



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0072154
(43) 공개일자 2023년05월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/349 (2021.01) A61B 5/00 (2021.01)
A61B 5/327 (2021.01) G16H 50/20 (2018.01)

(52) CPC특허분류

A61B 5/349 (2022.01)
A61B 5/0006 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0158600

(22) 출원일자 2021년11월17일

심사청구일자 2021년11월17일

(71) 출원인

재단법인 아산사회복지재단

서울특별시 송파구 올림픽로43길 88 (풍납동)

울산대학교 산학협력단

울산광역시 남구 대학로 93(무거동)

(72) 발명자

주세경

서울특별시 송파구 토성로 38-6, 106동 1604호(풍납동, 한강극동아파트)

윤기원

서울특별시 강남구 개포로 307, 2동 201호(개포동, 우성3차아파트)

서효창

대구광역시 북구 한강로 17, 101동 1101호(사수동, 금호서한아파트)

(74) 대리인

특허법인더웨이브

전체 청구항 수 : 총 10 항

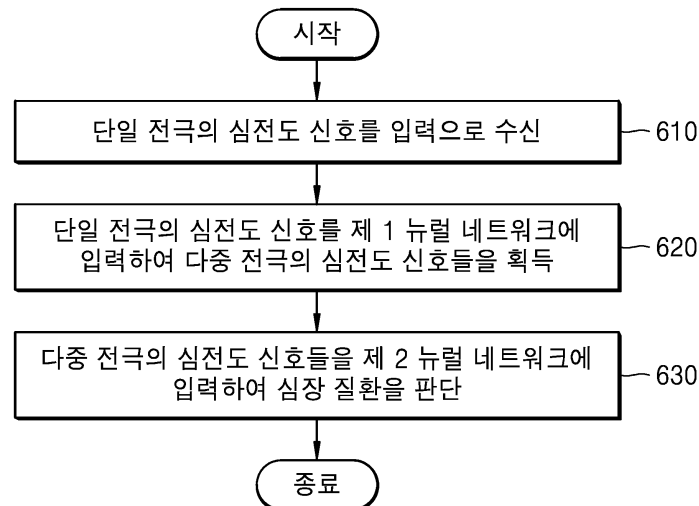
(54) 발명의 명칭 심장 질환을 판단하는 방법, 장치 및 컴퓨터 프로그램 제품

(57) 요약

심장 질환을 판단하는 방법, 장치 및 컴퓨터 프로그램 제품을 제공할 수 있다.

본 발명에서는, 단일 전극의 심전도 신호를 입력으로 수신하고, 단일 전극의 심전도 신호를 제 1 뉴럴 네트워크에 입력하여 다중 전극의 심전도 신호들을 획득하고, 다중 전극의 심전도 신호들을 제 2 뉴럴 네트워크에 입력하여 심장 질환을 판단할 수 있다.

대 표 도 - 도6



(52) CPC특허분류

A61B 5/327 (2021.01)

A61B 5/7264 (2013.01)

G16H 50/20 (2018.01)

명세서

청구범위

청구항 1

심장 질환을 판단하는 방법에 있어서,

단일 전극의 심전도 신호를 입력으로 수신하는 단계;

상기 단일 전극의 심전도 신호를 제 1 뉴럴 네트워크에 입력하여 다중 전극의 심전도 신호들을 획득하는 단계;
및

상기 다중 전극의 심전도 신호들을 제 2 뉴럴 네트워크에 입력하여 심장 질환을 판단하는 단계;

를 포함하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 단일 전극의 심전도 신호는 심장의 종단면에서 특정 방향으로의 사지 유도 심전도 신호에 해당하고,

상기 다중 전극의 심전도 신호들은 표준 사지 유도의 심전도 신호들(I, II, III), 단극 사지 유도의 심전도 신호들(aVR, aVL, aVF) 및 흉부 유도의 심전도 신호들(V1~V6)을 포함하는, 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 획득하는 단계는,

상기 단일 전극의 심전도 신호 중 기 설정된 시간 구간에 해당하는 제 1 전압값들을 상기 제 1 뉴럴 네트워크에 입력하여 상기 다중 전극의 심전도 신호들을 획득하고,

상기 다중 전극의 심전도 신호들 각각은 상기 기 설정된 시간 구간에 해당하는 제 2 전압값들을 포함하는, 방법,

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 뉴럴 네트워크는 생성적 적대 신경망(generative adversarial networks)에 해당하고,

상기 생성적 적대 신경망은,

상기 단일 전극의 심전도 신호를 입력으로 수신하여 다중 전극의 심전도 신호들로 변환하는 모델을 학습하는 생성자(generator); 및

상기 생성자에 의해 생성된 다중 전극의 심전도 신호들과 상기 단일 전극의 심전도 신호와 동시에 측정된 다중 전극의 심전도 신호들을 구별하는 모델을 학습하는 분류자(discriminator);

를 포함하는, 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 뉴럴 네트워크는,

상기 다중 전극의 심전도 신호들을 나타내는 이미지를 입력으로 수신하여 상기 심장 질환을 판단하는 Residual Network(ResNet)에 해당하는, 방법.

청구항 6

심장 질환을 판단하는 장치에 있어서,
적어도 하나의 프로그램이 저장된 메모리; 및
상기 적어도 하나의 프로그램을 실행함으로써 연산을 수행하는 프로세서를 포함하고,
상기 프로세서는,
단일 전극의 심전도 신호를 입력으로 수신하고,
상기 단일 전극의 심전도 신호를 제 1 뉴럴 네트워크에 입력하여 다중 전극의 심전도 신호들을 획득하고,
상기 다중 전극의 심전도 신호들을 제 2 뉴럴 네트워크에 입력하여 심장 질환을 판단하는, 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
상기 단일 전극의 심전도 신호는 심장의 종단면에서 특정 방향으로의 사지 유도 심전도 신호에 해당하고,
상기 다중 전극의 심전도 신호들은 표준 사지 유도의 심전도 신호들(I, II, III), 단극 사지 유도의 심전도 신호들(aVR, aVL, aVF) 및 흉부 유도의 심전도 신호들(V1~V6)을 포함하는, 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서,
상기 프로세서는,
상기 단일 전극의 심전도 신호 중 기 설정된 시간 구간에 해당하는 제 1 전압값들을 상기 제 1 뉴럴 네트워크에 입력하여 상기 다중 전극의 심전도 신호들을 획득하고,
상기 다중 전극의 심전도 신호들 각각은 상기 기 설정된 시간 구간에 해당하는 제 2 전압값들을 포함하는, 장치.

청구항 9

제 6 항에 있어서,
상기 제 1 뉴럴 네트워크는 생성적 적대 신경망(generative adversarial networks)에 해당하고,
상기 생성적 적대 신경망은,
상기 단일 전극의 심전도 신호를 입력으로 수신하여 다중 전극의 심전도 신호들로 변환하는 모델을 학습하는 생성기(generator); 및
상기 생성기에 의해 생성된 다중 전극의 심전도 신호들을 상기 단일 전극의 심전도 신호와 동시에 측정된 다중 전극의 심전도 신호들을 구별하는 모델을 학습하는 분류기(discriminator);
를 포함하는, 장치.

청구항 10

제 6 항에 있어서,
상기 제 2 뉴럴 네트워크는,
상기 다중 전극의 심전도 신호들을 나타내는 이미지를 입력으로 수신하여 심전도 질환을 판단하는 Residual Network(ResNet)에 해당하는, 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 심장 질환을 판단하는 방법, 장치 및 컴퓨터 프로그램 제품을 제공한다.

배경 기술

[0002] 심전도는 심박동의 주기중에 일어나는 심장의 전기적 활동 상태를 그래프 상에 나타낸 것이다. 심전도는 채널의 개수에 따라 1개~12개 채널에서 동시 측정이 가능한 장치, 트레이드 밀이나 자전거 페달을 돌려 심장에 운동 부하를 걸어 심전도를 측정하는 장치 또는 IC 메모리 등을 사용하여 24시간 이상 일상 생활 중의 심전도를 측정하는 장치 등을 이용하여 측정할 수 있다. 한편, 이러한 방식의 심전도 측정은 사용자의 사지 및 흉부에 복수개의 전극들이 부착 되어야 한다는 불편함이 있을 수 있다.

[0003] 이에 따라 최근에는, 사지유도 방식을 적용하여 심전도를 간편하게 측정하는 웨어러블 디바이스 형태의 심전도 측정 장치가 개발되었으나, 복수개의 전극들을 이용하여 심전도를 측정하는 장치에 비하여 심장 질환 판단의 정확도가 떨어질 수 있으므로 이를 극복하기 위한 방법이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 심장 질환을 판단하는 방법, 장치 및 컴퓨터 프로그램 제품을 제공하는데 있다. 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제들로 한정되지 않으며, 이하의 실시예들로부터 또 다른 기술적 과제들이 유추될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 개시의 제1 측면은, 심장 질환을 판단하는 방법에 있어서, 단일 전극의 심전도 신호를 입력으로 수신하는 단계: 상기 단일 전극의 심전도 신호를 제 1 뉴럴 네트워크에 입력하여 다중 전극의 심전도 신호들을 획득하는 단계; 및 상기 다중 전극의 심전도 신호들을 제 2 뉴럴 네트워크에 입력하여 심장 질환을 판단하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0006] 또한, 상기 단일 전극의 심전도 신호는 심장의 종단면에서 특정 방향으로의 사지 유도 심전도 신호에 해당하고, 상기 다중 전극의 심전도 신호들은 표준 사지 유도의 심전도 신호들(I, II, III), 단극 사지 유도의 심전도 신호들(aVR, aVL, aVF) 및 흉부 유도의 심전도 신호들(V1~V6)을 포함할 수 있다.

[0007] 또한, 상기 획득하는 단계는, 상기 단일 전극의 심전도 신호 중 기 설정된 시간 구간에 해당하는 제 1 전압값들을 상기 제 1 뉴럴 네트워크에 입력하여 상기 다중 전극의 심전도 신호들을 획득하고, 상기 다중 전극의 심전도 신호들 각각은 상기 기 설정된 시간 구간에 해당하는 제 2 전압값들을 포함할 수 있다.

[0008] 또한, 상기 제 1 뉴럴 네트워크는 생성적 적대 신경망(generative adversarial networks)에 해당하고, 상기 생성적 적대 신경망은, 상기 단일 전극의 심전도 신호를 입력으로 수신하여 다중 전극의 심전도 신호들로 변환하는 모델을 학습하는 생성자(generator); 및 상기 생성자에 의해 생성된 다중 전극의 심전도 신호들과 상기 단일 전극의 심전도 신호와 동시에 측정된 다중 전극의 심전도 신호들을 구별하는 모델을 학습하는 분류자(discriminator);를 포함할 수 있다.

[0009] 또한, 상기 제 2 뉴럴 네트워크는, 상기 다중 전극의 심전도 신호들을 나타내는 이미지를 입력으로 수신하여 상기 심장 질환을 판단하는 Residual Network(ResNet)에 해당할 수 있다.

[0010] 본 개시의 제 2 측면은, 심장 질환을 판단하는 장치에 있어서, 적어도 하나의 프로그램이 저장된 메모리; 및 상기 적어도 하나의 프로그램을 실행함으로써 연산을 수행하는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 단일 전극의 심전도 신호를 입력으로 수신하고, 상기 단일 전극의 심전도 신호를 제 1 뉴럴 네트워크에 입력하여 다중 전극의 심전도 신호들을 획득하고, 상기 다중 전극의 심전도 신호들을 제 2 뉴럴 네트워크에 입력하여 심장 질환을 판단할 수 있다.

[0011] 본 개시의 제 3 측면은, 단일 전극의 심전도 신호를 입력으로 수신하는 단계; 상기 단일 전극의 심전도 신호를 제 1 뉴럴 네트워크에 입력하여 다중 전극의 심전도 신호들을 획득하는 단계; 및 상기 다중 전극의 심전도 신호들을 제 2 뉴럴 네트워크에 입력하여 심장 질환을 판단하는 단계;를 수행하도록 하는 프로그램이 저장된 하나 이상의 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 포함하는 컴퓨터 프로그램 제품을 제공할 수 있다.

발명의 효과

[0012] 기술한 본 개시의 과제 해결 수단 중 하나에 의하면, 학습된 뉴럴 네트워크를 이용하여 단일 전극의 심전도 신호로부터 다중 전극의 심전도 신호들을 획득할 수 있다.

[0013] 또한, 본 개시의 과제 해결 수단 중 하나에 의하면, 단일 전극을 이용하여 사용자의 심전도 신호를 측정하는 웨어러블(wearable) 디바이스를 이용하는 경우에도, 단일 전극의 심전도 신호만으로 진단하기 힘든 심장 질환들을 진단할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 단일 전극 심전도 측정 장치 및 심장 질환 판단 장치를 포함하는 심장 질환 진단 시스템의 블록도이다.

도 2는 일 실시예에 따른 심장 질환 판단 장치를 나타내는 도면이다.

도 3은 일 실시예에 따른 제 1 뉴럴 네트워크를 이용하여 다중 전극의 심전도 신호들을 획득하는 것을 나타내는 도면이다.

도 4는 일 실시예에 따른 제 1 뉴럴 네트워크를 나타내는 도면이다.

도 5는 일 실시예에 따른 제 2 뉴럴 네트워크를 이용하여 심장 질환을 판단하는 것을 나타내는 도면이다.

도 6은 일 실시예에 따른 심장 질환을 판단하는 방법의 흐름도이다.

도 7은 일 실시예에 따른 심장 질환 판단 장치의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 설명되는 실시 예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 아래에서 제시되는 실시 예들로 한정되는 것이 아니라, 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있고, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 아래에 제시되는 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0016] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0017] 본 개시의 일부 실시예는 기능적인 블록 구성들 및 다양한 처리 단계들로 나타내어질 수 있다. 이러한 기능 블록들의 일부 또는 전부는, 특정 기능들을 실행하는 다양한 개수의 하드웨어 및/또는 소프트웨어 구성들로 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 개시의 기능 블록들은 하나 이상의 마이크로프로세서들에 의해 구현되거나, 소정의 기능을 위한 회로 구성들에 의해 구현될 수 있다. 또한, 예를 들어, 본 개시의 기능 블록들은 다양한 프로그래밍 또는 스크립팅 언어로 구현될 수 있다. 기능 블록들은 하나 이상의 프로세서들에서 실행되는 알고리즘으로 구현될 수 있다. 또한, 본 개시는 전자적인 환경 설정, 신호 처리, 및/또는 데이터 처리 등을 위하여 종래 기술을 채용할 수 있다. "매커니즘", "요소", "수단" 및 "구성" 등과 같은 용어는 넓게 사용될 수 있으며, 기계적이고 물리적인 구성들로서 한정되는 것은 아니다.

[0018] 또한, 도면에 도시된 구성 요소들 간의 연결 선 또는 연결 부재들은 기능적인 연결 및/또는 물리적 또는 회로적 연결들을 예시적으로 나타낸 것일 뿐이다. 실제 장치에서는 대체 가능하거나 추가된 다양한 기능적인 연결, 물리적인 연결, 또는 회로 연결들에 의해 구성 요소들 간의 연결이 나타내어질 수 있다.

[0019] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 개시를 상세히 설명하기로 한다. 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 개시를 상세히 설명하기로 한다.

[0020] 도 1은 단일 전극 심전도 측정 장치 및 심장 질환 판단 장치를 포함하는 심장 질환 진단 시스템의 블록도이다.

- [0021] 일 실시예에 따른 심장 질환 진단 시스템(1000)은 단일 전극 심전도 측정 장치 (100) 및 심장 질환 판단 장치 (110)를 포함할 수 있다. 한편, 도 1에 도시된 심장 질환 진단 시스템(1000)에는 일 실시예와 관련된 구성요소들만이 도시되어 있다. 따라서, 심장 질환 진단 시스템(1000)에는 도 1에 도시된 구성요소들 외에 다른 범용적인 구성요소들이 더 포함될 수 있음은 당해 기술분야의 통상의 기술자에게 자명하다.
- [0022] 단일 전극 심전도 측정 장치(100)는 사용자의 심전도(electrocardiogram, ECG) 신호를 측정하고, 측정된 사용자의 심전도 신호를 심장 질환 판단 장치(110)로 송신할 수 있다. 심전도 신호는 정해진 시간에 심장의 전기적 활동을 해석하는 것으로, 심전도 신호는 심장이 박동하면 심근에 발생한 미소한 활동 전위차를 사용자의 생체 표면에 부착한 전극으로 측정하여 획득한 시간에 따른 변동 곡선에 해당할 수 있다.
- [0023] 단일 전극 심전도 측정 장치(100)는 채널의 개수에 따라 1개~12개 채널에서 동시 측정이 가능한 장치, 트레이드 오프나 자전거 패달을 돌려 심장에 운동 부하를 걸어 심전도를 측정하는 장치 또는 IC 메모리 등을 사용하여 24 시간 이상 일상 생활 중의 심전도를 측정하는 장치가 될 수 있다. 한편, 상술한 유형의 심전도 측정 장치를 이용하여 심전도 신호를 측정하는 경우에는 보다 정확한 사용자의 심전도 측정이 가능할 수 있으나, 사용자의 사지 및 흉부에 복수개의 전극들이 부착되어야 한다는 불편함이 있을 수 있다.
- [0024] 또는, 단일 전극 심전도 측정 장치(100)는 단일 전극을 이용하여 사용자의 심전도 신호를 측정하는 웨어러블(wearable) 디바이스에 해당할 수 있다. 예를 들어, 단일 전극 심전도 측정 장치(100)는 통신 기능 및 데이터 프로세싱 기능을 구비한 웨어러블 디바이스에 해당할 수 있다. 웨어러블 디바이스 형태의 단일 전극 심전도 측정 장치(100)는 시간, 공간적 제약을 받지 않으므로 모바일 헬스케어 환경에서 다양한 적용이 가능하다는 장점이 있으나, 복수개의 전극들을 이용하여 심전도를 측정하는 장치에 비하여 정확도가 떨어질 수 있다.
- [0025] 상술한 문제점을 극복하기 위해, 심장 질환 판단 장치(110)는 단일 전극 심전도 측정 장치(100)로부터 사용자의 단일 전극의 심전도 신호를 수신하고, 단일 전극의 심전도 신호를 뉴럴 네트워크에 입력하여 다중 전극의 심전도 신호들을 획득할 수 있다. 심장 질환 판단 장치(110)는 획득한 다중 전극의 심전도 신호들에 기초하여 사용자의 심장 질환을 판단할 수 있다.
- [0026] 한편, 단일 전극 심전도 측정 장치 (100) 및 심장 질환 판단 장치(110)는 네트워크를 이용하여 통신을 수행할 수 있다. 예를 들어, 네트워크는 근거리 통신망(Local Area Network; LAN), 광역 통신망(Wide Area Network; WAN), 부가가치 통신망(Value Added Network; VAN), 이동 통신망(mobile radio communication network), 위성 통신망 및 이들의 상호 조합을 포함하며, 각 네트워크 구성 주체가 서로 원활하게 통신을 할 수 있도록 하는 포괄적인 의미의 데이터 통신망이며, 유선 인터넷, 무선 인터넷 및 모바일 무선 통신망을 포함할 수 있다. 또한, 무선 통신은 예를 들어, 무선 랜(Wi-Fi), 블루투스, 블루투스 저 에너지(Bluetooth low energy), 지그비, WFD(Wi-Fi Direct), UWB(ultra wideband), 적외선 통신(IrDA, infrared Data Association), NFC(Near Field Communication) 등이 있을 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0027] 도 2는 일 실시예에 따른 심장 질환 판단 장치를 나타내는 도면이다.
- [0028] 일 실시예에서, 심장 질환 판단 장치(110)는 단일 전극의 심전도 신호를 제 1 뉴럴 네트워크(200)에 입력하여 다중 전극의 심전도 신호들을 획득할 수 있다. 또한, 심장 질환 판단 장치(110)는 다중 전극의 심전도 신호들을 제 2 뉴럴 네트워크(210)에 입력하여 심장 질환을 판단할 수 있다.
- [0029] 심전도 신호는 방향성과 크기 정보를 갖는 벡터값에 해당하므로 특정 방향에서의 벡터값에 해당하는 심전도 신호를 획득한 경우에는, 다른 방향에서의 벡터값에 해당하는 심전도 신호를 추정할 수 있다.
- [0030] 따라서, 심장 질환 판단 장치(110)는 특정 방향에서의 벡터값에 해당하는 단일 전극의 심전도 신호를 제 1 뉴럴 네트워크(200)에 입력하여, 다른 방향들에서의 벡터값들에 해당하는 다중 전극의 심전도 신호들을 추정하여 획득할 수 있다.
- [0031] 예를 들어, 심장 질환 판단 장치(110)는 기 설정된 시간 구간에 해당하는 전압값들을 포함하는 단일 전극의 심전도 신호를 제 1 뉴럴 네트워크(200)에 입력하여 다중 전극의 심전도 신호들을 획득할 수 있다. 제 1 뉴럴 네트워크(200)로부터 출력되는 다중 전극의 심전도 신호들 각각은 기 설정된 시간 구간에 해당하는 전압값들을 포함할 수 있다.
- [0032] 또한 예를 들어, 제 1 뉴럴 네트워크(200)는 생성적 적대 신경망(generative adversarial networks, GAN)에 해당할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0033] 심장 질환 판단 장치(110)는 다중 전극의 심전도 신호들 각각을 나타내는 이미지를 제 2 뉴럴 네트워크(210)에

입력할 수 있다. 심장 질환 판단 장치(110)는 제 2 뉴럴 네트워크(210)를 이용하여 사용자의 심장 질환을 판단할 수 있다. 예를 들어, 심장 질환 판단 장치(110)는 단일 전극의 심전도 신호를 제 1 뉴럴 네트워크(200)에 전처리 과정 없이 입력할 수 있으므로, 실시간으로 사용자의 심장 질환을 판단할 수 있다

- [0034] 예를 들어, 제 2 뉴럴 네트워크(210)는 컨볼루션 뉴럴 네트워크(Convolutional Neural Network, CNN)에 해당할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0035] 도 3은 일 실시예에 따른 제 1 뉴럴 네트워크를 이용하여 다중 전극의 심전도 신호들을 획득하는 것을 나타내는 도면이다.
- [0036] 일 실시예에서, 심장 질환 판단 장치(110)는 제 1 뉴럴 네트워크(200)에 단일 전극의 심전도 신호(300)를 입력할 수 있고, 단일 전극의 심전도 신호는 심장의 종단면에서 특정 방향으로의 사지 유도 심전도 신호에 해당할 수 있다.
- [0037] 표준 사지 유도(standard limb lead)는 심전도 전극을 오른팔, 왼팔, 왼쪽다리에 부착하여 쌍극(양극) 유도 방식으로 측정하는 방식이다. 표준 사지 유도에서 I은 왼팔과 오른팔의 전위차에 기초한 심전도 신호에 해당하고, II는 오른팔과 왼쪽다리의 전위차에 기초한 심전도 신호, III은 왼팔과 왼쪽다리의 전위차에 기초한 심전도 신호에 해당할 수 있다.
- [0038] 단극 사지 유도(modified standard limb(ML) lead)는 심전도 전극을 오른팔, 왼팔, 왼쪽다리에 부착하여 단극으로 오른팔(aVR), 왼팔(aVL), 왼다리(aVF)로 유도된 심전도를 측정하는 방식이다. aVR은 오른팔이 양극이고 나머지 왼팔과 다리가 음극이 되어 측정한 심전도 신호, aVL은 왼팔이 양극, 오른팔과 다리가 음극이 되어 측정한 심전도 신호, aVF는 다리가 양극, 왼팔 오른팔이 음극이 되어 측정한 심전도 신호에 해당할 수 있다.
- [0039] 흉부 유도(chest lead)는, 사지 유도와 같이 심전도를 손발에서 유도하는 것이 아니라, 심장과 가까운 부위에 전극을 부착하여, 심장 가까이의 흉벽 위에서 유도된 심전도를 측정하는 방식이다. V1은 제 4 늑간 흉골 우연에 전극이 부착되고, V2는 제 4 늑간 흉골 좌연에 전극이 부착되고, V3는 V2와 V4 사이의 중간 지점에 전극이 부착되고, V4는 제 5 늑간과 좌측 쇄골 중앙선에 전극이 부착되고, V5는 제 5 늑간 전방 액와선에 전극이 부착되고, V6는 제 5 늑간 중앙 액와선에 전극이 부착되어 측정된 심전도 신호에 해당할 수 있다. 흉부 유도는 심장을 횡단면에서 바라보는 수평 유도 심전도 신호에 해당할 수 있으며, 표준 사지 유도와 단극 사지 유도에서 측정되지 않을 수 있는 전기적 신호도 측정할 수 있다.
- [0040] 일 실시예에서, 단일 전극의 심전도 신호(300)는 표준 사지 유도의 심전도 신호 I에 해당할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 단일 전극의 심전도 신호(300)는 표준 사지 유도의 심전도 신호들 I, II, III, 단극 사지 유도의 심전도 신호들 aVR, aVL, aVF 중 어느 하나에 해당할 수 있다.
- [0041] 심장 질환 판단 장치(110)는 제 1 뉴럴 네트워크(200)에 단일 전극의 심전도 신호(300)의 기 설정된 시간 구간에 해당하는 제 1 전압값들을 입력할 수 있다. 예를 들어, 기 설정된 시간은 2.5초 일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다. 심장 질환 판단 장치(110)는 단일 전극의 심전도 신호(300)를 기 설정된 시간 구간 간격으로 연속적으로 입력할 수 있다. 예를 들어, 심장 질환 판단 장치(110)는 연속적으로 입력되는 기 설정된 시간 구간의 단일 전극 심전도 신호가 서로 중첩되는 부분이 없도록 제 1 뉴럴 네트워크(200)에 입력할 수 있다.
- [0042] 일 실시예에서, 다중 전극 심전도 신호(310)는 표준 사지 유도의 심전도 신호들 I, II, III, 단극 사지 유도의 심전도 신호들 aVR, aVL, aVF 및 흉부 유도의 심전도 신호들 V1~V6을 포함할 수 있다.
- [0043] 예를 들어, 제 1 뉴럴 네트워크(200)에 표준 사지 유도의 심전도 신호 I의 기 설정된 시간 구간에 해당하는 제 1 전압값들을 입력되는 경우, 상기 기 설정된 시간 구간에 해당하는 11개의 다중 전극 심전도 신호들(표준 사지 유도의 심전도 신호들 II, III, 단극 사지 유도의 심전도 신호들 aVR, aVL, aVF 및 흉부 유도의 심전도 신호들 V1~V6)이 출력될 수 있다. 예를 들어, 기 설정된 시간 구간이 2.5초인 경우에, 2.5초마다 11개의 다중 전극 심전도 신호들이 출력될 수 있다.
- [0044] 도 4는 일 실시예에 따른 제 1 뉴럴 네트워크를 나타내는 도면이다.
- [0045] 일 실시예에서, 제 1 뉴럴 네트워크는 생성적 적대 신경망(generative adversarial networks, GAN)(400)에 해당할 수 있다.
- [0046] GAN(400)은 학습 네트워크로서, 회귀 생성을 담당하는 모델인 생성자(generator)(410) 및 분류를 담당하는 모델인 분류자(discriminator)(420)로 구성될 수 있다. GAN(400)은 생성자(210)와 분류자(220)가 서로의 성능을 개

선해 적대적으로 경쟁해 나가는 모델이다.

- [0047] GAN(400)에서는 분류자(420)를 먼저 학습시킨 후, 생성자(210)를 학습시키는 과정을 서로 반복할 수 있다. 분류자(220)의 학습은 두 가지 단계로 이루어질 수 있다. 첫 번째로 진짜 데이터(real data)를 입력해서 네트워크가 해당 데이터를 진짜로 분류하도록 학습하고, 두 번째로 생성자(420)에서 생성한 가짜 데이터(fake data)를 입력해서 해당 데이터를 가짜로 분류하도록 학습할 수 있다. 이 과정을 통해 분류자(420)는 진짜 데이터를 진짜로, 가짜 데이터를 가짜로 분류할 수 있다. 분류자(420)를 학습시킨 다음에는 학습된 분류자를 속이는 방향으로 생성자(410)를 학습시킬 수 있다. 즉, 랜덤 벡터(random vector)로부터 생성자(410)에서 만들어낸 가짜 데이터를 분류자(420)가 진짜라고 분류할 만큼 진짜 데이터와 유사한 데이터를 만들어 내도록 생성자(410)를 학습시킬 수 있다.
- [0048] 이와 같은 학습 과정을 반복함에 따라 분류자(420)와 생성자(410)는 서로를 적대적인 경쟁자로 인식하여 모두 발전하게 되고, 결과적으로 생성자(410)는 진짜 데이터와 완벽히 유사한 가짜 데이터를 만들 수 있게 되고 이에 따라 분류자(420)는 진짜 데이터와 가짜 데이터를 구분할 수 없게 된다. 즉, GAN(200)에서 생성자(410)는 분류에 성공할 확률을 낮추려 하고, 분류자(420)는 분류에 성공할 확률을 높이려 하면서 서로가 서로를 경쟁적으로 발전시키는 구조를 이룰 수 있다.
- [0049] 일 실시예에서, 제 1 뉴럴 네트워크의 생성자(410)는 단일 전극의 심전도 신호를 입력으로 수신하여 다중 전극의 심전도 신호들로 변환하는 모델을 학습할 수 있다. 또한, 제 1 뉴럴 네트워크의 분류자(420)는 생성자(410)에 의해 생성된 다중 전극의 심전도 신호들과 입력된 단일 전극의 심전도 신호와 동시에 측정된 다중 전극의 심전도 신호들을 구별하는 모델을 학습할 수 있다.
- [0050] 도 5는 일 실시예에 따른 제 2 뉴럴 네트워크를 이용하여 심장 질환을 판단하는 것을 나타내는 도면이다.
- [0051] 일 실시예에서, 심장 질환 판단 장치(110)는 제 1 뉴럴 네트워크로부터 출력된 다중 전극의 심전도 신호들을 나타내는 이미지(500)를 제 2 뉴럴 네트워크(210)에 입력할 수 있다. 예를 들어, 제 2 뉴럴 네트워크(210)는 Residual Network(ResNet)에 해당할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0052] 제 2 뉴럴 네트워크(210)는 다중 전극의 심전도 신호들을 나타내는 이미지(500)를 입력으로 수신하여 심장 질환을 판단할 수 있다. 예를 들어, 제 2 뉴럴 네트워크(210)는 부정맥(fibrillation, tachycardia, Supraventricular Tachycardia, Paroxysmal Supraventricular Tachycardia 등) 또는 주로 흉부 유도 심전도를 확인해야 판단이 가능한 심장 질환(complete right bundle branch block, complete left bundle branch block, Wolff-Parkinson-White syndrome, right ventricular hypertrophy, left ventricular hypertrophy, inferior myocardial infarction, anteroseptal myocardial infarction, inferolateral myocardial infarction, anterior myocardial infarction, anterolateral myocardial infarction, subendocardial injury in anteroseptal leads, lateral myocardial infarction, subendocardial injury in anterolateral leads, inferoposterolateral myocardial infarction, inferoposterior myocardial infarction, PMIs subendocardial injury in inferior leads, posterior myocardial infarction, subendocardial injury in lateral leads, subendocardial injury in inferolateral leads 등)을 판단할 수 있다.
- [0053] 도 6은 일 실시예에 따른 심장 질환을 판단하는 방법의 흐름도이다.
- [0054] 도 6에 도시된, 심장 질환을 판단하는 방법은 앞서 설명된 도면들에서 설명된 실시예들에 관련되므로, 이하 생략된 내용이라 할지라도 앞서 도면들에서 설명된 내용들은 도 6의 방법에도 적용될 수 있다.
- [0055] 도 6을 참조하면, 단계 610에서 심장 질환 판단 장치(110)는 단일 전극의 심전도 신호를 입력으로 수신할 수 있다.
- [0056] 단계 620에서 심장 질환 판단 장치(110)는 단일 전극의 심전도 신호를 제 1 뉴럴 네트워크에 입력하여 다중 전극의 심전도 신호들을 획득할 수 있다.
- [0057] 일 실시예에서, 단일 전극의 심전도 신호는 심장의 종단면에서 특정 방향으로의 사지 유도 심전도 신호에 해당하고, 다중 전극의 심전도 신호들은 표준 사지 유도의 심전도 신호들(I, II, III), 단극 사지 유도의 심전도 신호들(aVR, aVL, aVF) 및 흉부 유도의 심전도 신호들(V1~V6)을 포함할 수 있다.
- [0058] 일 실시예에서, 심장 질환 판단 장치(110)는 단일 전극의 심전도 신호 중 기 설정된 시간 구간에 해당하는 제 1 전압값들을 제 1 뉴럴 네트워크에 입력하여 다중 전극의 심전도 신호들을 획득하고, 다중 전극의 심전도 신호들

각각은 기 설정된 시간 구간에 해당하는 제 2 전압값들을 포함할 수 있다.

- [0059] 일 실시예에서, 제 1 뉴럴 네트워크는 생성적 적대 신경망(generative adversarial networks)에 해당하고, 생성적 적대 신경망은, 단일 전극의 심전도 신호를 입력으로 수신하여 다중 전극의 심전도 신호들로 변환하는 모델을 학습하는 생성자(generator) 및 생성자에 의해 생성된 다중 전극의 심전도 신호들과 단일 전극의 심전도 신호와 동시에 측정된 다중 전극의 심전도 신호들을 구별하는 모델을 학습하는 분류자(discriminator)를 포함할 수 있다.
- [0060] 단계 630에서 심장 질환 판단 장치(110)는 다중 전극의 심전도 신호들을 제 2 뉴럴 네트워크에 입력하여 심장 질환을 판단할 수 있다.
- [0061] 일 실시예에서, 제 2 뉴럴 네트워크는, 다중 전극의 심전도 신호들을 나타내는 이미지를 입력으로 수신하여 심장 질환을 판단하는 Residual Network(ResNet)에 해당할 수 있다.
- [0062] 도 7은 일 실시예에 따른 심장 질환 판단 장치의 블록도이다.
- [0063] 도 7을 참고하면, 심장 질환 판단 장치(700)는 통신부(710), 프로세서(720) 및 DB(730)를 포함할 수 있다. 도 7의 심장 질환 판단 장치(700)에는 실시예와 관련된 구성요소들만이 도시되어 있다. 따라서, 도 7에 도시된 구성요소들 외에 다른 범용적인 구성요소들이 더 포함될 수 있음을 당해 기술분야의 통상의 기술자라면 이해할 수 있다.
- [0064] 통신부(710)는 심장 질환 판단 장치(700)와 유선/무선 통신을 하게 하는 하나 이상의 구성 요소를 포함할 수 있다. 예를 들어, 통신부(710)는, 근거리 통신부(미도시), 이동 통신부(미도시) 및 방송 수신부(미도시) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0065] DB(730)는 심장 질환 판단 장치(700) 내에서 처리되는 각종 데이터들을 저장하는 하드웨어로서, 프로세서(720)의 처리 및 제어를 위한 프로그램을 저장할 수 있다.
- [0066] DB(730)는 DRAM(dynamic random access memory), SRAM(static random access memory) 등과 같은 RAM(random access memory), ROM(read-only memory), EEPROM(electrically erasable programmable read-only memory), CD-ROM, 블루레이 또는 다른 광학 디스크 스토리지, HDD(hard disk drive), SSD(solid state drive), 또는 플래시 메모리를 포함할 수 있다. 프로세서(720)는 심장 질환 판단 장치(700)의 전반적인 동작을 제어한다. 예를 들어, 프로세서(720)는 DB(730)에 저장된 프로그램들을 실행함으로써, 입력부(미도시), 디스플레이(미도시), 통신부(710), DB(730) 등을 전반적으로 제어할 수 있다. 프로세서(720)는, DB(730)에 저장된 프로그램들을 실행함으로써, 심장 질환 판단 장치(700)의 동작을 제어할 수 있다.
- [0067] 프로세서(720)는 ASICs (application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 제어기(controllers), 마이크로 컨트롤러(micro-controllers), 마이크로 프로세서(microprocessors), 기타 기능 수행을 위한 전기적 유닛 중 적어도 하나를 이용하여 구현될 수 있다.
- [0068] 본 개시의 다양한 실시예들은 기기(machine) 의해 읽을 수 있는 저장 매체(storage medium)에 저장된 하나 이상의 명령어들을 포함하는 소프트웨어(예: 프로그램)로서 구현될 수 있다. 예를 들면, 기기의 프로세서는, 저장 매체로부터 저장된 하나 이상의 명령어들 중 적어도 하나의 명령을 호출하고, 그것을 실행할 수 있다. 이것은 기기가 상기 호출된 적어도 하나의 명령어에 따라 적어도 하나의 기능을 수행하도록 운영되는 것을 가능하게 한다. 상기 하나 이상의 명령어들은 컴파일러에 의해 생성된 코드 또는 인터프리터에 의해 실행될 수 있는 코드를 포함할 수 있다. 기기로 읽을 수 있는 저장매체는, 비일시적(non-transitory) 저장매체의 형태로 제공될 수 있다. 여기서, ‘비일시적’은 저장매체가 실재(tangible)하는 장치이고, 신호(signal)(예: 전자기파)를 포함하지 않는다는 것을 의미할 뿐이며, 이 용어는 데이터가 저장매체에 반영구적으로 저장되는 경우와 임시적으로 저장되는 경우를 구분하지 않는다.
- [0069] 일 실시예에 따르면, 본 개시의 다양한 실시예들에 따른 방법은 컴퓨터 프로그램 제품(computer program product)에 포함되어 제공될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 상품으로서 판매자 및 구매자 간에 거래될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 기기로 읽을 수 있는 저장 매체(예: compact disc read only memory (CD-ROM))의 형태로 배포되거나, 또는 어플리케이션 스토어(예: 플레이 스토어™)를 통해 또는 두 개의 사용자 장치들 간에 직접, 온라인으로 배포(예: 다운로드 또는 업로드)될 수 있다. 온라인 배포의 경우에, 컴퓨터 프로그램 제품의 적어도 일부는 제조사의 서버, 어플리케이션 스토어의 서버, 또는 중계 서버의 메모리와 같은 기기

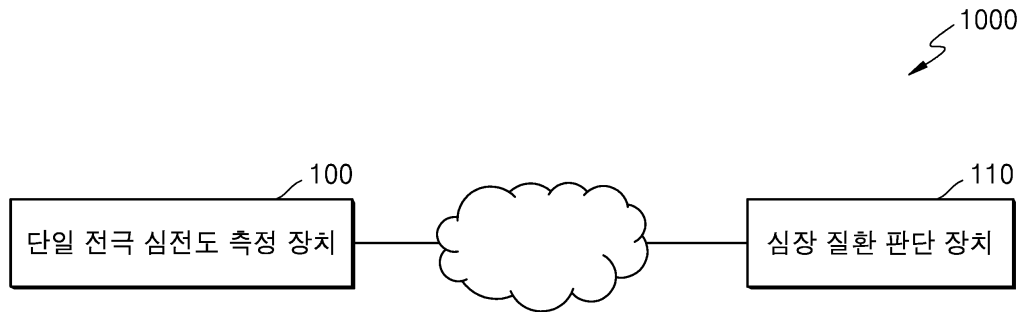
로 읽을 수 있는 저장 매체에 적어도 일시 저장되거나, 임시적으로 생성될 수 있다.

[0070] 또한, 본 명세서에서, "부"는 프로세서 또는 회로와 같은 하드웨어 구성(hardware component), 및/또는 프로세서와 같은 하드웨어 구성에 의해 실행되는 소프트웨어 구성(software component)일 수 있다.

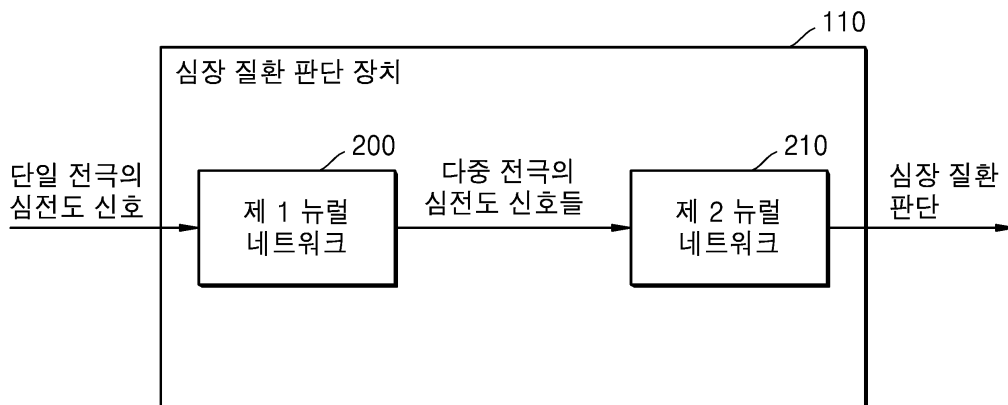
[0071] 본 실시예의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

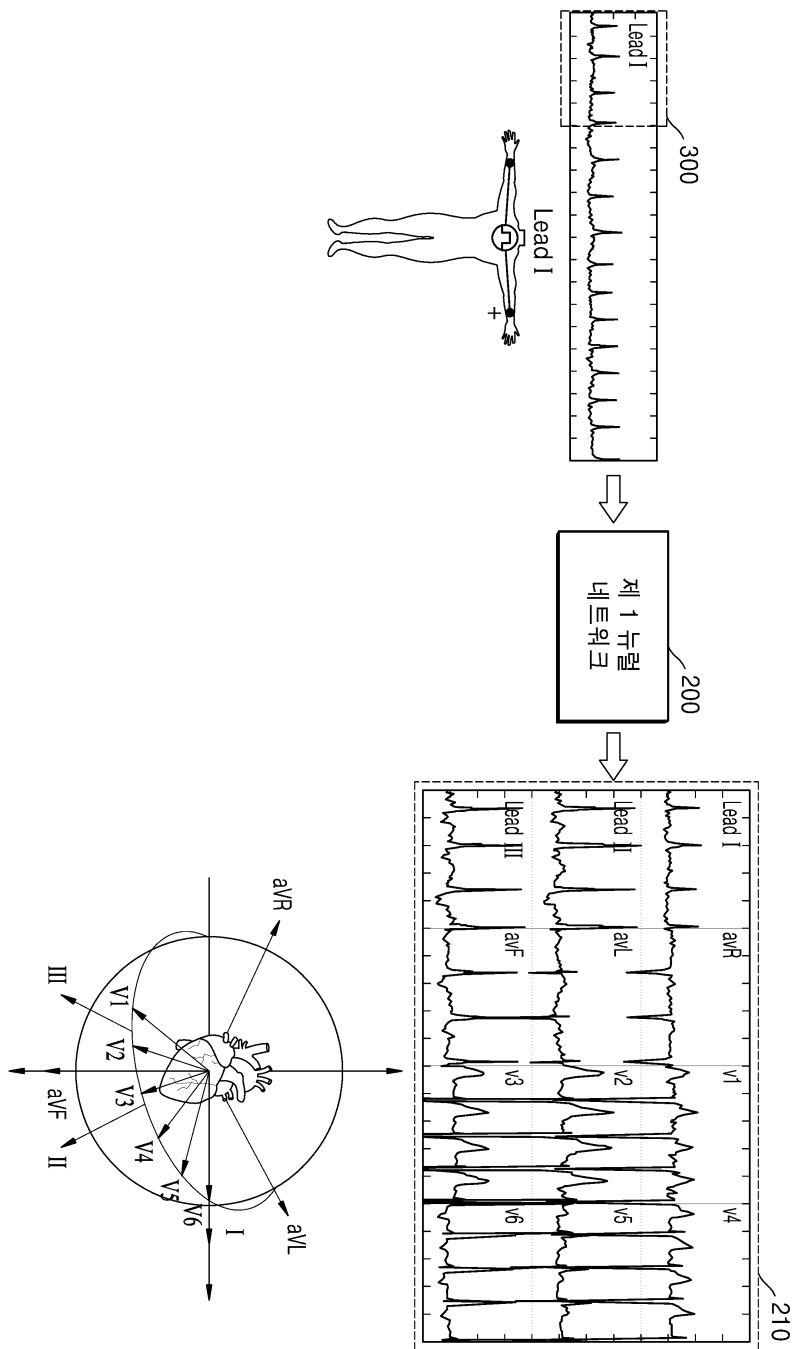
도면1



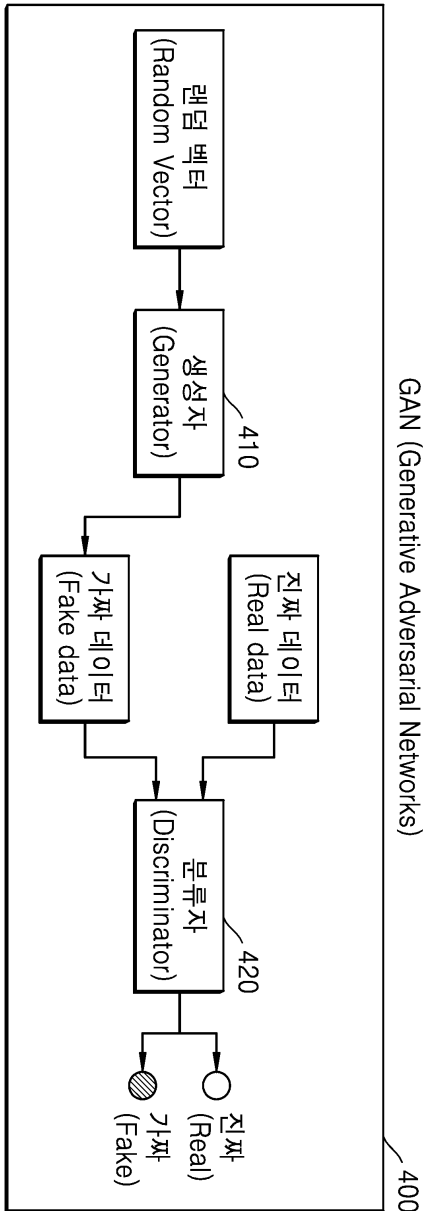
도면2



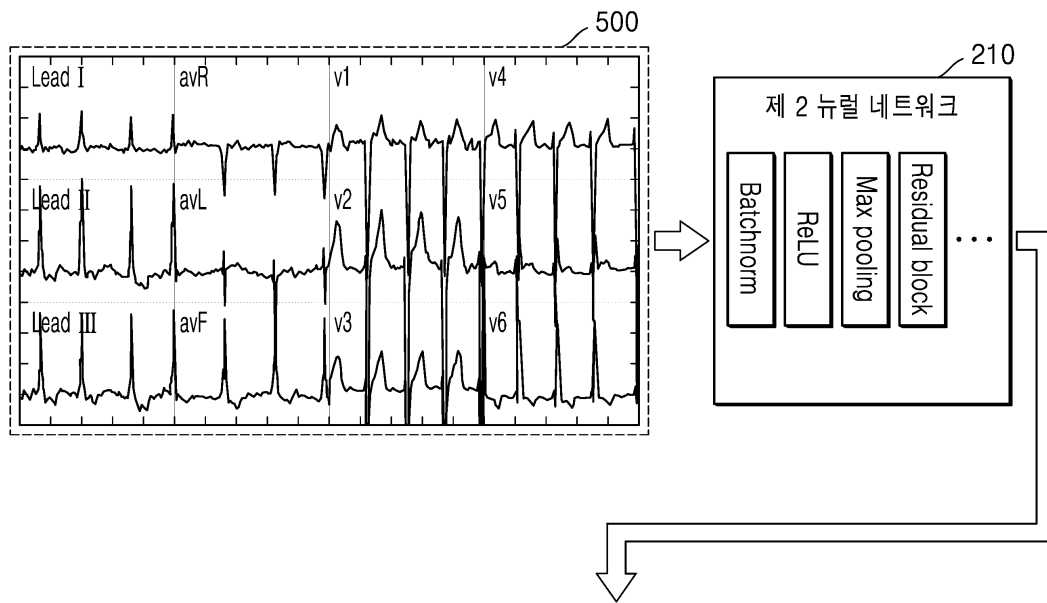
도면3



도면4

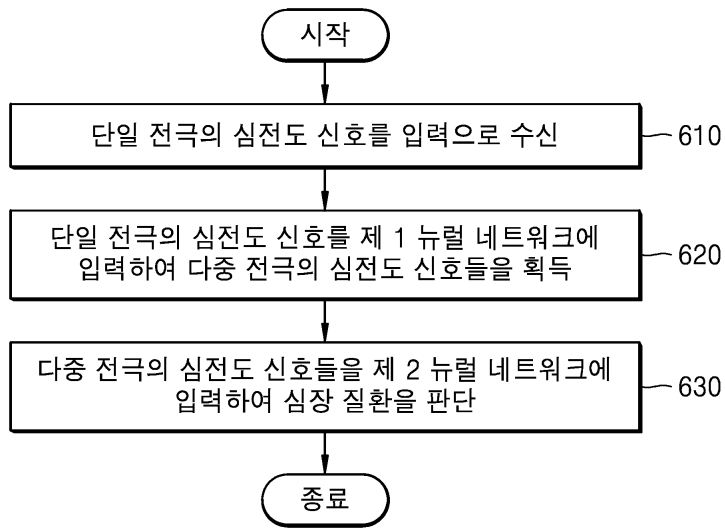


도면5



Acronym Name	Full Name
SB	Sinus Bradycardia
SR	Sinus Rhythm
AFIB	Atrial Fibrillation
ST	Sinus Tachycardia
AF	Atrial Flutter
SI	Sinus Irregularity
SVT	Supraventricular Tachycardia
AT	Atrial Tachycardia
AVNRT	Atrioventricular Node Reentrant Tachycardia
AVRT	Atrioventricular Reentrant Tachycardia
SAAWR	Sinus Atrium to Atrial Wandering Rhythm
All	All

도면6



도면7

