

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2022-0073209
(43) 공개일자 2022년06월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/349 (2021.01) A61B 5/00 (2021.01)

A61B 5/347 (2021.01) G06N 3/04 (2006.01)

G06N 3/08 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61B 5/349 (2022.01)

A61B 5/347 (2021.01)

(21) 출원번호 10-2020-0161074

(22) 출원일자 2020년11월26일

심사청구일자 2020년11월26일

(71) 출원인

조선대학교산학협력단

광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)

(72) 발명자

박근창

광주광역시 서구 풍암2로 66 금호타운 202동 703호

변영현

전라남도 장성군 장성읍 오동촌길 16 부강아트빌 303호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인지원

전체 청구항 수 : 총 9 항

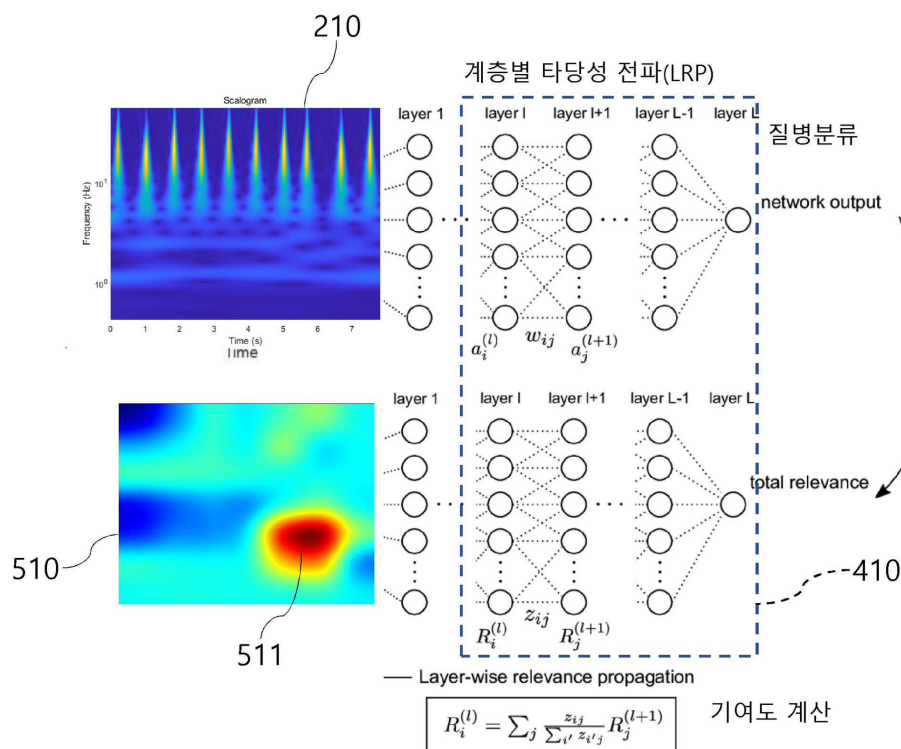
(54) 발명의 명칭 심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템 및 판별 방법

(57) 요약

본 발명은 심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템 및 판별 방법에 관한 것으로서, 전이학습 모델을 딥러닝 네트워크로 전이학습시켜 심전도 신호의 정상신호와 질병신호를 판별하고, 판별에 기여도가 높은 부분을 계산하여 가시화하여 사용자가 질병과 정상 상태를 객관적으로 최종 판단할 수 있는

(뒷면에 계속)

대표도 - 도5



효과가 있다.

본 발명에 따른 심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템은 심전도신호를 취득하는 심전도측정부와, 상기 심전도측정부로부터 취득한 상기 심전도신호를 시간-주파수 영역으로 변환하고, 2차원이미지로 저장하는 스칼로그래프변환부와, 상기 다수의 2차원이미지를 통해 상기 심전도 신호의 정상/질병을 분류하는 질병판별부와, 상기 질병판별부에서 상기 심전도 신호의 정상/질병을 판별하는데 기여된 부분을 계산하는 기여도연산부와, 상기 기여도연산부에서 상기 정상/질병을 판별하는데 기여된 부분 히트맵으로 표시하는 히트맵표시부를 포함한다.

(52) CPC특허분류

A61B 5/7203 (2013.01)
A61B 5/7264 (2013.01)
A61B 5/7278 (2021.01)
A61B 5/7282 (2021.01)
G06N 3/0427 (2013.01)
G06N 3/08 (2013.01)
G16H 50/20 (2018.01)

이명원

광주광역시 서구 마재로 21 중흥아파트 106동 151
 2호

(72) 발명자

염찬욱

광주광역시 동구 지산로57번길 17, 405호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345315609
과제번호	2017R1A6A1A03015496
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공계 대학중점연구소사업
연구과제명	웨어러블 디바이스기반 다중생체신호를 이용한 사용자 인증 기술
기 여 율	1/2
과제수행기관명	조선대학교
연구기간	2020.03.01 ~ 2021.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711120116
과제번호	S1601-20-1041
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신산업진흥원
연구사업명	인공지능 중심 산업 융합 집적단지 조성사업
연구과제명	AI 기반 다중센싱을 이용한 Brain-Body 인터페이스 기술 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	조선대학교
연구기간	2020.04.01 ~ 2024.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

심전도신호를 취득하는 심전도측정부;

상기 심전도측정부로부터 취득한 상기 심전도신호를 시간-주파수 영역으로 변환하고, 2차원이미지로 저장하는 스칼로그래프변환부;

상기 스칼로그래프변환부에 저장된 2차원이미지를 통해 상기 심전도 신호의 정상/질병을 판별하는 질병판별부;

상기 질병판별부에서 상기 심전도 신호의 정상/질병을 판별하는데 기여된 부분을 계산하는 기여도연산부;

상기 기여도연산부에서 상기 정상/질병을 판별하는데 기여된 부분을 히트맵으로 표시하는 히트맵표시부를 포함하는

심전도 신호로부터 설명가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서

상기 히트맵표시부는 상기 정상/질병을 판별하는데 기여된 부분을 상기 심전도신호에서 표시하는 히트맵가시화부를 더 포함하는

심전도 신호로부터 설명가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서

상기 질병판별부는

상기 다수의 2차원이미지를 통해 상기 심전도 신호의 정상/질병을 판별할 수 있도록 딥러닝 네트워크로 전이학습된 전이학습모델인

심전도 신호로부터 설명가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서

상기 심전도신호는

센서에 의해 취득되며, 1차원 벡터형태를 가지는

심전도 신호로부터 설명가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서

상기 기여도연산부는

상기 심전도 신호가 비정상적인 신호로 질병으로 판별이 되었을 때, 상기 비정상적인 신호의 기여도를 LRP(Layer-wise Relevance Propagation)방법을 이용해 연산하는

심전도 신호로부터 설명가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서

상기 스칼로그램변환부는

상기 심전도 신호가 정상인 정상신호스칼로그램;

상기 심전도 신호가 비정상인 질병신호스칼로그램으로 나누어 상기 2차원이미지로 저장되는

심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서

상기 심전도 신호는

상기 센서에 의해 취득된 원 신호에 포함된 잡음을 제거하기 위해, 저대역통과필터와 고대역통과필터에 통과시키는 과정을 거치는

심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서

상기 히트맵표시부는

질병판별에 기여된 부분을 나타낼 때, 붉은색에 가까울 수록 기여도가 높은

심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템.

청구항 9

심전도신호를 취득하는 심전도측정단계;

취득한 상기 심전도신호에서 잡음을 제거하는 잡음제거단계;

시간-주파수 영역으로 변환하고, 2차원이미지로 저장하는 스칼로그램변환단계;

상기 2차원이미지를 통해 상기 심전도 신호의 정상/질병을 판별하는 질병판별단계;

상기 심전도 신호의 정상/질병을 2진분류하는데 기여된 부분을 계산하는 기여도 연산단계;

상기 정상/질병을 판별하는데 기여된 부분 히트맵으로 표시하는 히트맵표시단계;

상기 히트맵에 기여된 부분을 심전도 신호에 표시하는 기여부분표시 단계를 포함하는

심전도 신호로부터 설명가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템 및 판별 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 전이학습 모델을 딥러닝 네트워크로 전이학습시켜 심전도 신호의 정상신호와 질병신호를 판별하고, 판별에 기여도가 높은 부분을 계산하여 가시화하여 사용자가 질병과 정상 상태를 객관적으로 최종 판단할 수 있는 심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] WHO에 따르면, 심혈관 질환(CVDs)은 오늘날 사망 원인 중 가장 큰 원인이다. 심전도(electrocardiogram)는 심장 리듬 및 상태를 디스플레이하는 비침습적 의료 도구이며, 심장의 전기적 활동을 분석하여 과장 형태로 기록한 것을 말한다.

[0003] 심전도 분석은 심장병 진단, 특히 심박동이 불규칙한 심장 부정맥의 진단에 필수적으로 사용된다. 또한 부정맥 이외에도 심근장애, 심방 심실의 비대, 확장, 폐순환 장애, 전해질 대사 이상, 약물의 효과 확인 및 기타 심장 질환 및 연관성 질환 등의 진단에 심전도 분석이 유용하게 사용된다. 따라서 심전도 신호에서 불규칙한 심장 리듬을 자동적으로 검출하는 것은 심장학(cardiology) 분야에서 매우 중요한 일이다.

[0004] 최근 딥러닝 네트워크를 이용하여 심전도기반 개인식별 질병분류 감정인식 등을 수행하면서 때론 사람보다 더 정확하게 분류가 가능하다.

[0005] 그러나 종래의 기술은 차원 심전도 신호를 가지고 심장관련 질병을 분류하고 차원적으로 설명 가능한 인공지능을 적용하여 시각화하였을 때, 딥러닝 네트워크가 어떤 신호에 따라 판단하여 심전도 신호를 분류하였는지 파악하는데 어려움이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국 등록특허 제102142841호 (2020.08.04)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 개선하기 위해 창안된 것으로서, 전이학습 모델을 딥러닝 네트워크로 전이학습시켜 심전도 신호의 정상신호와 질병신호를 판별하고, 판별에 기여도가 높은 부분을 계산하여 가시화하여 사용자가 질병과 정상 상태를 객관적으로 최종 판단할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 심전도 신호로부터 설명가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템은 심전도신호를 취득하는 심전도측정부와, 상기 심전도측정부로부터 취득한 상기 심전도신호를 시간-주파수 영역으로 변환하고, 2차원이미지로 저장하는 스칼로그램변환부와, 상기 스칼로그램변환부에 저장된 2차원이미지를 통해 상기 심전도 신호의 정상/질병을 판별하는 질병판별부와, 상기 질병판별부에서 상기 심전도 신호의 정상/질병을 판별하는데 기여된 부분을 계산하는 기여도연산부와, 상기 기여도연산부에서 상기 정상/질병을 판별하는데 기여된 부분을 히트맵으로 표시하는 히트맵표시부를 포함한다.

[0009] 상기 히트맵표시부는 상기 정상/질병을 판별하는데 기여된 부분을 상기 심전도신호에서 표시하는 히트맵가시화부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 상기 질병판별부는 상기 다수의 2차원이미지를 통해 상기 심전도 신호의 정상/질병을 판별할 수 있도록 딥러닝 네트워크로 전이학습된 전이학습모델인 것을 특징으로 한다.

[0011] 상기 심전도신호는 센서에 의해 취득되며, 1차원 벡터형태를 가지는 것이 바람직하다.

[0012] 상기 기여도연산부는 상기 심전도 신호가 비정상적인 신호로 질병으로 판별이 되었을 때, 상기 비정상적인 신호의 기여도를 LRP(Layer-wise Relevance Propagation)방법을 이용해 연산하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 상기 스칼로그램변환부는 상기 심전도 신호가 정상인 정상신호 스칼로그램과, 상기 심전도 신호가 비정상인 질병신호 스칼로그램으로 나누어 상기 2차원이미지로 저장되는 것을 특징으로 한다.

[0014] 상기 심전도 신호는 상기 센서에 의해 취득된 원 신호에 포함된 잡음을 제거하기 위해, 저대역통과필터와 고대역통과필터에 통과시키는 과정을 거치는 것이 바람직하다.

[0015] 상기 히트맵표시부는 질병판별에 기여된 부분을 나타낼 때, 붉은색에 가까울 수록 기여도가 높은 것을 특징으로 한다.

[0016] 본 발명에 따른 심전도 신호로부터 설명가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 방법은 심전도신호를 취득하는 심전도측정단계와, 취득한 상기 심전도신호에서 잡음을 제거하는 잡음제거단계와, 시간-주파수 영역으로 변환하고, 2차원이미지로 저장하는 스칼로그램변환단계와, 상기 2차원이미지를 통해 상기 심전도 신호의 정상/질병을 판별하는 질병판별단계와, 상기 심전도 신호의 정상/질병을 2진분류하는데 기여된 부분을 계산하는 기여도 연산단계와, 상기 정상/질병을 판별하는데 기여된 부분 히트맵으로 표시하는 히트맵표시단계와, 상기 히트맵에 기여된 부분을 심전도 신호에 표시하는 기여부분표시 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템 및 판별 방법은 전이학습 모델을 딥러닝 네트워크로 전이학습시켜 심전도 신호의 정상신호와 질병신호를 판별하고, 판단에 기여도가 높은 부분을 계산하여 가시화하여 사용자가 질병과 정상 상태를 객관적으로 최종 판단할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명에 따른 심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템의 구성이 도시되어 있고,

도 2는 본 발명에 따른 심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템의 심전도 원 신호로부터 잡음을 제거하여 가공신호를 생성하는 도면이고,

도 3은 본 발명에 따른 심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템의 스칼로그램변환이 도시되어 있고,

도 4는 본 발명에 따른 심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템의 질병판별부에서 질병을 판별하는 도면이고,

도 5는 본 발명에 따른 심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템의 기여도 연산부가 LRP방법을 이용해 상기 심전도 가공신호의 정상/질병을 판단에 기여된 부분을 연산하는 도면이고,

도 6 내지 도 7에는 본 발명에 따른 심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템의 히트맵표시부가 LRP를 이용해 질병판단에 기여된 부분을 히트맵으로 표시하는 도면이고,

도 8 내지 도 9에는 본 발명에 따른 심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 방법이 도시되어 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템 및 판별 방법(10)에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 대하여, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다.

[0020] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유

사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

- [0021] 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, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0022] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미가 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미가 있는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0023] 도 1 내지 도 7에는 본 발명에 따른 심전도 신호로부터 설명가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템(10)의 일 실시예가 도시되어 있다.
- [0024] 도면을 참조하면, 심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템(10)은 심전도 측정부(100), 스칼로그래프변환부(200), 질병판별부(300), 기여도연산부(400), 히트맵표시부(500)를 구비한다.
- [0025] 상기 심전도측정부(100)는 심전도 원신호(110)를 취득한다. 상기 심전도 원신호(110)는 신체에 부착된 센서로부터 취득되며, 1차원 벡터형태를 가진다.
- [0026] 상기 심전도측정부(100)는 상기 센서에서 취득한 심전도 원신호(110)를 저대역 통과필터와 고대역 통과필터에 통과시켜 잡음을 제거하여 심전도 가공신호(120)로 가공한다. 이때, 잡음은 상기 심전도 원신호(110)를 제외한 모든 소리를 말한다.
- [0027] 상기 저대역 통과필터와 고대역 통과필터는 1차원 합성곱 연산을 사용한다.
- [0028] 본 실시예에서는 상기 저대역 통과필터에서 500MHZ의 평균필터가 사용되었고, 상기 고대역 통과필터에서 10MHZ의 평균필터가 사용되었으나, 이에 한정하지 않고, 사용자가 필터의 범위를 조정할 수도 있다.
- [0029] 또한 필터의 세부적인 길이는 신호의 샘플링 주파수에 따라 조절할 수 있다.
- [0030] 상기 스칼로그래프변환부(200)는 상기 심전도측정부(100)로부터 취득하여 심전도 가공신호(120)를 시간-주파수 영역으로 변환하고, 상기 심전도 가공신호(120)가 정상인 정상신호 스칼로그래프와 상기 심전도 가공신호(120)가 비정상인 질병신호 스칼로그래프로 나누어 2차원이미지로 저장한다.
- [0031] 상기 스칼로그래프변환부(200)는 일차원 신호를 시각화 하는 신호처리 방법 가운데 하나로 웨이블릿 변환을 사용한다. 상기 웨이블릿 변환은 시간 주파수 변환으로써, 가로축이 시간축, 세로축이 주파수축이어서 스펙트로그램 처럼 파형정보는 나타나지 않으며 주파수 대역별 시간변화를 시각적으로 파악할 수 있다. 상기 스칼로그래프(200)은 연속 웨이블릿 변환 계수의 절대 값이며, 상기 웨이블릿 신호를 마더 웨이블릿의 확대되거나 이동한 것들로 분해한다.
- [0032] 기본 웨이블릿인 ' Ψ '을 마더 웨이블릿이라고 하고 이동되고 확대된 것을 다우터 웨이블릿이라고 하며, ' a '는 스케일 인자이고, ' b '는 시프트 인자이다. R 은 실수일 때, a 는 0아 아닌 양의 실수 (R^+-0)가 되며, b 는 실수, $f(t)$ 는 원신호라고 했을 때, 심전도 가공신호(120)의 연속 웨이블릿 변환 공식은 다음과 같다.

[0034] [수학식 1]

$$CWT(a,b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) * \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt$$

$$a \in R^+ - 0, b \in R$$

[0035]

- [0037] 상기 질병판별부(300)는 2차원이미지(210)를 통해 상기 심전도 가공신호(120)의 정상/질병을 판별한다.
- [0038] 상기 질병판별부(300)는 상기 2차원이미지(210)를 통해 상기 심전도 가공신호(120)의 정상/질병을 2진 분류할 수 있도록 CNN (Convolutional Neural Networks) 기반 딥신경망으로 전이학습된 전이학습모델을 사용한다.
- [0039] 이때, 상기 전이학습모델은 연구진이나 기업에서 제공하는 검증된 모델을 사용할 수 있으며, 본 실시예에서는 Skip Connection 훈련이 된 ResNet모델이 적용되었으나, 이 외에도 GoogLeNet과 같은 다른 공개모델을 사용할 수도 있고, 직접 딥러닝 네트워크 훈련을 시킬 수도 있다.
- [0040] 상기 기여도연산부(400)는 상기 심전도 가공신호(120)의 비정상적인 신호(121)로 질병으로 판별되었을 때, 상기 비정상적인 신호(121)의 기여도를 LRP(Layer-wise Relevance Propagation, 410)방법을 이용해 연산한다.
- [0041] 상기 질병은 협심증, 부정맥, 심부전증, 심근경색과 같이 심전도 검사로 도출할 수 있는 모든 검사를 포함한다.
- [0042] 도 5에는 상기 기여도연산부(400)가 LRP(Layer-wise Relevance Propagation, 410)방법을 이용해 상기 심전도 가공신호(120)의 정상/질병을 판별에 기여된 부분을 연산하는 개념이 도시되어 있다.
- [0043] 도면을 참조하면, LRP(Layer-wise Relevance Propagation, 410)에서 기여도는 입력의 변화에 따른 출력의 변화 정도를 나타낸다.
- [0044] 출력을 얻기 위해 이전 레이어의 뉴런들에서 이 기여도가 모두 더해져 출력 스코어를 구하게 되는데 이를 역으로 분해하는 과정이다. 기여도는 테일러 급수에 의해 다음과 같이 분해될 수 있다.
- [0046] [수학식 2]
- $$f(x) = \sum_i R_i$$
- [0047]
- [0049] 뉴런의 출력을 $f(x)$, 출력단의 뉴런이 가지는 기여도(relevance score)를 R , 수열의 합을 $\sum$ 이라고 정의했을 때, 기여도와 뉴런 x 를 곱해 두어 그 전 레이어들로 전파시키면 모든 뉴런들의 기여도를 계산할 수 있다.
- [0050] 상기 히트맵표시부(500)는 히트맵가시화부(600)를 더 구비한다.
- [0051] 상기 히트맵표시부(500)는 상기 기여도연산부(400)에서 상기 정상/질병을 판별하는데 기여된 부분 히트맵(510)으로 표시한다. 이때, 히트맵(510)은 다양한 형태의 지도가 될 수 있으며 형태에 제한을 두지 않는다.
- [0052] 상기 히트맵가시화부(600)는 상기 정상/질병을 판별하는데 기여된 부분(121)을 상기 심전도 가공신호(120)에서 표시한다.
- [0053] 도 6 내지 도 7에는 상기 히트맵표시부(500)가 LRP(Layer-wise Relevance Propagation, 410)를 이용해 질병판별에 기여된 부분을 히트맵(510)으로 표시하는 개념이 도시되어 있다.
- [0054] 도면을 참조하면, 인체에서 상기 심전도 가공신호(120)를 2차원이미지(210)으로 변환하고, 상기 질병판별부(300)에서 상기 심전도 가공신호(120)의 정상/질병을 판별하고, 상기 심전도 가공신호(120) 중 비정상적인 신호(121)가 포함되어 질병으로 판별 되었을 때, 상기 기여도연산부(400)에서 상기 비정상적인 신호(121)의 기여도를 LRP(Layer-wise Relevance Propagation)방법을 이용해 연산하고, 연산값을 상기 히트맵표시부(500)에서 히트맵(510)으로 표시한다. 이때, 상기 히트맵표시부(500)는 질병판단에 기여된 부분(511)을 히트맵(510)에 나타낼 때, 붉은색에 가까울 수록 기여도가 높다. 다음으로, 상기 히트맵(510)으로 표시된 비정상적인 신호(121)를 히트맵가시화부(600)가 상기 심전도 가공신호(120)에서 비정상적 신호(121)를 가시화하여 사용자가 질병을 판단하는데 정확한 근거가 될 수 있다.
- [0055] 도 6과 도 7은 상기 히트맵(510)에서 붉게 나타나는 부위가 다르게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이는 상기 기여도연산부(400)에서 질병판별에 기여된 부분(511)으로, 서로 상이한 질병임을 확인할 수 있다. 또한, 이를 히트맵가시화부(600)에서 심전도 가공신호(120)에 가시화하여 어떤 심전도가 비정상적인 신호(121)인지 확인할 수 있다. 따라서 서로 상이한 질병임 사용자가 육안으로 확인하여 정확한 판단을 내리는 근거가 될 수 있다.

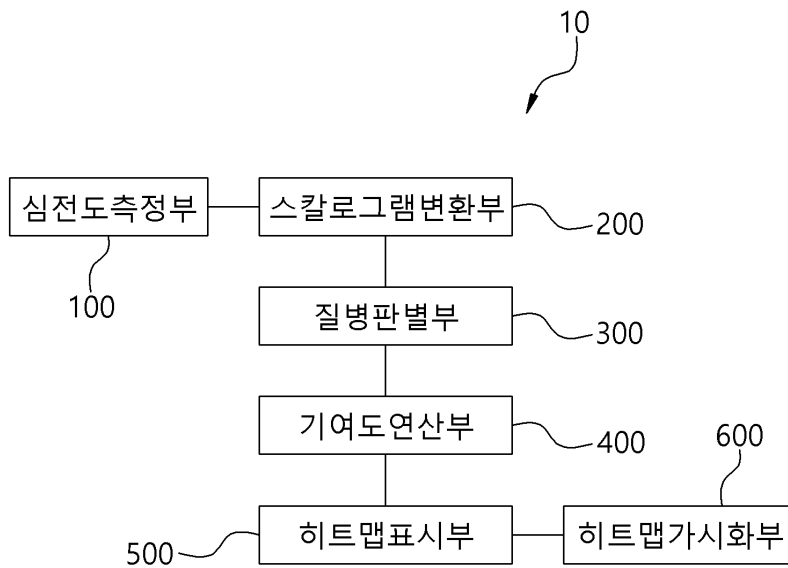
- [0056] 도 8 내지 도 9에는 본 발명에 따른 심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 방법이 도시되어 있다.
- [0057] 도면을 참조하면, 심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 방법은 심전도 원신호(110)를 취득하는 심전도측정 단계(S10), 취득한 상기 심전도 원신호(110)에서 잡음을 제거하는 잡음제거 단계(S20), 시간-주파수 영역으로 변환하고, 2차원이미지로 저장하는 스칼로그램변환 단계(S30), 상기 다수의 2차원 이미지를 통해 상기 심전도 신호의 정상/질병을 분류하는 질병판별 단계(S40), 상기 심전도 가공신호(120)의 정상/질병을 2진분류하는데 기여된 부분을 계산하는 기여도연산 단계(S50), 상기 정상/질병을 판단하는데 기여된 부분 히트맵(510)으로 표시하는 히트맵표시단계(S60), 상기 히트맵(510)에 기여된 부분을 심전도 가공신호(120)에 표시하는 기여부분표시 단계(S70)를 포함한다.
- [0058] 이상에서 설명한 심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템 및 판별 방법(10)은 전이학습 모델을 딥러닝 네트워크로 전이학습시켜 심전도 신호의 정상신호와 질병신호를 판단하고, 판단에 기여도가 높은 부분을 계산하여 가시화하여 사용자가 질병과 정상 상태를 객관적으로 최종 판단할 수 있는 효과가 있다.
- [0059] 제시된 실시예들에 대한 설명은 임의의 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 이용하거나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 이러한 실시예들에 대한 다양한 변형들은 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진자에게 명백할 것이며, 여기에 정의된 일반적인 원리들은 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 그리하여, 본 발명은 여기에 제시된 실시예들로 한정되는 것이 아니라, 여기에 제시된 원리들 또는 신규한 특징들과 일관되는 최광의의 범위에서 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

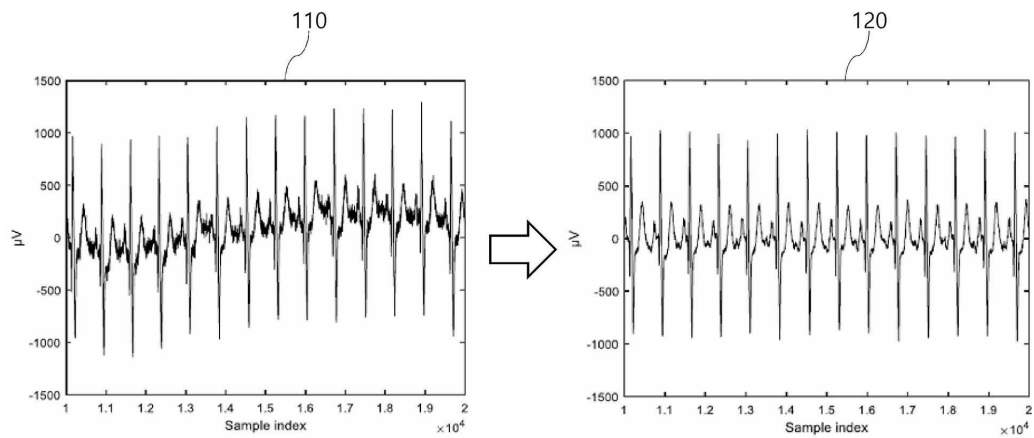
- [0060] 10: 심전도 신호로부터 설명 가능한 히트맵 영상에 근거한 질병을 판별하는 시스템
- 100: 심전도측정부
- 110: 심전도 원신호
- 120: 심전도 가공신호
- 121: 비정상적인 신호
- 200: 스칼로그램변환부
- 210: 2차원이미지
- 300: 질병판별부
- 400: 기여도연산부
- 410: LRP(Layer-wise Relevance Propagation)
- 500: 히트맵표시부
- 510: 히트맵
- 511: 질병판별에 기여된 부분
- 600: 히트맵가시화부

도면

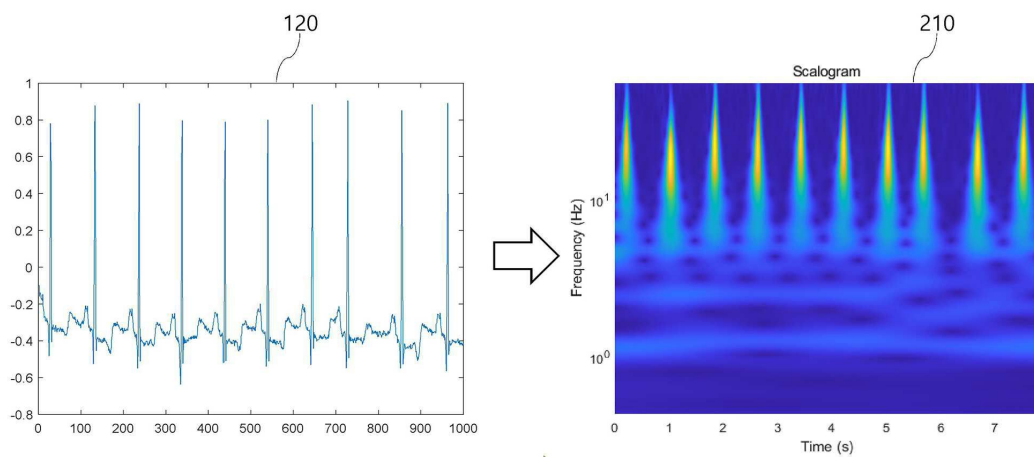
도면1



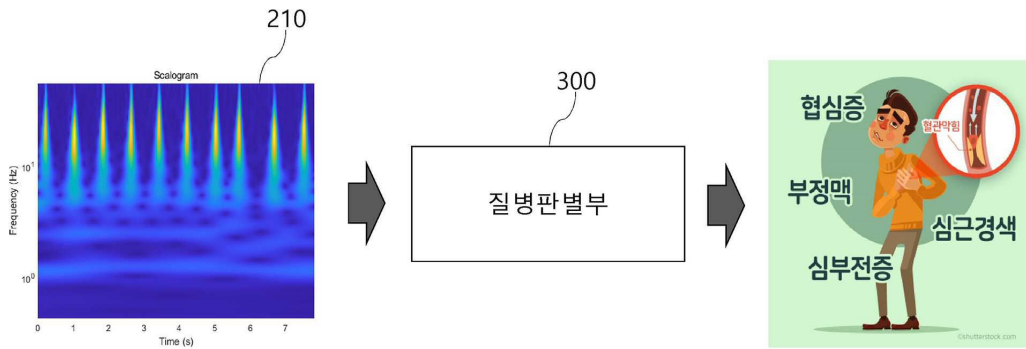
도면2



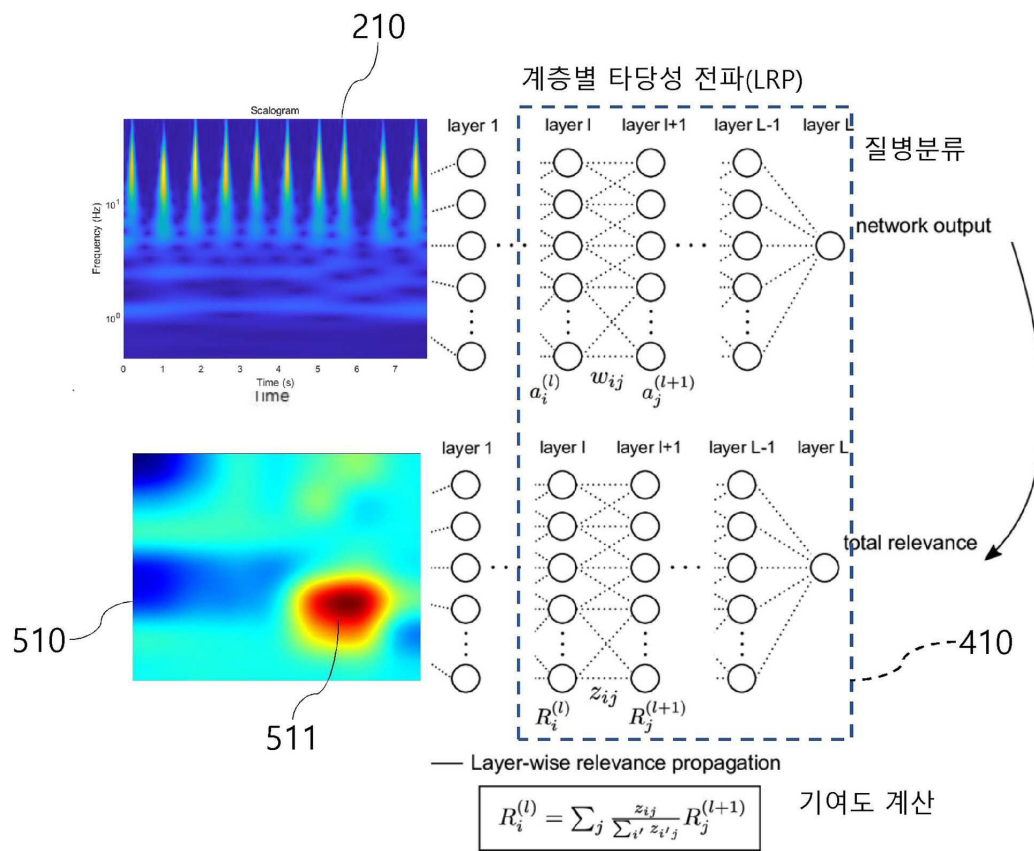
도면3



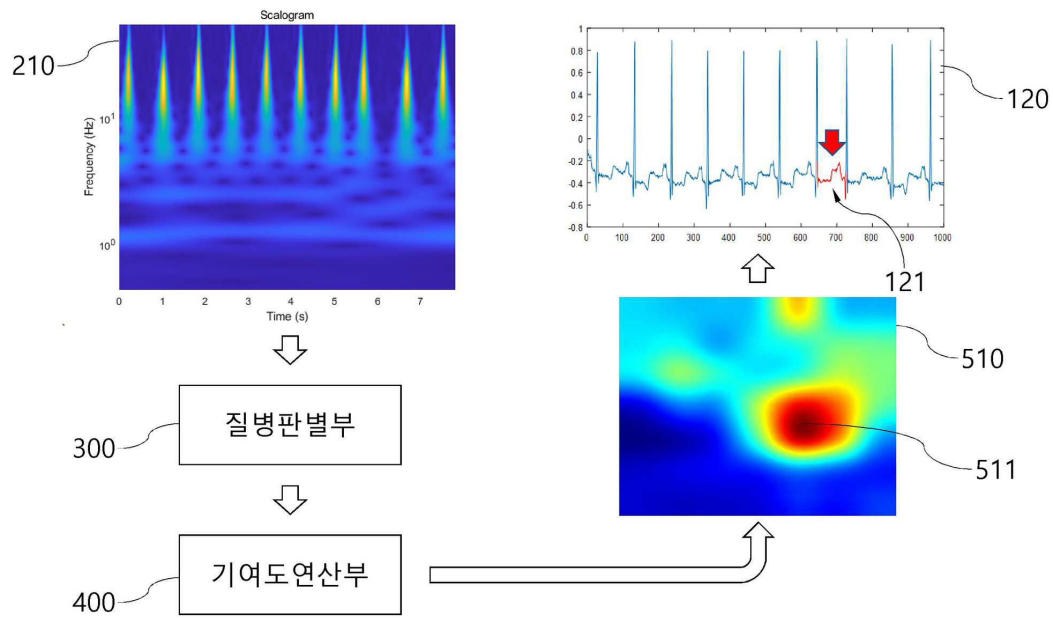
도면4



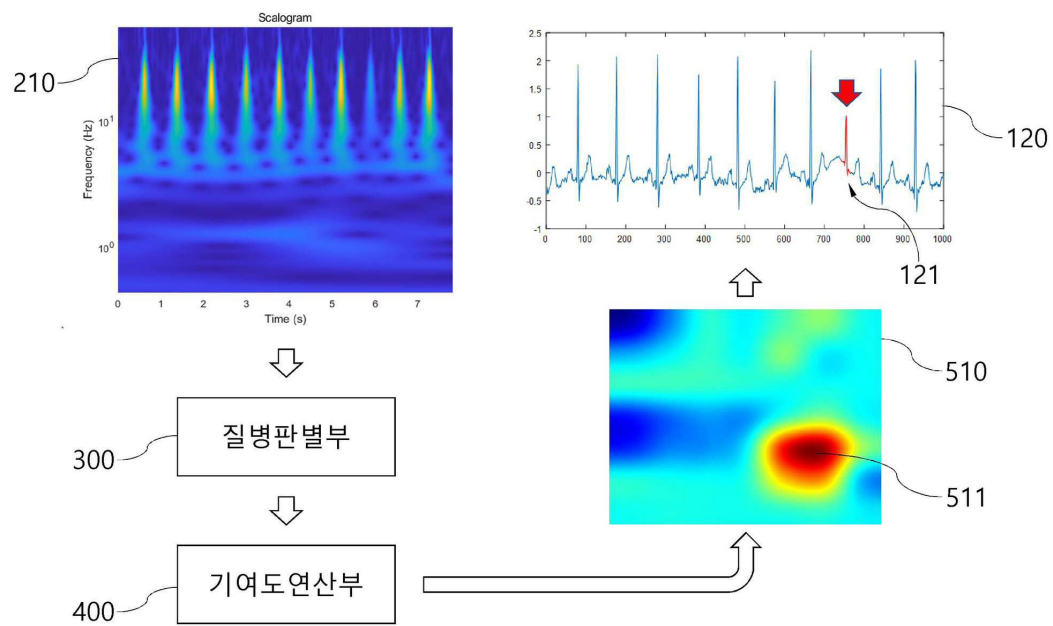
도면5



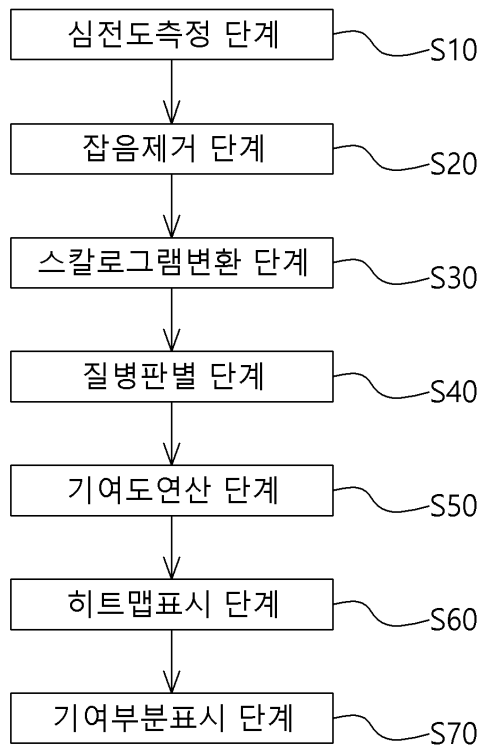
도면6



도면7



도면8



도면9

