격 (46)의 단위에 있어서 더 많이 지속되면, 제1심장박동 (10)을 따르는 멈춤의 상이한 시간 간격 단위들에 해당하는 심전도 데이터를 후속 그래프들이 표시한다. 이는 직

사각형 부분 (12)의 길이 (16)의 방향으로 직사각형 부분 (12)을 완전히 가로 질러 연장되는 횡단 선의 두께를 넓힐 수 있고, 숙련된 기술자 또는 표시된 심전도 데이터를 참고하는 의사에게 멈춤 지속시간의 매우 직관적인 표시를 제공 할 수 있다. 제2 (후속) 심장박동 (10')이 오면, 일반적인 횡방향 배열 좌표 (42)에 정렬되는 일반적인 정렬 기준 피쳐 (40)와 함께, 이어서 정상적으로 표시될 수 있다.

- [0029] 즉, 심전도 데이터는 하기의 조건들을 기반으로 표시될 수 있다:
- [0030] · 심장박동 (10)이 소정의 그래프에 대응하는 시간주기와 연계되면, 연계된 심장박동의 P, Q, R, S 및 T 피크들에 걸친 크기 값들이 소정의 그래프에 디스플레이됨;
- [0031] · 심장박동 (10)이 주어진 그래프에 대응하는 시간주기와 연계되고 다음 심장박동 (10')이 심전도 데이터의 다음 시간주기와 추가적으로 연계되면, 연계된 심장박동 (10)의 T 피크로부터 다음 심장박동 (10')의 공통 리듬 기준 피쳐 (34)까지 걸친 크기 값들이 다음 심장박동 (10')의 적어도 P피크를 포함하여 소정의 그래프에 디스플레이됨;
- [0032] · 심장박동 (10)이 주어진 그래프에 대응하는 시간주기와 연계되고 다음 심장박동 (10')이 심전도 데이터의 다음 시간주기와 추가적으로 연계되지 않으면, 연계된 심장박동의 T 피크로부터 소정의 그래프의 최대 지속 기간까지 걸친 크기 값들이 소정의 그래프에 디스플레이됨 (소정의 그래프의 최대 지속기간은 직사각형 부분 (12)의 대응하는 테두리 (22)의 공간 좌표들에 대응함); 및
- [0033] · 만약 심장박동 (10)이 소정의 그래프에 대응하는 시간주기에 연계되지 못했다면, 최대 지속기간에 이르기까지, 시간주기의 전체 지속기간에 걸친 크기 값들은 소정의 그래프 상에 디스플레이된다.
- [0034] 도3에 도시된 디스플레이 구조 (52)에서, 심전도 데이터의 시간 좌표는 왼쪽에서 오른쪽으로 진행하고, 이후 직사각형 부분 (12)의 하부의 좌측에서 계속 진행할 수 있다. 또한, 심전도 데이터를 디스플레이하는 역할의 어플리케이션은 사용자 인터페이스 내에서, 사용자가 심전도 데이터를 쉽게 탐색 할 수 있는 수단을 포함 할 수 있다 (심전도 데이터의 이전에 디스플레이된 부분들을 감추면서, 심전도 데이터를 따라 이동하고 심전도 데이터의 새로운 부분을 연속적으로 표시). 본 실시예에서, 키보드의 아래 화살표 (down) 키를 사용하여, 예를 들어 한 번에 하나의 행 "아래로" 이동시킴으로써 사용자가 디스플레이의 행을 형성하는 직사각형 부분 (12)을 탐색 할 수 있게 하는 반면, 페이지 다운 (page down) 및 페이지 업 (page up) 키와 같은 키들은 한 번에 디스플레이 되는 행들의 (이 경우 5 개) 전체 분량을 탐색할 수 있게 한다. 도3에 도시된 바와 같이, 본 실시 예에서, 그래픽 인터페이스의 "이동 (Go To)" 영역 (54)은 스크린의 상부 좌측 코너에 디스플레이된다. 그래픽 인터페이스의 "이동" 영역 (54)을 활성화시킴으로써, 사용자는 캘린더에 액세스할 수 있고, 사용자가 디스플레이 하고자 하는 심전도 데이터의 부분에 해당하는 캘린더의 특정 일을 선택할 수 있다. 예를 들어, 홈 키 또는 종료 키와 같은 추가 키들은 사용자가 심전도 데이터의 시작 시간주기 또는 최종 시간주기로 직접 이동할 수 있게 하는 사용자 입력으로서 사용될 수 있다.
- [0035] 도4는 디스플레이 구조 (52')의 또 다른 실시예를 도시한다. 도4에서, 압축된 심전도 데이터는 디스플레이 스크린의 제 1 직사각형 부분 (12a)에 상기 제시된 바와 같이 디스플레이되는 반면, 제 1 직사각형 부분 (12a)에 디스플레이된 심전도 데이터의 일부는 "기존의" 2-차원 형태를 사용하여, 디스플레이 스크린의 제 2 직사각형 부분 (12b)에 제공된다. 본 실시예에서, 심전도 데이터를 표시하는 어플리케이션은 제 1 직사각형 부분 (12a)에 표시되는 단일 축 그래프들 중 적어도 하나에 대응하는 공간 좌표를 표시하는 사용자 입력을 수신 할 수 있고, 제 2 직사각형 부분에서 (12b) 사용자 입력을 통해 선택된 심전도 데이터 부분의 2-차원 표현을 표시할 수 있게 더 구성될 수 있다. 예를 들어, 사용자 입력은 제 1 직사각형 부분 (12a)의 대응 부분 또는 스크린상의 대응 부분을 사용자가 좌클릭하여 수신 될 수 있다. 시각 표시 (56)는 제 1 직사각형 부분 (12a) 상에 표시되어 심전도 데이터의 어느 부분이 디스플레이 스크린의 제2 직사각형 부분 (12b)에 표시되는지를 나타낼 수 있다. 본 실시 예에서, 시각적 표시는 음영 또는 하이라이트의 수직 열이다. 두 개의 스크린이 사용되면, 도4의 디스플레이는 제 1 디스플레이 스크린 상에 제공 될 수 있고, 도3의 디스플레이는 제 2 디스플레이 스크린 상에 디스플레이 될 수 있다. 두 개의 디스플레이 스크린들은 직사각형 부분 중 임의의 하나 상의 새로운 위치로의 탐색이 다른 그래픽 표현 상의 표시자(marker)의 위치 조정을 자동으로 트리거 할 수 있는 방식으로 링크 될 수 있다. 예를 들어, 제 2 디스플레이 스크린의 대응 영역에 시각적 표시가 제공될 수도 있다. 본 실시 예에서, 횡방향 선은 커서로서 사용되고, 사용자 입력을 통해 2-차원 그래프의 길이를 따라 이동 될 수 있다. 본 실시 예에서, 커서에 대응하는 정확한 시간 좌표들은 제 1 직사각형 부분 (12a)의 직사각형 박스 (58)에 표시되고, 또한 도3의 스크린의 좌측 상부에 표시된다. 커서를 2-차원 그래프의 길이를 따라 이동시키는 것은 또한 제 1 직사각형 부분 (12a)에 제시된 데이터를 탐색하는데 사용될 수 있다.

- [0036] 도 5를 참조하면, 심전도 데이터의 구역 (60)을 분류하는 추가적 기능이 하기에 기술된다. 두 가지 변형이 고려 될 것이며, 제1변형은 구역의 수동 분류이며, 제2변형은 구역의 자동 분류이다.
- [0037] 도5에 도시된 바와 같이, 디스플레이되는 심전도 데이터의 구역 (60)을 분류하는데 컴퓨터가 사용될 수 있다. 이 방법은 도 5의 디스플레이 스크린의 상부 직사각형 부분 (12a)에서 사용되는 것과 같은, 일련의 일차원 그래프들로 표시되는 심전도 데이터의 구역 (60)을 분류하는데 사용될 수 있다. 대안적으로, 이 방법은 도 5의 디스플레이 스크린의 하부 직사각형 부분 (12b)에서 사용되는 것과 같은, 일련의 2차원 그래프들로 표시되는 심전도 데이터의 구역 (60)을 분류하는데 사용될 수 있다.
- [0038] 본 방법은 제 1 사용자 입력을 수신하고, 제 1 사용자 입력을 기반으로 심전도 데이터의 제 1 시간 좌표 (62a)를 식별하는 컴퓨터를 포함 할 수 있다. 예를 들어, 제 1 사용자 입력은 주어진 시간 좌표에 대한 그래픽 표현과 연관된 공간 좌표를 표시하기 위해 디스플레이 스크린의 소정의 부분을 사용자가 우클릭 또는 터치함으로써 수신 될 수 있다. 그래픽 피드백은 상기 예시된 바와 같이, 시각적 지표 (indicator)의 형태로 표시될 수 있다. 본 방법은 제 2 사용자 입력을 수신하고, 제 2 사용자 입력을 기반으로 심전도 데이터의 제 2 시간 좌표 (62b)를 식별하는 컴퓨터를 포함 할 수 있다. 이때 컴퓨터는 심전도 데이터의 특정 시간 간격에 대응하는 구역 (60)을 제 1 시간 좌표 (62a)로부터 제 2 시간 좌표 (62b)까지 연장하는 것으로 정의 할 수 있다. 구역 (60)의 정의는 컴퓨터에 의해 컴퓨터-판독 가능 메모리에 저장 될 수 있다. 이어서 컴퓨터는 카테고리를 정의된 구역 (60)과 연계시키기 위해 제3사용자 입력을 수신 할 수 있다. 아마 보다 구체적으로, 제 3 사용자 입력은 정의된 구역 (60)에 카테고리를 할당하는데 사용된다. 예를 들어, 사용자는 두 개의 시각적 표시들 중에서 우클릭하여 사용자가 복수의 가능한 카테고리들 (66) 중 소정의 카테고리를 선택할 수 있는 윈도우 (64)를 트리거 할 수 있다. 도시된 예에서, 네 가지 가능한 카테고리들 (66)이 있는데: 노이즈, 정상적 부비동 (sinus) 리듬, 심방 세동 (발작 (PAF) 또는 만성 (CAF)), 심방 조동 (atrial flutter)이고, 사용자가 심방 세동을 선택한다. 카테고리 리는 구역 (60)의 정의와 연관되어 데이터로 저장될 수 있다.
- [0039] 본 구체적 실시예에서, 선택된 구역 (60), 또는 "이전 (From)" 영역의 시작은 구역 (60) 외부에서, 디스플레이 된 심전도 데이터의 대응하는 쪽을 사용자가 가리킴으로써 자동으로 조절될 수 있다. 예를 들어, 이전 선택된 "이전 (From)" 영역의 왼쪽 편을 클릭함으로써 "이전 (From)" 영역은 자동으로 이동될 수 있고, "다음 (To)" 영역에 대해서는 그 반대이다. "이전 (From)" 영역 또는 "다음 (To)" 영역을 선택된 구역 (60) 내의 위치로 조절하기 위해, 해당 "업데이트 선택 시작" 또는 "업데이트 선택 종료" 기능들이 도5에 도시된 바와 같이, 팝업 윈도우 (64)에서 선택될 수 있다.
- [0040] 또 다른 변형예에서, 심전도 데이터의 카테고리를 자동 검출하고, 구역들 (60)을 자동 정의하고, 대응 구역들 (60)에 대응 카테고리들 (66)을 자동 할당하는데 어플리케이션이 사용될 수 있다. 예를 들어, 도시된 실시예에서, 자동 노이즈 식별 알고리즘은 심전도 데이터를 디스플레이하기 전에 심전도 데이터에 또한 수행된다.
- [0041] 대안적으로, 자동 구역 식별은 딥러닝 및/또는 심장 리듬 변동 알고리즘을 기반으로 할 수 있다. 예를 들어, 이전에 수동으로 주석을 첨부한 ECG 기록의 데이터 집합들을 사용하여 딥러닝 알고리즘을 배울 수 있다. 이러한 딥러닝 알고리즘은 심방 세동, 심방 조동, 이소성 박동 (ectopic beats), AV 블록 (AV blocks), 번들 브랜치 블록 (bundle branch blocks) 및/또는 임의의 기타 적절한 형태의 부정맥을 자동으로 식별하는데 사용될 수 있다. 심방 세동 및 심방 조동에서, 딥러닝 식별은 보다 전형적인 심박수 변동 알고리즘을 사용하여 개선될 수 있고, 각 구역 또는 에피소드의 시작 및 끝을 보다 정확하게 식별 할 수 있다. 제시된 2D 색상 스케일 접근법은 분석 작업 중 기술자에게 고도로 압축되고 표현적인 ECG 표현을 허용 할뿐만 아니라, 딥러닝 알고리즘이 이를 또한 수행할 수 있도록 기존의 2D 그래프 데이터 표현 보다 더 적합할 수 있다.
- [0042] 검출 알고리즘 후에 실행되는 노이즈 식별 알고리즘의 하나의 예시는 하기와 같이 요약될 수 있다:
- [0043] · 고역 패스 필터(a high pass filter) 는 일반적으로 정상적 P 및 T 파형의 저주파 성분을 제거하도록 결과 신호에 적용된다;
- [0044] · 감지된R-피크 각각에 대해, 마스킹 윈도우는 QRS 콤플렉스 (즉, R-피크 전에 50ms에서 다음 R-피크에 100ms 까지)를 포함하도록 정의된다;
- [0045] · 각각의R-R 간격에 대해, 알고리즘은 신호 대 잡음비를 계산하고 그 결과를 임계값과 비교하여 소정의 R-R 간격이 잡음으로 식별되는지를 결정하는데, 임계값은 R-R 간격의 아티팩트 콘텐츠가 너무 높아져서 디스플레이 된 심전도 데이터를 컨설팅하는 기술자가 PQRST 콤플렉스를 시각적으로 식별하는 것을 방지하는 값으로 설정된다.

- [0046] 신호가 노이즈로 분류되는 특정 시간 간격들에 대응하는 심전도 데이터의 구역들 (60)은 컴퓨터에 의해 자동으로 정의 될 수 있고, 이들 구역들에 대응하는 카테고리들은 구역들의 정의와 연계되어 메모리에 자동적으로 저장 될 수 있다.
- [0047] 도5에 도시된 실시예에서, 상부 직사각형 부분 (12a)의 테두리 (22)를 따라 연장되는 가로 막대의 형태로 표현된 시각 표시 (68)는 소정의 구역 (60)이 분류된 것을 표시하는데 사용된다. 예를 들어, 카테고리는 가로 막대에 대응하는 색상으로 속성을 부여함으로써 사용자에게 시각적으로 표현될 수 있다. 도3에서 디스플레이된 모든 심전도 데이터는 분류되었고, 카테고리들은 이러한 방법으로 시각적으로 나타난다.
- [0048] 도 6은 소프트웨어에 의해 노이즈로 자동 분류된 심전도 데이터의 구역들 (60')을 도시한다. 도시된 실시예에서, 어플리케이션은 자동 구역 선택의 기능을 제공하는데: 사용자가 분류된 구역 (60)에 대응하는 디스플레이의 소정의 부분을 나타낼 때, 구역 (60)은 자동적으로 선택 될 수 있고, 시각 표시자 (70)는 구역의 시작 및 끝을 식별하는데 사용될 수 있고, 예를 들어 팝업 윈도우 (64)는 사용자가 구역 (60)의 분류를 제거하거나, 구역 (60)의 분류를 변경하도록 트리거 될 수 있다. 구역(60)의 자동 선택은, 예를 들어 대응하는 수평 막대 (72)를 클릭함으로써 트리거 될 수 있다.
- [0049] 도시된 실시예에서, 분류된 전체 심전도 데이터의 백분율 (이의 디스플레이 및 디스플레이 안된 부분들을 둘 다 포함)이 추적된다. 또한, 도3의 디스플레이에서, 스크린의 상부 직사각형 부분에서 진행 바 (74)가 사용되어, 분류된 전체 심전도 데이터의 백분율을 시각적으로 나타낸다. 따라서, 도3에서, 전체 심전도 데이터의 41 %가 분류되었고, 현재 디스플레이되지 않은 심전도 데이터의 일부가 미분류되었음을 사용자에게 즉시 제시한다.
- [0050] 도시된 실시예에서, 어플리케이션이 숙련된 기술자가 분류를 수행하도록 안내하는 일반적인 업무흐름은 카테고리를 전체 심전도 데이터의 모든 부분에 부여하여 진행 막대 (74)에서 100%에 도달하도록 숙련된 기술자에게 안내하는 것을 포함한다. 이 후, 어플리케이션은 심전도 데이터의 소정의 모음의 주요 특징들을 요약하고 심전도 데이터의 소정의 모음을 나타내는 심전도 데이터의 일부 발췌를 2D 그래프의 형태로 제시하는 보고서 (미도시)를 생성한다. 도시된 실시예에서, 100% 진행에 도달하면 사용자는 보고서 생성 기능에 대한 액세스만 제공되므로, 심전도 데이터의 일부만이 분류되지 않는 한 보고서를 마무리 할 수 없다. 보고서는 심전도 데이터의 전체 분류에 따라 달라진다.
- [0051] 예를 들어, 사용자는 도4에 도시된 바와 같은 상세한 보기를 사용하여 처음 24시간을 평가하는 것으로 시작하고, 이어서 도3에 도시된 바와 같은 메인 보기를 사용하여 나머지 날들을 빠르게 보는 것을 진행할 수 있다.
- [0052] 본 구체적 실시예에서, 심전도 데이터는 환자 이벤트 (PEV) 로 코딩될 수 있다. 예를 들어, 환자 이벤트 마커들은 심전도 데이터의 시간 좌표들에 연계될 수 있다. 예를 들어, 환자 이벤트 마커의 추가는 심전도 데이터의 기록 중에, 웨어러블 모니터를 통해 사용자 입력을 수신함으로써 트리거 될 수 있다. CardioSTAT® 장치에는 이를 위한 누름 버튼이 있다. 어플리케이션은 각 PEV에 디스플레이된 심전도 데이터 상에 시각적 표시를 제공할 수 있거나, 또는 다른 방식으로 PEVs에 관한 정보를 제공하도록 맞춰질 수 있다. 예를 들어, 사용자는 환자 로 그북 내의 메모 및/또는 기록 상 비정상(abnormalities) 과 이를 링크하면서 PEVs의 존재를 확인하도록 지시 받을 수 있다.
- [0053] 심전도 데이터의 분류된 구역들 사이에 원치 않게 남겨진 작은 갭들이 만들어지는 것을 방지하기 위해 어플리케이션 소프트웨어에 의해 스냅-온 기능이 구비된다. 이러한 스냅-온 기능이 하기에 설명된다.
- [0054] 스냅-온 피쳐는 기설정된 시간 간격 (76)을 사용한다. 구역 "이전 (From)" 또는 "이후 (To)" 영역이 인접 구역으로부터의 기설정된 시간 간격 (76) 내에서 식별되면, "이전 (From)" 또는 "이후 (To)" 영역은 인접 구역 (60)의 대응 단부와 정확히 일치하도록 자동적으로 조정된다. 기설정된 시간 간격 (76)은, 예를 들어, 시간 단위 또는 심장박동의 단위로 정의 될 수 있다. 본 실시예에서, 기설정된 시간 간격 (76)은 심장박동의 단위로 정의된다. 예를 들어, 도 5의 상부 직사각형 부분 (12a)에 도시된 바와 같이, 압축된 그래프에서 좌표를 선택함으로써 "이전 (From)" 또는 "이후 (To)"를 선택 할 때, 기설정된 간격 (76)은 예를 들어 8 개의 심장박동, 10 개의 심장박동 또는 20 개의 심장박동과 같이 소정의 심장박동 수로 설정될 수 있다. 예를 들어, 도 5의 하부 직사각형 부분 (12b)에 도시된 바와 같이, 2-차원 그래프에서 좌표를 선택함으로써 "이전 (From)" 또는 "이후 (To)"를 선택 할 때, 소프트웨어는 사용자에게 의해 추가 정밀도가 의도 된 것으로 추론 할 수 있고, 예를 들어 단일 심장박동과 같이 기설정된 시간 간격 (76)은 더 낮을 수 있다. 따라서, 사용자가 예를 들어 인접한 구역 (60)의 10번의 기설정된 시간 간격 (76) 내에 해당하는 영역을 압축된 그래프에서 클릭하면, 사용자가 표시한

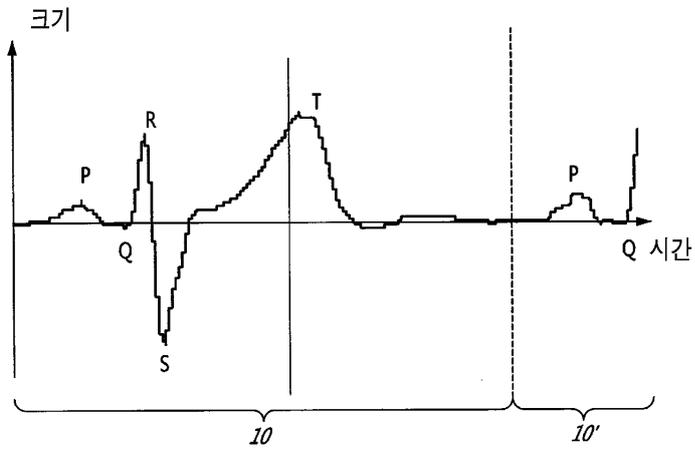
실제 좌표들 대신에 인접 구역 (60)의 대응 단부가 자동적으로 선택될 수 있다. 이 기능은 도 3에 제시된 바와 같이 메인 보기 상에서 감지하기 어려울 수 있는 구역들 (60) 사이의 작은 갭들의 발생을 회피하는데 도움을 줄 수 있다.

- [0055] 따라서, 소정의 구역 (60)을 분류하는 단계 전에 기타 존이 분류되는 경우, 소정의 구역 (60)의 제 1 시간 좌표 (62a) 및 제 2 시간 좌표 (62b) 중 하나 또는 둘 모두가 버퍼 시간 간격 내에서 타 구역의 제 1 시간 좌표 및 제 2 시간 좌표와 인접하면, 제 1 시간 좌표 및 제 2 시간 좌표 중 대응하는 하나 또는 둘 다가 타 구역의 대응하는 시간 좌표 인 것으로 식별된다.
- [0056] 메타 존 분류 특징들이 또한 제공 될 수 있다. 메타 존은 상이한 카테고리를 가지거나, 또는 적어도 하나의 카테고리 및 미분류된 심전도 데이터 부분을 하위-구역들인 적어도 두 개의 하위- 구역들에 걸쳐 있는 이전(시작) 및 이후 (끝) 사이에서 연장되는 구역으로 정의할 수 있다. 예를 들어, 메타 존이 정의된 것으로 판단되면 추가 기능으로 다른 팝업 메뉴를 사용자에게 제공 할 수 있다. 일부 예를 들면, 메뉴를 통해 사용자는 소정의 카테고리를 모든 미분류된 부분으로 속성을 부여하고, 소정의 카테고리를 가지는 모든 구역의 카테고리를 제거하거나, 메타 존 내의 모든 카테고리를 제거할 수 있다.
- [0057] 소프트웨어는 상술된 바에 추가적인 기능들을 가질 수 있다. 예를 들어, PAC 검출, PVC 검출, 및 PVC 형태 분류와 같은, 추가적인 자동 카테고리 인식 기능들이 구비될 수 있다. 도시된 실시예에서, 이러한 추가 알고리즘들은 이동 카테고리 자동적으로 심전도 데이터의 해당 구역들로 부여하는 것을 사용하지 않고, 오히려 숙련된 소프트웨어 사용자의 주의를 끌기 위한 표시들로 디스플레이된다.
- [0058] 도시된 실시예에서, 새로운 ECG 구역이 기술자에 의해 정상 구역으로 주석이 달리는 경우 조기 심실 수축 (PAC) 감지 알고리즘이 실행된다. PAC는 심방 세동 또는 조동 구역들에 생리학적으로 적용될 수 없고, 상기 노이즈 식별 프로세스를 기반으로, 노이즈로 표시된 구역들은 또한 제외된다. 기술자는 그래픽 사용자 인터페이스를 통한 슬라이더 위젯을 사용하여 PVC 감지 감도를 정의 할뿐만 아니라 자동 PVC 감지 기능을 가능하게 할 수 있다. 활성화되면, PVC 감지 알고리즘은 다음과 같이 요약될 수 있다:
 - [0059] • 검출된 QRS 콤플렉스의 리스트는 사용자-분류된 정상 구역을 기반으로 첫번째로 정의됨;
 - [0060] • 정상 영역의 첫번째로부터 마지막 QRS 콤플렉스까지 적용된 슬라이딩 윈도우는 이 때 각 QRS 콤플렉스로 이어지는 R-R 기록으로서 사용됨;
 - [0061] • 슬라이딩 내역 윈도우의 마지막 QRS 콤플렉스는 해당 R-R 간격이 해당 QRS로 이어지는 R-R 내역을 기반으로 하는 임계값보다 낮은 경우 PAC로 표시될 것임;
 - [0062] • 임계값은 사용자가 슬라이더 위젯으로 조절할 수 있도록 파라미터화됨;
 - [0063] • 감지된 PAC는 2-차원 그래프 보기의 상부 영역에 파란색의 문자 S인 주석으로 표시 될 수 있고, 도4에 도시된 바와 같이, 압축된 그래프 표현의 하부에 짧은 수직 빨간색 선이 또한 추가될 수 있음.
- [0064] 도시된 실시예에서, 새로운 ECG 구역이 기술자에 의해 정상 부비동 리듬, 심방 세동 또는 조동으로 분류 될 때 조기 심실 수축 (PVC) 탐지 알고리즘이 실행된다. 상기의 노이즈 식별 프로세스를 기반으로, 노이즈로 표시된 구역들만 제외될 것이다. 기술자는 그래픽 사용자 인터페이스의 두 가지 독립적인 슬라이더 위젯을 사용하여 복잡한 PVC 감지의 미숙성 및 감도의 중요성을 정의 할뿐만 아니라 자동 PVC 감지 기능을 가능하게 할 수 있다. 활성화되면, PVC 감지 알고리즘은 다음과 같이 요약될 수 있다:
 - [0065] • 감지된 QRS 콤플렉스 목록은 먼저 사용자 구분 구역(들)을 기반으로 정의됨;
 - [0066] • 목록의 QRS 콤플렉스 각각에 대해, PVC의 특정 특성을 정량화하는 다음과 같은 5가지 요소들이 계산됨:
 - [0067] o PAC 알고리즘과 유사한 방식으로 정량화된 콤플렉스 미숙성;
 - [0068] o QRS 콤플렉스 모폴로지를 기반으로 추정되고 선택된 구역 (들)에 속하는 모든 QRS의 평균 진폭을 사용하여 정규화된 QRS 콤플렉스 폭(Q-S 간격) - PVC는 일반적으로 더 큰 QRS 콤플렉스 지속기간들을 가짐;
 - [0069] o QRS 검출 알고리즘 자체의 하위 집합을 사용하여 추정되고 선택된 구역 (들)에 속하는 모든 QRS의 평균 진폭을 사용하여 정규화된 QRS 콤플렉스 진폭;

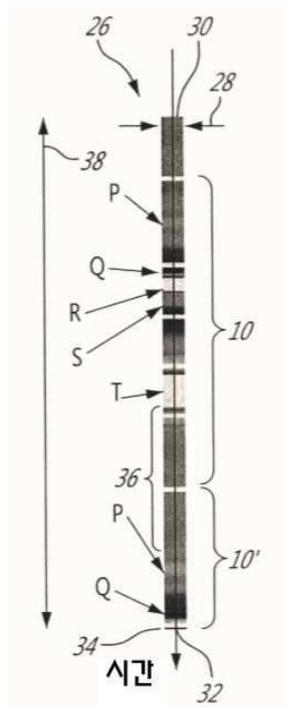
- [0070] o QRS 콤플렉스 최대값 (일반적으로 양수인 R피크의 진폭이 됨), 선택된 구역(들) 내에 속하는 모든 QRS의 최대 중앙값을 사용하여 또한 표준화됨;
- [0071] o QRS 콤플렉스 최소값 (일반적으로 음수인 S피크의 진폭이 됨), 선택된 구역(들) 내에 속하는 모든 QRS의 최소 중앙값을 사용하여 또한 표준화됨;
- [0072] o 이후 QRS 콤플렉스는 이의 미속성이 사용자 정의 미속성 슬라이더 위젯 값에 비례하는 임계값 보다 크고 기타 4 가지 요인의 가중 합이 사용자 정의 PVC 감도 슬라이더 위젯 값보다 크면 PVC로 표시될 것임; 및
- [0073] o PVC는 2-차원 그래프 보기의 상부 영역에 갈색의 문자 V인 주석으로 표시 될 수 있고, PAC 주석을 위해 남겨둔 공간 바로 아래에, 압축된 그래프 표현의 하부에 짧은 수직 빨간색 선이 또한 추가될 수 있음
- [0074] 도시된 실시예에서, PVC 모폴로지 분류 알고리즘은 새로운 PVC 검출에 따라 실행된다. 기술자는 그래픽 사용자 인터페이스의 슬라이더 위젯을 사용하여 분류의 민감도를 정의 할 수 있다. PVC 모폴로지 분류 알고리즘은 하기와 같이 요약될 수 있다:
- [0075] • 검출되었지만 미분류된 PVC 모폴로지는 이전에 분류된 모든 PVC 모폴로지와 비교된다; 두 개의 PVC 사이의 거리 측정치를 산출함으로써 비교가 이루어진다; PVC는 거리 측정치가 모폴로지 분류 민감도 슬라이더 위젯 값에 의해 정의된 조정 가능한 임계값 이상인 경우 동일한 모폴로지 군에서 다른 PVC와 유사하게 간주된다;
- [0076] • 분류되지 않은 PVC가 이전에 분류된 임의의PVC 모폴로지의 분류 기준을 충족시키지 못하는 경우, 본 PVC를 최초이자 유일한 모폴로지로서 하는 새로운 모폴로지 패밀리가 생성된다; 및
- [0077] • PVC 모폴로지는 2차원 그래프 보기에서 V자 이후에 패밀리 ID (예: 1과 32 사이의 숫자)로 주석을 달 수 있다.
- [0078] 상기를 통해 이해되는 바와 같이, 본원에 제시된 기술적 틀은 사용자가 단일 정적 화면 보기에서 수 시간의 ECG 기록을 나타내는 다수의 QRS 콤플렉스들 -수 만개-를 시각화할 수 있게 한다. 단일 스크린 화면에 표시될 수 있는QRS개수 및 ECG 시간간격은 기록되는 심장박동 및 화면 해상도에 따라 달라진다.
- [0079] 상기에서 알 수 있는 바와 같이, 종래의 ECG 기록 신호는 심장박동 세그먼트로 먼저 분할 될 수 있으며, 여기서 하나의 세그먼트는 하나의 박동 대 박동 간격을 나타낸다. 본 실시예에서, 세그먼트는 소정의 심장박동 보다 400ms 전에 시작되어, 다음 심장박동의 감지 지점에서 끝난다. 색상 및/또는 톤 스케일에 있어서, 등전위 기준 (0mv)은 예를 들어 황록색으로, 양수값들은 황록색으로부터 빨간색 이후 흰색까지 (따뜻한 색) 그리고 음수값들은 황록색으로부터 파란색 이후 검은색까지(차가운 색)로 표시 될 수 있으나, 이는 단지 하나의 가능한 예시이다. 도 4는 상부 직사각형 부분의 압축된 색상-코딩된 그래프가 연속적인 ECG 데이터의 약 25 분에 대응하고 더 낮은 2-차원 그래프가 12 초의 ECG 대역을 나타내는 경우의 상세한 도면의 예를 도시한다. 본 화면에서, 사용자는 세 가지 보기 중 하나에서 마우스 좌클릭하여 노란색 수직 커서를 이동하여 ECG 데이터 기록을 탐색 할 수 있다. 커서 위치가 새 클릭 위치로 업데이트되고 기타 두 보기는 선택된 시점을 중심으로 다시 표시된다. 각 화면은 네비게이션 커서를 보여 주며 그 위치는 ECG 기록에서 같은 시점을 식별한다. 상세 보기의 하단에서, 탐색 도구 모음을 사용하여 세 가지 심전도 (ECG) 보기를 특정 심전도 이벤트 또는 부정맥에 사용자가 신속하게 동기화 할 수 있게 한다.
- [0080] 상기 제시된 다양한 기능들은 컴퓨터에 의해 판독가능한 메모리에 저장된 하나 이상의 컴퓨터 프로그램 제품들 (어플리케이션)의 형태로 제공 될 수 있다.
- [0081] 이해되는 바와 같이, 상기 설명되고 도시된 실시예들은 단지 예시적인 것으로서 의도된다. 예를 들어, 대안적인 실시 예에서, 직사각형의 긴 부분은 수평으로 배향되기보다는 수직으로 배향될 수 있고, 콘트라스트 마진은 그래프 하부 보다는 그래프 상부에 표시 될 수 있다. 발명 범위는 첨부된 청구항으로 나타난다.

도면

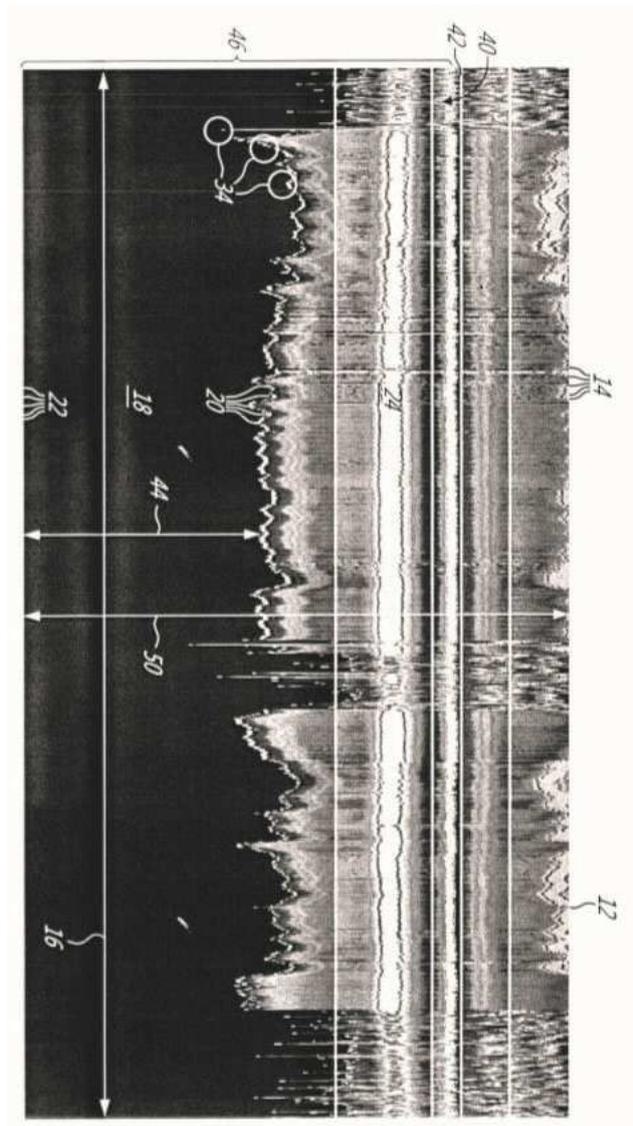
도면1a



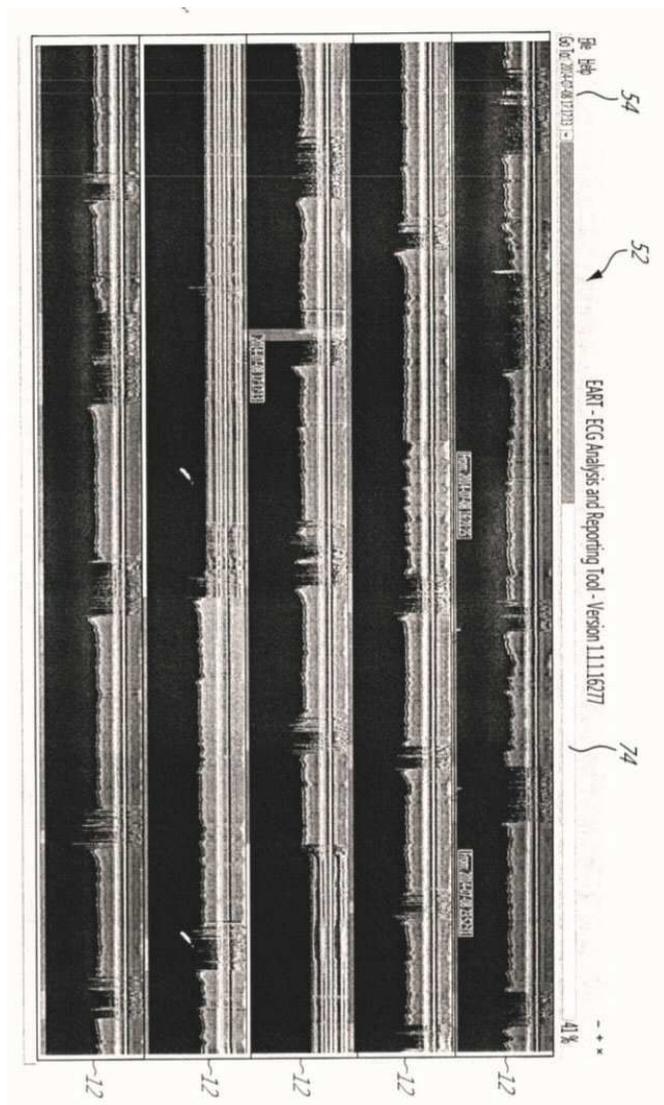
도면1b



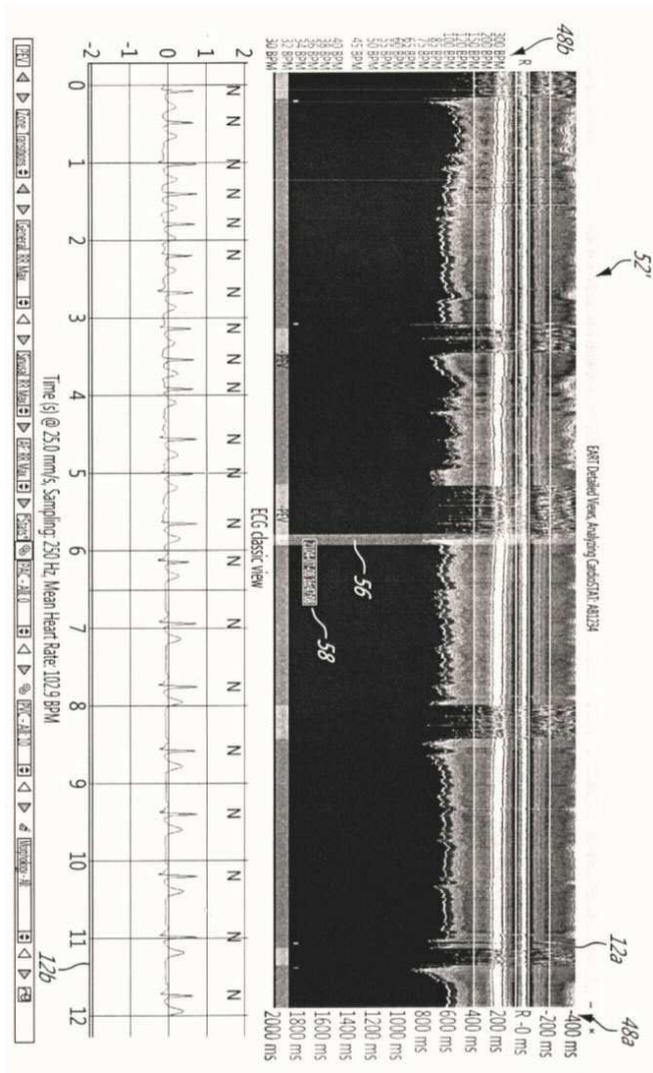
도면2



도면3



도면4



도면5

