



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0076781
(43) 공개일자 2023년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/346 (2021.01) A61B 5/00 (2021.01)
G16H 50/20 (2018.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/346 (2022.01)
A61B 5/7203 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0157248
(22) 출원일자 2022년11월22일
심사청구일자 2022년11월22일
(30) 우선권주장
1020210163380 2021년11월24일 대한민국(KR)

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
김윤태
대전광역시 유성구 신성남로 91-12
정재효
광주광역시 북구 문산로 99(문흥동, 금호타운),
108동 906호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인씨엔에스

전체 청구항 수 : 총 10 항

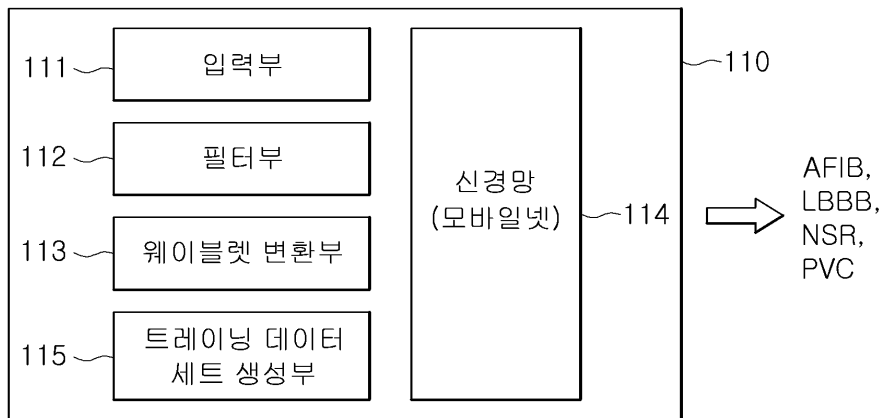
(54) 발명의 명칭 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시 형태에 따른 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 장치는 시간 영역의 심전도 신호를 입력받는 입력부와, 웨이블릿 변환을 이용하여 시간 영역의 심전도 신호를 주파수 영역의 심전도 신호로 변환하는 웨이블릿 변환부와, 주파수 영역의 심전도 신호를 AFIB(Atrial fibrillation), LBBB(Left bundle branch block beat), NSR(Normal sinus rhythm) 및 PVC(Premature ventricular contraction) 중 어느 하나로 분류하는 신경망을 포함하며, 상기 신경망은 트레이닝 데이터 세트를 이용하여 학습된 모바일넷(MobileNet)일 수 있다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

A61B 5/7225 (2021.01)

A61B 5/726 (2013.01)

A61B 5/7267 (2013.01)

G16H 50/20 (2018.01)

강민구

광주광역시 동구 필문대로253번길 10-3 조대 명품
타운 102동 204호

(72) 발명자

신시호

광주광역시 북구 양일로 55, 103동 1202호 (연제동, 현대아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711171054
과제번호	S0254-22-1001
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신산업진흥원
연구사업명	인공지능중심 산업융합 집적단지 조성사업(R&D) 산업융합형 AI 연구개발
연구과제명	AI 기반 다중센싱을 이용한 Brain-Body 인터페이스 기술 개발
기 여 율	1/3
과제수행기관명	조선대학교 산학협력단
연구기간	2020.04.01 ~ 2024.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711160590
과제번호	2022-0-00317
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신·방송 기술개발사업 XR트윈핵심 기술개발
연구과제명	디지털 지능 트윈 기반 실시간 비대면 심혈관계 질환 예측 및 모니터링 기술 개발
기 여 율	1/3
과제수행기관명	조선대학교 산학협력단
연구기간	2022.04.01 ~ 2025.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711171059
과제번호	S0254-22-1006
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신산업진흥원
연구사업명	인공지능중심 산업융합 집적단지 조성사업(R&D) 산업융합형 AI 연구개발
연구과제명	의료 데이터 프라이버시 보존을 위한 분산 환경에서의 연합 AI 컴퓨팅 모델 개발
기 여 율	1/3
과제수행기관명	성균관대학교 산학협력단
연구기간	2020.04.01 ~ 2024.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

시간 영역의 심전도 신호를 입력받는 입력부;

웨이블렛 변환을 이용하여 상기 시간 영역의 심전도 신호를 주파수 영역의 심전도 신호로 변환하는 웨이블렛 변환부; 및

상기 주파수 영역의 심전도 신호를 AFIB(Atrial fibrillation), LBBB(Left bundle branch block beat), NSR(Normal sinus rhythm) 및 PVC(Premature ventricular contraction) 중 어느 하나로 분류하는 신경망을 포함하며,

상기 신경망은, 트레이닝 데이터 세트를 이용하여 학습된 모바일넷(MobileNet)인, 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 심장 질병 분류 장치는,

상기 시간 영역의 심전도 신호를 저역 통과 필터링하는 필터부를 더 포함하며,

상기 저역 통과 필터링의 차단 주파수는 130Hz인, 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 심장 질병 분류 장치는,

상기 트레이닝 데이터 세트를 생성하는 트레이닝 데이터 세트 생성부를 더 포함하며,

상기 모바일넷은, 상기 트레이닝 데이터 세트를 이용하여 학습을 수행하는, 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 트레이닝 데이터 세트 생성부는,

제1 개수의 시간 영역의 심전도 신호로부터 제2 개수 - 상기 제2 개수는 상기 제1 개수보다 큼 - 의 시간 영역의 심전도 신호를 생성함으로써, 데이터 개수를 증가시키고,

웨이블렛 변환을 이용하여 상기 제2 개수의 시간 영역의 심전도 신호를 주파수 영역의 심전도 신호로 변환하는, 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 트레이닝 데이터 세트 생성부는,

매칭 펄수트(matching pursuit) 알고리즘을 이용하거나, 또는 상기 제1 개수의 시간 영역의 심전도 신호 각각을 회전시킴으로써 데이터 개수를 증가시키는, 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 장치.

청구항 6

입력부에서, 시간 영역의 심전도 신호를 입력받는 제1 단계;

웨이블렛 변환부에서, 웨이블렛 변환을 이용하여 상기 시간 영역의 심전도 신호를 주파수 영역의 심전도 신호로 변환하는 제2 단계; 및

신경망에서, 상기 주파수 영역의 심전도 신호를 AFIB(Atrial fibrillation), LBBB(Left bundle branch block beat), NSR(Normal sinus rhythm) 및 PVC(Premature ventricular contraction) 중 어느 하나로 분류하는 제3 단계를 포함하며,

상기 신경망은, 트레이닝 데이터 세트를 이용하여 학습된 모바일넷(MobileNet)인, 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 심장 질병 분류 방법은,

필터부에서, 상기 시간 영역의 심전도 신호를 저역 통과 필터링하는 단계를 더 포함하며,

상기 저역 통과 필터링의 차단 주파수는 130Hz인, 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 심장 질병 분류 방법은,

트레이닝 데이터 세트 생성부에서, 상기 트레이닝 데이터 세트를 생성하는 단계; 및

상기 모바일넷에서, 상기 트레이닝 데이터 세트를 이용하여 학습을 수행하는 단계를 포함하는, 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 트레이닝 데이터 세트를 생성하는 단계는,

제1 개수의 시간 영역의 심전도 신호로부터 제2 개수 - 상기 제2 개수는 상기 제1 개수보다 큼 - 의 시간 영역의 심전도 신호를 생성함으로써, 데이터 개수를 증가시키는 단계; 및

웨이블렛 변환을 이용하여 상기 제2 개수의 시간 영역의 심전도 신호를 주파수 영역의 심전도 신호로 변환하는 단계를 포함하는, 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 데이터 개수를 증가시키는 단계는,

매칭 펄수트(matching pursuit) 알고리즘을 이용하거나, 또는 상기 제1 개수의 시간 영역의 심전도 신호 각각을 회전시킴으로써 데이터 개수를 증가시키는 단계를 포함하는, 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은, 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 심전도는 전기 신호로 표시되는 심장의 리듬 박동을 나타낸다. 건강한 사람의 심박수는 분당 60 ~ 100 회를 유지한다. 사람이 운동하거나 긴장 혹은 흥분할 때 심장이 더 빨리 뛰게 된다. 이러한 경우 일반적으로 문제가 발생하지 않는다. 그러나 아무 이유없이 심장이 불규칙적으로 뛰면 심장 건강에 문제가 있는 것으로 이러한 증상을 심장질환이라고 한다. 심장질환은 발현 시 어지러움, 실신, 가슴통증, 호흡곤란 등의 증상이 발생하며 심장 마비를 유발할 수 있기 때문에 심장 질환 조기 감지는 매우 중요하다.

[0004] 기존의 심장질환 진단 방법은 주기적으로 병원에 내원하여 주기적으로 체크해야 하는 환자들에게 시간적, 비용적 불편함을 느끼게 한다. 또한 널리 보급되어 있는 스마트워치에서 측정된 심전도는 1분 미만의 짧은 시간에 측정된 데이터로써, 심장 질환을 포함한 심혈관 질환을 사전에 미리 파악하는데 기여를 할 수 없다. 심장 질환 탐지 방법에는 RR 간격을 이용한 심실의 조기 수축 탐지 분석법, 이산 푸리에 변환을 사용한 분석법, 힐버트(Hilbert) 변환에 기반한 분석법이 포함된다.

[0005] 이러한 심장 질환 진단법은 전문가에 의해 수행되어야 하며 심장질환의 조기발견을 위해서는 불규칙적으로 발생하는 방대한 양의 심전도 데이터를 확보해야 한다. 하지만 장시간 심전도를 측정할 경우 많은 양의 데이터를 분석해야 하며 일상생활에서 심전도 측정 시 측정자의 움직임, 신호 간섭 문제 등 정확한 진단에 고려해야 할 요소가 많다. 또한 방대한 크기의 딥러닝 구조로 인한 하드웨어 성능이 문제가 될 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제2008-0038512호(“심전도를 이용한 운전자 스트레스 지수 제공 시스템 및 방법”, 공개일: 2008년05월07일)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 실시 형태에 의하면, 방대한 크기의 딥러닝 구조로 인한 하드웨어 성능을 개선할 수 있고, 이를 통해 PC(Personal Computer) 혹은 크기가 큰 디바이스 없이도 스마트폰이나 스마트워치를 이용하여 일상생활에서 주기적으로 심혈관계 건강을 관리할 수 있으며, 충분한 양의 트레이닝 데이터 세트를 확보할 수 있는 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 장치 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시 형태에 의하면, 시간 영역의 심전도 신호를 입력받는 입력부; 웨이블릿 변환을 이용하여 상기 시간 영역의 심전도 신호를 주파수 영역의 심전도 신호로 변환하는 웨이블릿 변환부; 및 상기 주파수 영역의 심전도 신호를 AFIB(Atrial fibrillation), LBBB(Left bundle branch block beat), NSR(Normal sinus rhythm) 및 PVC(Premature ventricular contraction) 중 어느 하나로 분류하는 신경망을 포함하며, 상기 신경망은, 트레이닝 데이터 세트를 이용하여 학습된 모바일넷(MobileNet)인, 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 장치를 제공

한다.

[0011] 본 발명의 다른 실시 형태에 의하면, 입력부에서, 시간 영역의 심전도 신호를 입력받는 제1 단계; 웨이블릿 변환부에서, 웨이블릿 변환을 이용하여 상기 시간 영역의 심전도 신호를 주파수 영역의 심전도 신호로 변환하는 제2 단계; 및 신경망에서, 상기 주파수 영역의 심전도 신호를 AFIB(Atrial fibrillation), LBBB(Left bundle branch block beat), NSR(Normal sinus rhythm) 및 PVC(Premature ventricular contraction) 중 어느 하나로 분류하는 제3 단계를 포함하며, 상기 신경망은, 트레이닝 데이터 세트를 이용하여 학습된 모바일넷(MobileNet) 인, 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 방법을 제공한다.

[0013] 본 발명의 다른 실시 형태에 의하면, 상기 방법을 컴퓨터상에서 실행하기 위한 프로그램을 기록한, 컴퓨터로 독출 가능한 기록 매체를 제공한다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 일 실시 형태에 의하면, 웨이블릿 변환을 이용하여 시간 영역의 심전도 신호를 주파수 영역의 심전도 신호로 변환하고, 모바일넷을 이용하여 AFIB(Atrial fibrillation), LBBB(Left bundle branch block beat), NSR(Normal sinus rhythm) 및 PVC(Premature ventricular contraction) 중 어느 하나로 분류함으로써, 방대한 크기의 딥러닝 구조로 인한 하드웨어 성능을 개선할 수 있고, 이를 통해 PC(Personal Computer) 혹은 크기가 큰 디바이스 없이도 스마트폰이나 스마트워치를 이용하여 일상생활에서 주기적으로 심혈관계 건강을 관리할 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명의 일 실시 형태에 의하면, 매칭 펄수트(matching pursuit) 알고리즘을 이용하거나, 또는 시간 영역의 심전도 신호 각각을 회전시킴으로써 데이터 개수를 증가시킴으로써, 충분한 양의 트레이닝 데이터 세트를 확보할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 장치의 블록도이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시 형태에 따라 매칭 펄수트를 이용하여 증가된 데이터를 도시한 도면이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 웨이블릿 변환된 심전도 신호를 도시한 도면이다.
 도 4는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 장치의 분류 정확도를 12-fold Cross Validation을 이용하여 나타낸 것이다.
 도 5는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 방법을 설명하는 흐름도이다.
 도 6은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 장치를 전체적으로 또는 부분적으로 구현할 수 있는 컴퓨터 장치의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시형태를 설명한다. 그러나 본 발명의 실시형태는 여러 가지의 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시형태로만 한정되는 것은 아니다. 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 더욱 명확한 설명을 위해 과장될 수 있으며, 도면상의 동일한 부호로 표시되는 요소는 동일한 요소이다.

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 장치의 블록도이다.

[0022] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 장치(100)는 입력부(111), 필터부(112), 웨이블릿 변환부(113), 트레이닝 데이터 생성부(115) 및 신경망(114)을 포함하여 구성될

수 있다.

[0023] 구체적으로, 입력부(111)는 시간 영역의 심전도 신호를 입력받아 필터부(112)로 전달할 수 있다.

[0025] 필터부(112)는 입력부(111)로부터 전달받은 시간 영역의 심전도 신호를 저역 통과 필터링할 수 있다. 여기서, 저역 통과 필터링의 차단 주파수는 130Hz일 수 있다. 이와 같은 차단 주파수를 가진 필터부(112)를 통해 91.79%의 잡음 보정 효과를 얻을 수 있다.

[0027] 한편, 웨이블릿 변환부(113)는 웨이블릿 변환을 이용하여 시간 영역의 심전도 신호를 주파수 영역의 심전도 신호로 변환할 수 있다. 변환된 주파수 영역의 심전도 신호는 신경망(114)으로 전달될 수 있다. 도 3에는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 예시적인 웨이블릿 변환된 심전도 신호를 도시하고 있다.

[0029] 이후, 신경망(114)은 주파수 영역의 심전도 신호를 AFIB(Atrial fibrillation), LBBB(Left bundle branch block beat), NSR(Normal sinus rhythm) 및 PVC(Premature ventricular contraction) 중 어느 하나로 분류할 수 있다.

[0031] 본 발명의 일 실시 형태에 의하면, 신경망(114)은 트레이닝 데이터 세트를 이용하여 학습된 모바일 넷(MobileNet)일 수 있다.

[0032] 상술한 모바일넷은 딥러닝 모델을 경량화한 것으로, 컴퓨터 성능이 제한되거나 배터리 퍼포먼스가 중요한 곳에서 사용될 목적으로 설계된 CNN(Convolution Neural Network) 구조이다. 이러한 모바일넷은 입력 레이어, 2D 레이어, 정규화 레이어, 맥스 풀링 레이어, 풀리 커넥티드 레이어, 소프트맥스 레이어 등 공지의 레이어들로 구성되어 주파수 영역의 심전도 신호를 AFIB(Atrial fibrillation), LBBB(Left bundle branch block beat), NSR(Normal sinus rhythm) 및 PVC(Premature ventricular contraction) 중 어느 하나로 분류할 수 있다. 이러한 모바일넷의 내부 구조 및 기능은 널리 알려진 바 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0034] 한편, 본 발명의 일 실시 형태에 의하면, 상술한 신경망(114)의 학습을 위해 트레이닝 데이터를 생성하는 트레이닝 데이터 생성부(115)를 더 포함할 수 있다.

[0035] 트레이닝 데이터 생성부(115)는 제1 개수의 시간 영역의 심전도 신호로부터 제2 개수의 시간 영역의 심전도 신호를 생성함으로써, 데이터 개수를 증가시키고, 이후 웨이블릿 변환을 이용하여 제2 개수의 시간 영역의 심전도 신호를 주파수 영역의 심전도 신호로 변환할 수 있다. 여기서, 제2 개수는 제1 개수보다 큰 값일 수 있다.

[0037] 신경망(114)의 학습시에는 데이터의 개수가 많을수록 정확도가 향상될 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시 형태에 의하면, 심전도 신호의 개수를 증가시키기 위해, 매칭 펄수트(Matching Pursuit) 알고리즘을 이용하거나 또는 시간 영역의 심전도 신호 각각을 회전시킴으로써, 데이터의 개수를 증가시킬 수 있다. 데이터 개수를 증가시키기 위해 상술한 2가지 방법을 모두 사용할 수도 있음은 물론이다.

[0038] 상술한 매칭 펄수트(Matching Pursuit) 알고리즘은 심전도 데이터를 유사하게 복사할 수 있는 알고리즘이다. 이러한 매칭 펄수트(Matching Pursuit) 알고리즘을 이용하여 심전도 데이터를 10배로 늘릴 수 있다. 도 2의 (a) 내지 (f)에는 본 발명의 일 실시 형태에 따라 매칭 펄수트를 이용하여 증가된 데이터를 도시하고 있다.

[0039] 또한, 데이터 개수를 증가시키기 위해 시간 영역의 심전도 신호 각각을 회전시킬 수 있으며, 시간 영역의 심전도 신호를 회전시킴으로써 신경망(114)으로 하여금 회전 전의 시간 영역의 심전도 신호와 회전 후의 시간 영역의 심전도 신호를 다른 데이터로 인식시킬 수 있다.

[0040] 상술한 트레이닝 데이터 생성부(115)에서 생성된 트레이닝 데이터 세트에 기초하여 신경망(114)이 학습될 수 있다.

- [0042] 한편, 도 4는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 장치의 분류 정확도를 12겹 교차 검증(12-fold Cross Validation)을 이용하여 나타낸 것이다.
- [0043] K겹 교차 검증(K-fold Cross validation)은 데이터를 K개의 그룹으로 나누고, 그룹 중에서 하나를 추출하여 테스트 세트(test set)로 사용하며, 나머지 K-1개의 그룹은 트레이닝 세트(Training set)로 사용한다. K회를 반복하면 각 시험은 하나의 분류 정확도를 얻은 다음 평균 K 결과를 얻어 분류의 최종 성능을 얻는다. 본 발명에서는 12겹 교차 검증을 이용하여 분류 정확도를 측정한 결과 9겹(9-fold)에서 92.65%를 나타냈다.
- [0045] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시 형태에 의하면, 웨이블릿 변환을 이용하여 시간 영역의 심전도 신호를 주파수 영역의 심전도 신호로 변환하고, 모바일넷을 이용하여 AFIB(Atrial fibrillation), LBBB(Left bundle branch block beat), NSR(Normal sinus rhythm) 및 PVC(Premature ventricular contraction) 중 어느 하나로 분류함으로써, 방대한 크기의 딥러닝 구조로 인한 하드웨어 성능을 개선할 수 있고, PC(Personal Computer) 혹은 크기가 큰 디바이스 대신 스마트폰이나 스마트워치와 융합하여 일상생활에서 주기적으로 심혈관계 건강을 관리할 수 있다.
- [0047] 또한, 본 발명의 일 실시 형태에 의하면, 매칭 펄수트(matching pursuit) 알고리즘을 이용하거나, 또는 시간 영역의 심전도 신호 각각을 회전시킴으로써 데이터 개수를 증가시킴으로써, 충분한 양의 트레이닝 데이터 세트를 확보할 수 있다.
- [0049] 마지막으로, 도 5는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 방법을 설명하는 흐름도이다.
- [0050] 이하 도 1 내지 도 5를 참조하여 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 방법을 상세하게 설명한다. 다만, 발명의 간명화를 위해 도 1 내지 도 4에서 설명된 사항과 중복된 부분에 대한 설명은 생략한다.
- [0051] 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 방법은, 입력부(111)에서 시간 영역의 심전도 신호를 입력받는 단계에 의해 시작될 수 있다(S501).
- [0052] 발명의 실시 형태에 따르면, 시간 영역의 심전도 신호를 저역 통과 필터링될 수 있으며, 저역 통과 필터링의 차단 주파수는 130Hz일 수 있음은 상술한 바와 같다.
- [0053] 다음, 웨이블릿 변환부(113)는 웨이블릿 변환을 이용하여 시간 영역의 심전도 신호를 주파수 영역의 심전도 신호로 변환할 수 있다(S502). 변환된 주파수 영역의 심전도 신호는 신경망(114)으로 전달될 수 있다.
- [0055] 이후, 신경망(114)은 주파수 영역의 심전도 신호를 AFIB(Atrial fibrillation), LBBB(Left bundle branch block beat), NSR(Normal sinus rhythm) 및 PVC(Premature ventricular contraction) 중 어느 하나로 분류할 수 있다(S503).
- [0056] 본 발명의 일 실시 형태에 의하면, 신경망(114)은 트레이닝 데이터 세트를 이용하여 학습된 모바일 넷(MobileNet)일 수 있다.
- [0057] 상술한 모바일넷은 딥러닝 모델을 경량화한 것으로, 컴퓨터 성능이 제한되거나 배터리 퍼포먼스가 중요한 곳에서 사용될 목적으로 설계된 CNN(Convolution Neural Network) 구조이다. 이러한 모바일넷은 입력 레이어, 2D 레이어, 정규화 레이어, 맥스 풀링 레이어, 풀리 커넥티드 레이어, 소프트맥스 레이어 등 공지의 레이어들로 구성되어 주파수 영역의 심전도 신호를 AFIB(Atrial fibrillation), LBBB(Left bundle branch block beat), NSR(Normal sinus rhythm) 및 PVC(Premature ventricular contraction) 중 어느 하나로 분류할 수 있음은 상술한 바와 같다.
- [0059] 한편, 본 발명의 일 실시 형태에 의하면, 상술한 신경망(114)의 학습을 위해 트레이닝 데이터 세트를 생성하는

트레이닝 데이터 생성부(115)를 더 포함할 수 있다.

- [0060] 트레이닝 데이터 생성부(115)는 제1 개수의 시간 영역의 심전도 신호로부터 제2 개수의 시간 영역의 심전도 신호를 생성함으로써, 데이터 개수를 증가시키고, 이후 웨이블릿 변환을 이용하여 제2 개수의 시간 영역의 심전도 신호를 주파수 영역의 심전도 신호로 변환할 수 있다. 여기서, 제2 개수는 제1 개수보다 큰 값일 수 있다.
- [0061] 신경망(114)의 학습시에는 데이터의 개수가 많을수록 정확도가 향상될 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시 형태에 의하면, 심전도 신호의 개수를 증가시키기 위해, 매칭 펄수트(Matching Pursuit) 알고리즘을 이용하거나 또는 시간 영역의 심전도 신호 각각을 회전시킴으로써, 데이터의 개수를 증가시킬 수 있다. 데이터 개수를 증가시키기 위해 상술한 2가지 방법을 모두 사용할 수도 있음은 물론이다.
- [0062] 상술한 매칭 펄수트(Matching Pursuit) 알고리즘은 심전도 데이터를 유사하게 복사할 수 있는 알고리즘이다. 이러한 매칭 펄수트(Matching Pursuit) 알고리즘을 이용하여 심전도 데이터를 10배로 늘릴 수 있다. 도 2의 (a) 내지 (f)에는 본 발명의 일 실시 형태에 따라 매칭 펄수트를 이용하여 증가된 데이터를 도시하고 있다.
- [0063] 또한, 데이터 개수를 증가시키기 위해 시간 영역의 심전도 신호 각각을 회전시킬 수 있으며, 시간 영역의 심전도 신호를 회전시킴으로써 신경망(114)으로 하여금 회전 전의 시간 영역의 심전도 신호와 회전 후의 시간 영역의 심전도 신호를 다른 데이터로 인식시킬 수 있다.
- [0064] 상술한 트레이닝 데이터 생성부(115)에서 생성된 트레이닝 데이터 세트에 기초하여 신경망(114)이 학습될 수 있다.
- [0066] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시 형태에 의하면, 웨이블릿 변환을 이용하여 시간 영역의 심전도 신호를 주파수 영역의 심전도 신호로 변환하고, 모바일넷을 이용하여 AFIB(Atrial fibrillation), LBBB(Left bundle branch block beat), NSR(Normal sinus rhythm) 및 PVC(Premature ventricular contraction) 중 어느 하나로 분류함으로써, 방대한 크기의 딥러닝 구조로 인한 하드웨어 성능을 개선할 수 있고, PC(Personal Computer) 혹은 크기가 큰 디바이스 대신 스마트폰이나 스마트워치와 융합하여 일상생활에서 주기적으로 심혈관계 건강을 관리할 수 있다.
- [0068] 또한, 본 발명의 일 실시 형태에 의하면, 매칭 펄수트(matching pursuit) 알고리즘을 이용하거나, 또는 시간 영역의 심전도 신호 각각을 회전시킴으로써 데이터 개수를 증가시킴으로써, 충분한 양의 트레이닝 데이터 세트를 확보할 수 있다.
- [0070] 한편, 도 6은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 장치를 전체적으로 또는 부분적으로 구현할 수 있는 컴퓨터 장치의 블록도로, 도 1에 도시된 모바일넷을 이용한 심장 질병 분류 장치(100)에 적용될 수 있다.
- [0071] 도 6에 도시된 바와 같이, 컴퓨터 장치(600)는 입력 인터페이스(601), 출력 인터페이스(602), 프로세서(604) 및 메모리(605)를 포함하며, 입력 인터페이스(601), 출력 인터페이스(602), 프로세서(604) 및 메모리(605)는 시스템 버스(603)를 통해 상호 연결될 수 있다.
- [0073] 본 발명의 실시예에 있어서, 메모리(605)는 프로그램, 명령어 또는 코드를 저장하는데 사용되며, 프로세서(604)는 메모리(605)에 저장된 프로그램, 명령어 또는 코드를 수행하고, 입력 인터페이스(601)를 제어하여 신호를 수신하고, 출력 인터페이스(602)를 제어하여 신호를 송신할 수 있다. 상술한 메모리(605)는 읽기 전용 메모리 및 랜덤 액세스 메모리를 포함할 수 있고, 프로세서(604)에 명령어와 데이터를 제공할 수 있다.
- [0075] 본 발명의 실시예에 있어서, 프로세서(604)는 중앙 처리 장치(Central Processing Unit, CPU)일 수 있고, 다른 범용 프로세서, 디지털 신호 프로세서(Digital Signal Processor, DSP), 주문형 집적 회로(Application Specific Integrated Circuit, ASIC), 필드 프로그래머블 게이트 어레이(Field Programmable Gate Array, FPGA) 또는 다른 프로그래머블 논리 디바이스, 개별 게이트 또는 트랜지스터 논리 디바이스, 개별 하드웨어 구

성 요소 등일 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 범용 프로세서는 마이크로 프로세서일 수 있거나, 또는 해당 프로세서는 임의의 종래의 프로세서 등일 수 있다.

[0077] 일 구현 과정에 있어서, 도 1의 각 장치에서 수행되는 방법은 프로세서(604) 내의 하드웨어의 통합 논리 회로 또는 소프트웨어 형태의 명령어에 의해 달성될 수 있다. 본 발명의 실시 형태에 관련하여 개시되는 방법의 내용은 하드웨어 프로세서에 의해 수행되어 완료되거나, 또는 프로세서의 하드웨어 및 소프트웨어 모듈의 조합에 의해 수행되어 완료되도록 구현될 수 있다. 소프트웨어 모듈은 랜덤 액세스 메모리, 플래시 메모리, 읽기 전용 메모리, 프로그램머블 읽기 전용 메모리 또는 전기적 소거 가능한 프로그램머블 메모리, 레지스터 등의 메모리에 저장될 수 있으며, 프로세서(604)는 메모리(605)의 정보를 판독하고, 하드웨어와 결합하여 상술한 방법의 내용을 구현한다.

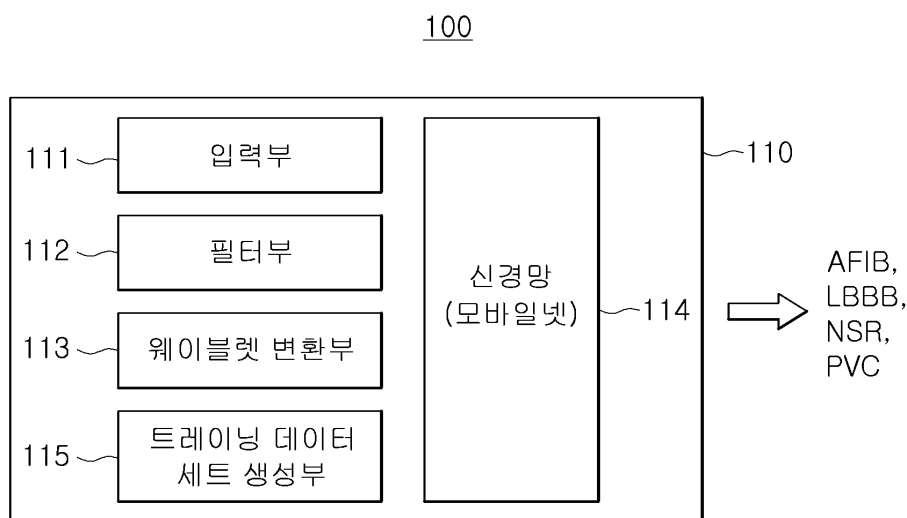
[0079] 본 발명은 상술한 실시형태 및 첨부된 도면에 의해 한정되지 아니한다. 첨부된 청구범위에 의해 권리범위를 한정하고자 하며, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 형태의 치환, 변형 및 변경할 수 있다는 것은 당해 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.

부호의 설명

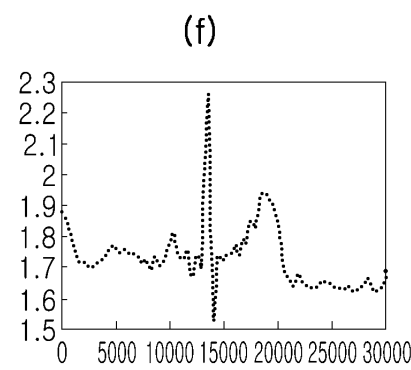
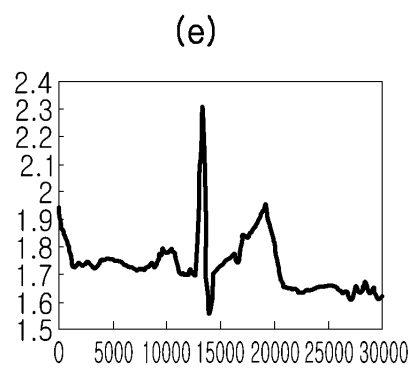
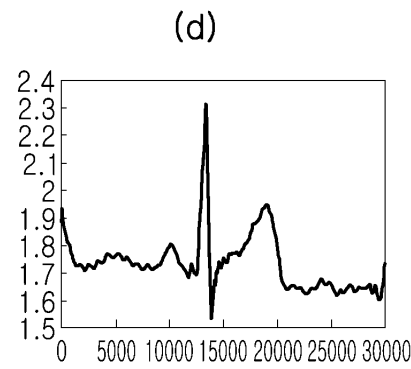
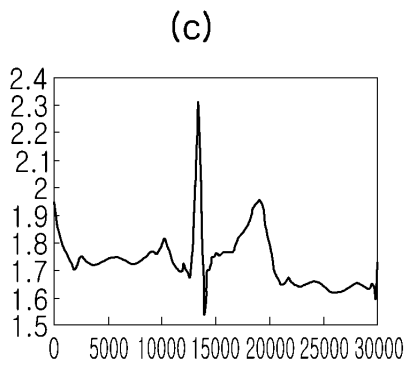
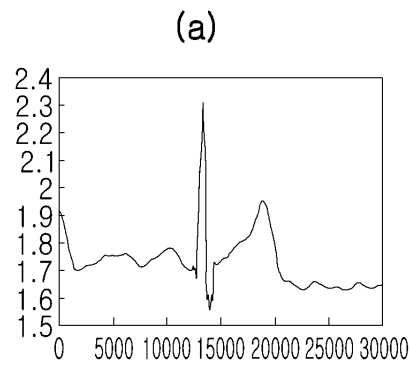
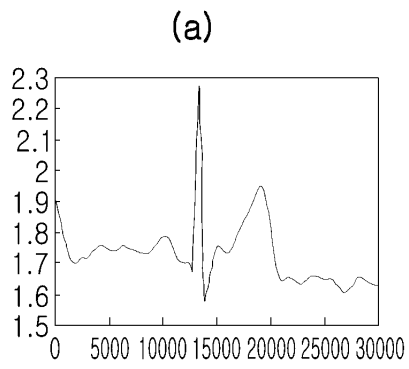
[0080] 100: 심장 질환 분류 장치
111: 입력부
112: 필터부
113: 웨이블릿 변환부
114: 트레이닝 데이터 생성부
115: 신경망(모바일넷)

도면

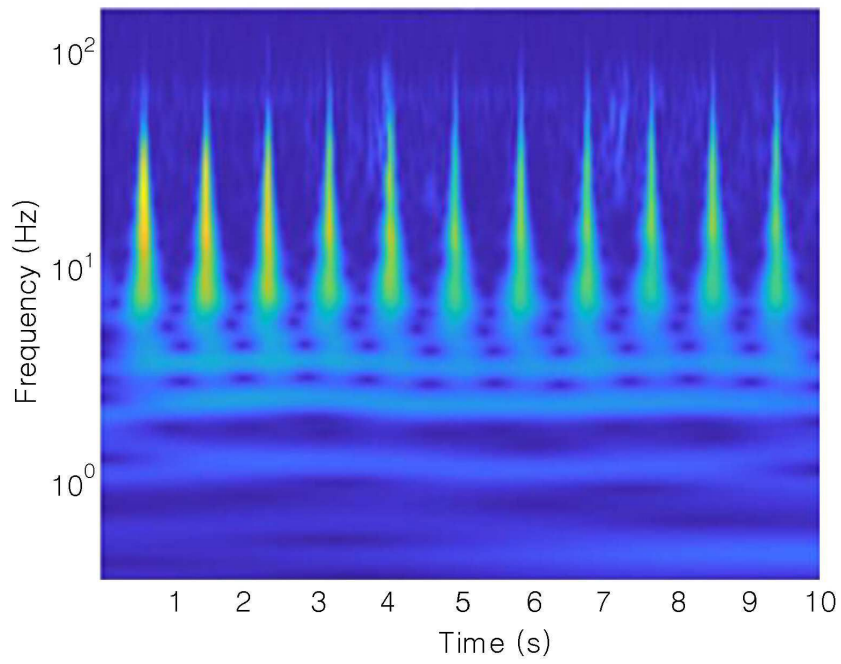
도면1



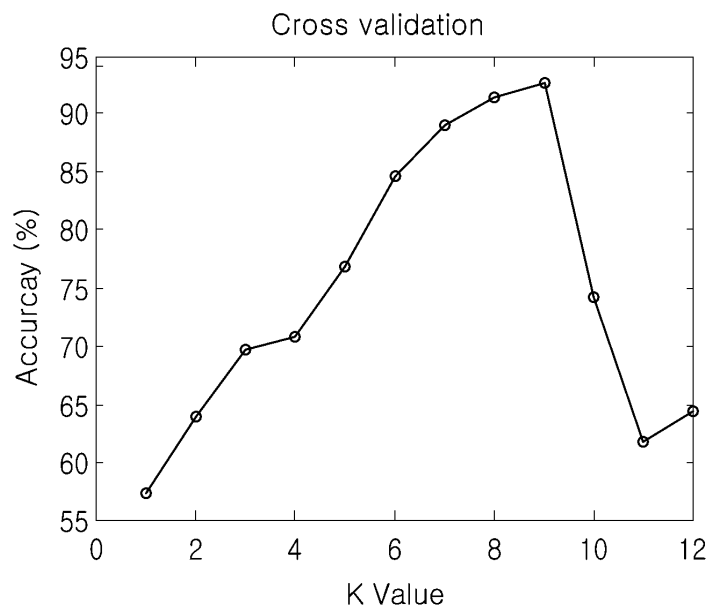
도면2



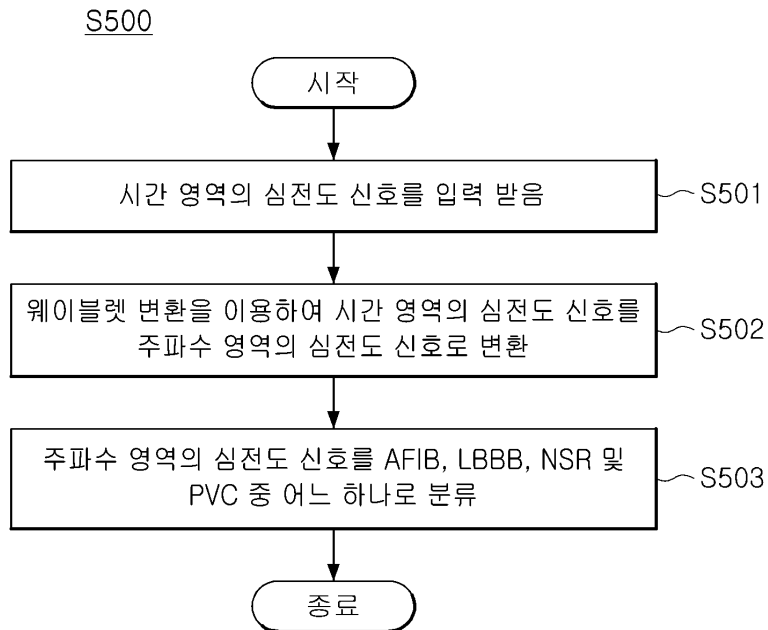
도면3



도면4



도면5



도면6

