(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년11월03일
(11) 등록번호 10-2463764
(24) 등록일자 2022년11월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/349 (2021.01) *A61B 5/00* (2021.01)
G06N 3/04 (2006.01) *G06N 3/08* (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/349 (2022.01)
A61B 5/7264 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7035714
(22) 출원일자(국제) 2018년09월04일
심사청구일자 2020년12월11일
(85) 번역문제출일자 2020년12월11일
(65) 공개번호 10-2021-0037614
(43) 공개일자 2021년04월06일
(86) 국제출원번호 PCT/CN2018/104002
(87) 국제공개번호 WO 2020/047750
국제공개일자 2020년03월12일
(56) 선행기술조사문헌
CN108039203 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
쉔첸 인스티튜트스 오브 어드밴스드 테크놀로지
중국 광동 난샨 쉔첸 실리 유니버시티 타운 쉬에 위안 애비뉴 1068
(72) 발명자
야오 치항
중국 광동 난샨 쉔첸 실리 유니버시티 타운 쉬에 위안 애비뉴 1068
리 예
중국 광동 난샨 쉔첸 실리 유니버시티 타운 쉬에 위안 애비뉴 1068
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인우인

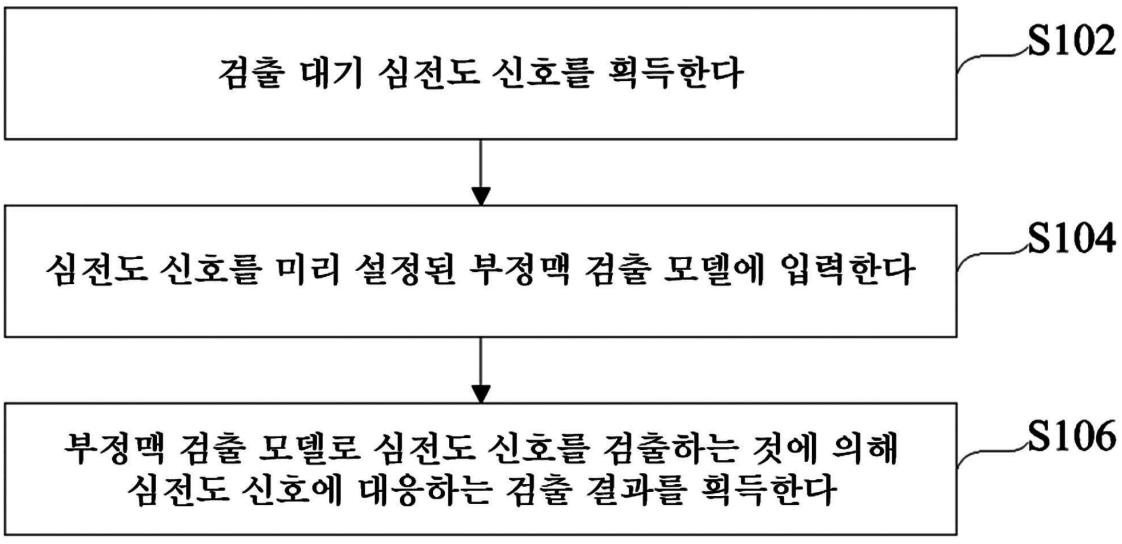
전체 청구항 수 : 총 17 항 심사관 : 서광욱

(54) 발명의 명칭 **부정맥 검출 방법, 장치, 전자장치 및 컴퓨터 기억 매체**

(57) 요 약

본 발명은 부정맥 검출 방법, 장치, 전자장치 및 컴퓨터 기억 매체를 제공하고, 이것들은 심전도 검출의 기술분야에 관한 것이다. 상기 부정맥 검출 방법은 검출 대기 심전도 신호를 획득하는 스텝(S102)과, 상기 심전도 신호를 미리 설정된 부정맥 검출 모델에 입력하는 스텝(S104)과, 상기 부정맥 검출 모델로 상기 심전도 신호를 검출하는 것에 의해 상기 심전도 신호에 대응하는 검출 결과를 획득하는 스텝(S106)을 포함한다. 상기 부정맥 검출 모델은 순서 대로 접속된 컨벌루션 뉴럴 네트워크와 리커런트 뉴럴 네트워크를 포함하고, 상기 검출 결과는 심전도 신호의 부정맥 타입을 포함한다. 상기 방법은 길이가 상이한 심전도 신호로 부정맥 검출을 하는 것에 의해 부정맥 검출의 보편성을 향상시킬 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
A61B 5/7282 (2021.01)
G06N 3/0427 (2013.01)
G06N 3/08 (2013.01)
G16H 50/20 (2018.01)
(72) 발명자
판 시아오마오
중국 광동 난샨 쉔첸 실리 유니버시티 타운 쉬에위안 애비뉴 1068
차이 윈펑
중국 광동 난샨 쉔첸 실리 유니버시티 타운 쉬에위안 애비뉴 1068

명 세 서

청구범위

청구항 1

부정맥 검출 방법에 있어서, 상기 부정맥 검출 방법은 전자장치의 처리장치에 의해 실시되고, 상기 부정맥 검출 방법은 검출 대기 심전도 신호를 획득하는 스텝과, 상기 심전도 신호를 미리 설정된 부정맥 검출 모델에 입력하는 스텝과, 상기 부정맥 검출 모델로 상기 심전도 신호를 검출하는 것에 의해 상기 심전도 신호에 대응하는 검출 결과를 획득하는 스텝을 포함하고, 상기 부정맥 검출 모델은 순서대로 접속된 컨벌루션 뉴럴 네트워크와 리커런트 뉴럴 네트워크를 포함하고, 상기 검출 결과는 심전도 신호의 부정맥 타입을 포함하며,

상기 부정맥 검출 모델의 훈련 과정은 훈련 신호를 획득하는 스텝과, 상기 훈련 신호를 훈련을 대기하고 있는 부정맥 검출 모델에 입력하고 상기 부정맥 검출 모델의 손실 함수에 의해 손실 함수값을 계산하는 스텝과, 상기 손실 함수값을 사용하고 반대전파 알고리즘 방법에 의해 상기 부정맥 검출 모델의 파라미터에 대하여 훈련을 하고 상기 손실 함수값이 소정값에 달하면 훈련을 정지시키는 스텝을 포함하고,

상기 훈련 신호를 획득하는 스텝은 최초의 심전도 신호를 획득하는 스텝과, 상기 최초의 심전도 신호에 대하여 사전 처리를 하는 것에 의해 훈련 신호를 형성하는 스텝을 포함하고,

상기 사전 처리는 국부 커버링 처리를 포함하고, 상기 최초의 심전도 신호에 대하여 사전 처리를 하는 것에 의해 훈련 신호를 형성하는 스텝은 상기 최초의 심전도 신호에서 지속 시간이 소정된 시간보다 짧은 신호를 랜덤으로 검출하는 스텝과, 상기 최초의 심전도 신호에서 검출한 신호를 제로로 하는 것에 의해 훈련 신호를 획득하는 스텝을 포함하는 것을 특징으로 하는 부정맥 검출 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 부정맥 검출 모델로 상기 심전도 신호를 검출하는 것에 의해 상기 심전도 신호에 대응하는 검출 결과를 획득하는 스텝은 상기 컨벌루션 뉴럴 네트워크로 입력된 상기 심전도 신호의 특징을 검출하는 것에 의해 상기 심전도 신호의 특징정보를 획득한 후 상기 특징정보를 상기 리커런트 뉴럴 네트워크에 입력하는 스텝과, 상기 리커런트 뉴럴 네트워크로 입력된 특징정보에 대하여 분류 처리를 하는 것에 의해 상기 심전도 신호의 부정맥 타입을 확정하는 스텝을 포함하는 것을 특징으로 하는 부정맥 검출 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 컨벌루션 뉴럴 네트워크로 입력된 상기 심전도 신호의 특징을 검출하는 것에 의해 상기 심전도 신호의 특징정보를 획득하는 스텝은 상기 컨벌루션 뉴럴 네트워크에 의해 상기 심전도 신호에 대하여 컨벌루션 중첩과 비선형 변환을 하는 것에 의해 특징 타임 시리즈를 형성하는 스텝을 포함하고, 상기 특징 타임 시리즈는 시간 차례로 배열되고 복수의 심전도 신호에서 추출된 특징 세그먼트를 포함하는 것을 특징으로 하는 부정맥 검출 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 리커런트 뉴럴 네트워크로 입력된 상기 특징정보에 대하여 분류 처리를 하는 것에 의해 상기 심전도 신호의 부정맥 타입을 확정하는 스텝은 상기 리커런트 뉴럴 네트워크에 의해 특징 타임 시리즈 중의 각 특징 세그먼트에 대하여 터레이션 처리를 하는 것에 의해 상기 특징 타임 시리즈의 최종상태를 확정한 후 이 특징 타임 시리즈의 최종상태에 대하여 분리 처리를 하는 것에 의해 상기 심전도 신호의 부정맥 타입을 확정하는 스텝을 포함하는 것을 특징으로 하는 부정맥 검출 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 사전 처리는 노이즈 처리, 가로방향 인장처리, 및 가로방향 압축처리 중의 일종 또는 다종을 포함하는 것을 특징으로 하는 부정맥 검출 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 사전 처리는 노이즈 처리를 포함하고, 상기 최초의 심전도 신호에 대하여 사전 처리를 하는 것에 의해 훈련 신호를 형성하는 스텝은 미리 설정된 신호 대 잡음비의 진폭에 대응하는 랜덤 잡음을 상기 최초의 심전도 신호에 입력하는 것에 의해 훈련 신호를 획득하는 스텝을 포함하는 것을 특징으로 하는 부정맥 검출 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 사전 처리는 가로방향 인장처리와 및/또는 가로방향 압축처리를 포함하고, 상기 최초의 심전도 신호에 대하여 사전 처리를 하는 것에 의해 훈련 신호를 형성하는 스텝은 미리 설정된 비례에 의해 상기 최초의 심전도 신호에 대하여 상기 가로방향 인장처리와 및/또는 가로방향 압축처리를 하는 것에 의해 훈련 신호를 획득하는 스텝을 포함하는 것을 특징으로 하는 부정맥 검출 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 부정맥 검출 모델의 훈련을 하는 과정에 있어서, 정식화 방법, 네트워크 접속 구조의 랜덤 제거 방법 및 라벨 간섭 방법 중의 일종 또는 다종에 의한 안정된 훈련 방법을 사용하는 것을 특징으로 하는 부정맥 검출 방법.

청구항 11

제1항, 제2항, 제3항, 제4항, 제6항, 제7항, 제8항, 또는 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 컨벌루션 뉴럴 네트워크는 복수개의 컨벌루션 층과 복수개의 풀링층을 포함하고, 각 상기 컨벌루션 층은 순서대로 접속된 컨벌루션 유닛, 비선형 변환 유닛 및 배치 정규화 유닛을 포함하고, 상기 리커런트 뉴럴 네트워크는 복수개의 장기단기 기억 유닛을 포함하고, 각 상기 장기단기 기억 유닛은 망각 게이트, 갱신 게이트 및 출력 게이트를 포함하는 것을 특징으로 하는 부정맥 검출 방법.

청구항 12

부정맥 검출 장치에 있어서, 상기 부정맥 검출 장치는 전자장치의 처리장치 측에 설치되고, 상기 부정맥 검출 장치는 검출 대기 심전도 신호를 획득하도록 설치된 신호 획득 모듈과, 상기 심전도 신호를 미리 설정된 부정맥 검출 모델에 입력하도록 설치된 모델 입력 모듈과, 상기 부정맥 검출 모델로 심전도 신호를 검출하는 것에 의해 상기 심전도 신호에 대응하는 검출 결과를 획득하도록 설치된 모델 검출 모듈을 포함하고, 상기 부정맥 검출 모델은 순서대로 접속된 컨벌루션 뉴럴 네트워크와 리커런트 뉴럴 네트워크를 포함하고, 상기 검출 결과는 심전도 신호의 부정맥 타입을 포함하며,

상기 부정맥 검출 장치는 훈련 신호를 획득하도록 설치된 훈련 신호 획득 모듈, 상기 훈련 신호를 훈련을 대기하고 있는 부정맥 검출 모델에 입력하고 미리 설정된 상기 부정맥 검출 모델의 손실 함수에 의해 손실 함수값을 계산하도록 설치된 손실 계산 모듈과, 상기 손실 함수값을 사용하고 반대전파 알고리즘 방법에 의해 상기 부정맥 검출 모델의 파라미터에 대하여 훈련을 하고 상기 손실 함수값이 소정값에 달하면 훈련을 정지시키도록 설

치된 훈련 모듈을 포함하고,

상기 훈련 신호 획득 모듈은 최초의 심전도 신호를 획득한 후 상기 최초의 심전도 신호에 대하여 사전 처리를 하는 것에 의해 훈련 신호를 형성하도록 설치되고,

상기 사전 처리는 국부 커버링 처리를 포함하고, 상기 최초의 심전도 신호에 대하여 사전 처리를 하는 것에 의해 훈련 신호를 형성하는 것은 상기 최초의 심전도 신호에서 지속 시간이 소정된 시간보다 짧은 신호를 랜덤으로 검출하고, 상기 최초의 심전도 신호에서 검출한 신호를 제로로 하는 것에 의해 훈련 신호를 획득하는 것을 특징으로 하는 부정맥 검출 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 모델 검출 모듈은 특징 검출 유닛과 타입 확정 유닛을 포함하고, 상기 특징 검출 유닛은, 상기 컨벌루션 뉴럴 네트워크로 입력된 상기 심전도 신호의 특징을 검출하는 것에 의해 상기 심전도 신호의 특징정보를 획득한 후 상기 특징정보를 상기 리커런트 뉴럴 네트워크에 입력하도록 설치되고, 상기 타입 확정 유닛은 상기 리커런트 뉴럴 네트워크로 입력된 특징정보에 대하여 분류 처리를 하는 것에 의해 상기 심전도 신호의 부정맥 타입을 확정하도록 설치된 것을 특징으로 하는 부정맥 검출 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 특징 검출 유닛은 상기 컨벌루션 뉴럴 네트워크가 심전도 신호에 대하여 컨벌루션 중첩과 비선형 변환을 하는 것에 의해 특징 타임 시리즈를 형성하도록 설치되고, 상기 특징 타임 시리즈는 시간 차례로 배열되고 복수의 심전도 신호에서 추출된 특징 세그먼트를 포함하는 것을 특징으로 하는 부정맥 검출 장치.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 타입 확정 유닛은 상기 리커런트 뉴럴 네트워크가 특징 타임 시리즈 중의 각 특징 세그먼트에 대하여 터레이션 처리를 하는 것에 의해 상기 특징 타임 시리즈의 최종상태를 확정하고 이 특징 타임 시리즈의 최종상태에 대하여 분리 처리를 하는 것에 의해 상기 심전도 신호의 부정맥 타입을 확정하도록 설치된 것을 특징으로 하는 부정맥 검출 장치.

청구항 16

삭제

청구항 17

제12항에 있어서,

상기 사전 처리는 노이즈 처리, 가로방향 인장처리, 및 가로방향 압축처리 중의 일종 또는 다종을 포함하는 것을 특징으로 하는 부정맥 검출 장치.

청구항 18

제12항에 있어서,

상기 컨벌루션 뉴럴 네트워크는 복수개의 컨벌루션 층과 복수개의 풀링층을 포함하고, 각 상기 컨벌루션 층은 순서대로 접속된 컨벌루션 유닛, 비선형 변환 유닛 및 배치 정규화 유닛을 포함하고, 상기 리커런트 뉴럴 네트워크는 복수개의 장기단기 기억 유닛을 포함하고, 각 상기 장기단기 기억 유닛은 망각 게이트, 갱신 게이트 및 출력 게이트를 포함하는 것을 특징으로 하는 부정맥 검출 장치.

청구항 19

전자장치에 있어서, 상기 전자장치는 기억장치와 처리장치를 포함하고, 상기 기억장치에는 상기 처리장치가 청구항 제1항, 제2항, 제3항, 제4항, 제6항, 제7항, 제8항, 또는 제10항 중의 임의의 한항에 기재된 부정맥 검출

방법을 실시하는 것을 제어하는 프로그램이 기억되고, 상기 처리 장치는 기억장치에 기억된 프로그램을 실시하도록 설치된 것을 특징으로 하는 전자장치.

청구항 20

컴퓨터 기억 매체에 있어서, 이 컴퓨터 기억 매체는 청구항 제12항, 제13항, 제14항, 제15항, 제17항, 또는 제18항 중의 임의의 한항에 기재된 부정맥 검출 장치에 사용되는 컴퓨터 소프트웨어 인스트럭션을 기억하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 기억 매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 심전도 검출 기술분야에 속하고, 특히는 부정맥(Arrhythmia) 검출 방법, 장치, 전자장치 및 컴퓨터 기억 매체에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 부정맥이란 심장의 페이싱(Cardiac Pacing)과 전도 기능(Conductible Function)의 디스오더(Disorder)에 의해, 심장의 리듬, 주파수 또는 페이싱 순서에 이상이 나타나고, 이것에 의해 심박 급속증(Tachycardia), 서맥(Bradycardia), 부정맥(Aarhythmia), 부전수축(Asystole) 또는 심장세동(Heart fibrillation) 등과 같은 증상이 나타나는 것을 말한다. 부정맥을 검출하는 것에 의해 심장혈관계 질병(Cardiovascular Disease)을 효율적으로 방지할 수 있다.

[0003] 종래의 부정맥 검출 방법은 인공적 검출 방법이다. 즉 의학 지식을 가지고 있는 전문가만이 심전도를 분석하는 것에 의해 부정맥 타입을 확정할 수 있다. 아티피셜 인텔리젼스(Artificial intelligence)의 발전에 따라, 컨볼루션 뉴럴 네트워크 모델로 부정맥 타입을 자동으로 검출하는 방법이 제안되었지만, 종래의 컨볼루션 뉴럴 네트워크 모델은 길이가 고정된 심전도 신호를 사용하지 않으면 부정맥을 검출할 수 없고, 신호의 길이가 상이한 심전도 신호의 검출에 사용할 수 없다. 심전도 신호의 길이가 일반적으로 상이하므로 종래의 부정맥 검출 방법은 보편성(Universality)이 좋지 않은 결점을 가지고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 부정맥 검출 방법, 장치, 전자장치 및 컴퓨터 기억 매체를 제공하고, 길이가 상이한 심전도 신호(Electrocardiogram Signals)로 부정맥을 검출하는 것에 의해 부정맥 검출의 보편성(Universality)을 향상시키려고 하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 상기 임의의 한 목적을 실현하기 위하여 본 발명은 아래와 같은 기술적 사항을 채용한다.

[0006] 본 발명의 실시예에 있어서 부정맥 검출 방법을 제공한다. 상기 부정맥 검출 방법은 전자장치의 처리장치에 의해 실시되고, 상기 부정맥 검출 방법은 검출 대기 심전도 신호를 획득하는 스텝과, 상기 심전도 신호를 미리 설정된 부정맥 검출 모델에 입력하는 스텝과, 상기 부정맥 검출 모델로 상기 심전도 신호를 검출하는 것에 의해 상기 심전도 신호에 대응하는 검출 결과를 획득하는 스텝을 포함하고, 상기 부정맥 검출 모델은 순서대로 접속되는 컨벌루션 뉴럴 네트워크와 리커런트 뉴럴 네트워크를 포함하고, 상기 검출 결과는 심전도 신호의 부정맥 타입을 포함한다.

[0007] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 부정맥 검출 모델로 상기 심전도 신호를 검출하는 것에 의해 상기 심전도 신호에 대응하는 검출 결과를 획득하는 스텝은, 상기 컨벌루션 뉴럴 네트워크를 통하여 입력된 상기 심전도 신호의 특징을 검출하는 것에 의해 상기 심전도 신호의 특징정보를 획득하는 동시에 이 특징정보를 상기 리커런트 뉴럴 네트워크에 입력하는 스텝과, 상기 리커런트 뉴럴 네트워크를 통하여 입력된 특징정보에 대하여 분류 처리를 하는 것에 의해 상기 심전도 신호의 부정맥 타입을 확정하는 스텝을 포함한다.

[0008] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 컨벌루션 뉴럴 네트워크를 통하여 입력된 상기 심전도 신호의 특징을 검출하는 것에 의해 상기 심전도 신호의 특징정보를 획득하는 스텝은 상기 컨벌루션 뉴럴 네트워크에 의해 상기 심전

도 신호에 대하여 컨벌루션 중첩과 비선형 변환을 하는 것에 의해 특징 타임 시리즈를 형성하는 스텝을 포함하고, 상기 특징 타임 시리즈는 시간의 차례로 배열되는 한편 복수의 심전도 신호에서 추출 특징 세그먼트를 포함한다.

[0009] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 리커런트 뉴럴 네트워크를 통하여 입력된 상기 특징정보에 대하여 분류 처리를 하는 것에 의해 상기 심전도 신호의 부정맥 타입을 확정하는 스텝은 상기 리커런트 뉴럴 네트워크에 의해 상기 특징 타임 시리즈 중의 각 상기 특징 세그먼트에 대하여 터레이션 처리를 하는 것에 의해 상기 특징 타임 시리즈의 최종 상태를 확정하는 한편 상기 특징 타임 시리즈의 최종 상태에 대하여 분리 처리를 하는 것에 의해 상기 심전도 신호의 부정맥 타입을 확정하는 스텝을 포함한다.

[0010] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 부정맥 검출 모델의 훈련 과정은 훈련 신호를 획득하는 스텝과, 상기 훈련 신호를 훈련을 기다리고 있는 부정맥 검출 모델에 입력하고, 상기 부정맥 검출 모델의 손실 함수에 의해 손실 함수값을 계산하는 스텝과, 상기 손실 함수값을 하는 한편 반대전파 알고리즘 방법에 의해 상기 부정맥 검출 모델의 파라미터에 대하여 훈련을 하고, 상기 손실 함수값이 소정값에 달하면 훈련을 정지시키는 스텝을 포함한다.

[0011] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 훈련 신호를 획득하는 스텝은 최초의 심전도 신호를 획득하는 스텝과, 상기 최초의 심전도 신호에 대하여 사전 처리를 하는 것에 의해 훈련 신호를 형성하는 스텝을 포함하고, 상기 사전 처리는 노이즈 처리, 가로방향 인장처리, 가로방향 압축처리 및 국부 커버링 처리 중의 일종 또는 다종을 포함한다.

[0012] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 사전 처리는 노이즈 처리를 포함하고, 상기 최초의 심전도 신호에 대하여 사전 처리를 하는 것에 의해 훈련 신호를 형성하는 스텝은 미리 설정된 신호 대 잡음비의 진폭에 대응하는 랜덤 잡음을 상기 최초의 심전도 신호에 입력하는 것에 의해 훈련 신호를 획득하는 스텝을 포함한다.

[0013] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 사전 처리는 가로방향 인장처리와 및/또는 가로방향 압축처리를 포함하고, 상기 최초의 심전도 신호에 대하여 사전 처리를 하는 것에 의해 훈련 신호를 형성하는 스텝은 미리 설정된 비례에 따라 상기 최초의 심전도 신호에 대하여 가로방향 인장처리와 및/또는 가로방향 압축처리를 하는 것에 의해 훈련 신호를 획득하는 스텝을 포함한다.

[0014] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 사전 처리는 국부 커버링 처리를 포함하고, 상기 최초의 심전도 신호에 대하여 사전 처리를 하는 것에 의해 훈련 신호를 형성하는 스텝은 상기 최초의 심전도 신호에서 지속 시간이 소정된 시간보다 짧은 신호를 랜덤으로 검출하는 스텝과, 상기 최초의 심전도 신호에서 검출한 신호를 제로(zero)로 하는 것에 의해 훈련 신호를 획득하는 스텝을 포함한다.

[0015] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 부정맥 검출 모델의 훈련을 하는 과정에 있어서, 정식화 방법, 네트워크 접속 구조의 랜덤 제거 방법 및 라벨 간섭 방법 중의 일종 또는 다종에 의한 안정된 훈련 방법을 사용한다.

[0016] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 컨벌루션 뉴럴 네트워크는 복수개의 컨벌루션 층과 복수개의 풀링층을 포함하고, 각 상기 컨벌루션 층은 순서대로 접속되는 컨벌루션 유닛, 비선형 변환 유닛 및 배치 정규화 유닛을 포함하고, 상기 리커런트 뉴럴 네트워크는 복수개의 장기단기 기억 유닛을 포함하고, 각 상기 장기단기기억 유닛은 망각 게이트, 갱신 게이트 및 출력 게이트를 포함한다.

[0017] 본 발명의 실시예에 있어서 부정맥 검출 장치를 더 제공한다. 상기 부정맥 검출 장치는 전자장치의 처리장치 측에 설치되고, 상기 부정맥 검출 장치는 검출 대기 심전도 신호를 획득하도록 설치된 신호 획득 모듈과, 상기 심전도 신호를 미리 설정된 부정맥 검출 모델에 입력하도록 설치된 모델 입력 모듈과, 상기 부정맥 검출 모델로 심전도 신호를 검출하는 것에 의해 상기 심전도 신호에 대응하는 검출 결과를 획득하도록 설치된 모델 검출 모듈을 포함하고, 상기 부정맥 검출 모델은 순서대로 접속되는 컨벌루션 뉴럴 네트워크와 리커런트 뉴럴 네트워크를 포함하고, 상기 검출 결과는 심전도 신호의 부정맥 타입을 포함한다.

[0018] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 모델 검출 모듈은 특징 검출 유닛과 타입 확정 유닛을 포함하고, 상기 특징 검출 유닛은, 상기 컨벌루션 뉴럴 네트워크로 입력된 상기 심전도 신호의 특징을 검출하는 것에 의해 상기 심전도 신호의 특징정보를 획득하는 동시에 이 특징정보를 상기 리커런트 뉴럴 네트워크에 입력하도록 설치되고, 상기 타입 확정 유닛은 상기 리커런트 뉴럴 네트워크로 입력된 특징정보에 대하여 분류 처리를 하는 것에 의해 상기 심전도 신호의 부정맥 타입을 확정하도록 설치된다.

[0019] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 특징 검출 유닛은 상기 컨벌루션 뉴럴 네트워크가 심전도 신호에 대하여 컨벌루션 중첩과 비선형 변환을 하는 것에 의해 특징 타임 시리즈를 형성하도록 설치되고, 상기 특징 타임 시리즈는

시간의 차례로 배열되는 한편 복수개의 심전도 신호에서 추출된 특징 세그먼트를 포함한다.

[0020] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 타입 확정 유닛은 상기 리커런트 뉴럴 네트워크가 상기 특징 타임 시리즈 중의 각 특징 세그먼트에 대하여 터레이션 처리를 하는 것에 의해 상기 특징 타임 시리즈의 최종 상태를 확정하는 한편 상기 특징 타임 시리즈의 최종 상태에 대하여 분리 처리를 하는 것에 의해 상기 심전도 신호의 부정맥 타입을 확정하도록 설치된다.

[0021] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 부정맥 검출 장치는 훈련 신호를 획득하도록 설치된 훈련 신호 획득 모듈과, 상기 훈련 신호를 훈련을 기다리고 있는 부정맥 검출 모델에 입력하고 미리 설정된 상기 부정맥 검출 모델의 손실함수에 의해 손실 함수값을 계산하도록 설치된 손실 계산 모듈과, 상기 손실 함수값을 사용하고 반대전파 알고리즘 방법에 의해 상기 부정맥 검출 모델의 파라미터에 대하여 훈련을 하고 상기 손실 함수값이 소정값에 달하면 훈련을 정지시키도록 설치된 훈련 모듈을 포함한다.

[0022] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 훈련 신호 획득 모듈은 최초의 심전도 신호를 획득한 후, 상기 최초의 심전도 신호에 대하여 사전 처리를 하는 것에 의해 훈련 신호를 형성하도록 설치되고, 상기 사전 처리는 노이즈 처리, 가로방향 인장처리, 가로방향 압축처리 및 국부 커버링 처리 중의 일종 또는 다종을 포함한다.

[0023] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 컨벌루션 뉴럴 네트워크는 복수개의 컨벌루션 층과 복수개의 풀링층을 포함하고, 각 상기 컨벌루션 층은 순서대로 접속된 컨벌루션 유닛, 비선형 변환 유닛 및 배치 정규화 유닛을 포함하고, 상기 리커런트 뉴럴 네트워크는 복수개의 장기단기 기억 유닛을 포함하고, 각 상기 장기단기 기억 유닛은 망각 게이트, 갱신 게이트 및 출력 게이트를 포함한다.

[0024] 본 발명의 실시예에 있어서 전자장치를 더 제공한다. 상기 전자장치는 기억장치와 처리장치를 포함하고, 상기 기억장치에는 상기 처리장치가 상기 임의의 한항에 기재된 부정맥 검출 방법을 실시하는 것을 제어하는 프로그램이 기억되어, 상기 처리 장치는 기억장치에 기억된 프로그램을 실시하도록 설치된다.

[0025] 본 발명의 실시예에 있어서 컴퓨터 기억 매체를 더 제공한다. 상기 컴퓨터 기억 매체는 상기 임의의 한항에 기재된 부정맥 검출 장치에 사용되는 컴퓨터 소프트웨어 인스트럭션을 기억한다.

발명의 효과

[0026] 본 발명의 부정맥 검출 방법, 장치, 전자장치 및 컴퓨터 기억 매체에 있어서, 검출 대기 심전도 신호를 미리 설정된 부정맥 검출 모델에 입력하는 한편 상기 부정맥 검출 모델에 의해 부정맥 타입이 포함된 검출 결과를 획득한다. 종래의 컨벌루션 뉴럴 네트워크 모델은 길이가 변하지 않는 심전도 신호가 아니면 부정맥을 검출할 수 없으므로 유계성이 강한 결점을 가지고 있다. 본 발명의 부정맥 검출 모델에는 컨벌루션 뉴럴 네트워크와 리커런트 뉴럴 네트워크가 포함되고 있고, 리커런트 뉴럴 네트워크의 특징에 의해 길이가 상이한 심전도 신호를 검출할 수 있으므로 부정맥 검출의 보편성을 효율적으로 향상시킬 수 있다.

[0027] 본 발명의 다른 특징과 발명의 효과에 대해서 하기 명세서에서 상세하게 설명한다. 본 발명의 일부분 특징과 발명의 효과는 하기 명세서의 사항에 의해 추측 또는 명확히 확정할 수 있고, 상기 발명의 개요에 의해 본 발명을 파악할 수도 있다.

[0028] 본 발명의 상기 목적, 특징 및 발명의 효과를 보다 명확히 이해시키기 위해서, 아래에서 호적한 실시형태와 첨부된 도면에 의해 본 발명을 상세하게 설명한다.

도면의 간단한 설명

[0029] 본 발명의 구체적인 실시형태 또는 종래 기술의 기술적 사항을 보다 상세하게 설명하기 위하여, 아래에서 본 발명이 구체적인 실시형태 또는 종래 기술에 관한 도면을 간단히 설명한다. 주의 받고 싶은 것은, 하기 도면은 본 발명의 호적한 실시형태에 지나치지 않는 것이며, 본 기술분야의 기술자는 창조적인 연구를 하지 않아도 하기 도면에 의해 다른 도면을 도출할 수 있고, 이러한 것들이 있어도 본 발명에 포함되는 것은 물론이다.

도 1은 본 발명의 부정맥 검출 방법을 나타내는 플로차트이다.

도 2는 본 발명의 부정맥 검출 모델을 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 다른 부정맥 검출 모델을 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명의 다른 부정맥 검출 방법을 나타내는 플로차트이다.

도 5는 본 발명의 부정맥 검출 모델의 훈련 방법을 나타내는 플로차트이다.

도 6은 본 발명의 부정맥 검출 장치의 구조를 나타내는 블록 도면이다.

도 7은 본 발명의 전자장치의 구조를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 본 발명의 실시형태의 목적, 기술적 사항 및 발명의 효과를 보다 상세하게 설명하기 위해서, 아래에서 도면을 통하여 본 발명의 기술적 사항을 보다 상세하게 보다 충분하게 설명한다. 주의 받고 싶은 것은 하기 실시형태는 본 발명의 예시에 지나지 않는 것이며, 본 발명의 모든 실시형태를 나타내는 것은 아니다. 본 발명의 실시예를 참조하는 것에 의해 본 기술분야의 기술자는 창조적인 연구를 하지 않아도 다른 실시예를 도출할 수 있고, 이러한 것들이 있어도 본 발명에 포함되는 것은 물론이다.

[0031] 종래의 부정맥 자동검출 방법에 있어서 컨벌루션 뉴럴 네트워크(Convolutional Neural Network, CNN) 모델을 사용하지만, 컨벌루션 뉴럴 네트워크 모델이 검출할 수 있는 심전도 신호의 길이는 고정되어 있으므로(즉 심전도 신호의 길이가 변할 수 없음), 이 모델에 입력되는 심전도 신호는 길이가 고정된 신호에만 제한된다. 이것은 종래의 컨벌루션 뉴럴 네트워크 모델은 컨벌루션 뉴럴 네트워크 모델의 FC 층(Fully connected layer)에 의해 결과를 출력하고, FC 층의 노이론(Neuron)의 개수를 입력 신호에 대응시킬 필요가 있기 때문이다. 컨벌루션 뉴럴 네트워크 모델은 FC 층에 의한 제한을 받으므로, 입력된 신호의 길이를 선택하고, 심전도 신호를 소정된 길이로 분할하는 것에 의해 소정된 길이를 가지는 입력 신호를 형성 할 필요가 있다. 이것에 의해 부정맥 검출의 정확성에 큰 영향을 줄 우려가 있다. 또한, 컨벌루션 뉴럴 네트워크 모델의 입력 신호가 한 파형의 파장에 접근되어 있을 때 컨벌루션 뉴럴 네트워크 모델은 파형이 분명히 이상한 부정맥을 검출할 수 있지만, 리듬에만 이상이 있는 부정맥을 검출할 수 없다. 상기 방법을 사용할 경우, 각 파형을 하나씩 표기 할 필요가 있으므로, 표기의 비용이 증가되고, 적용성이 좋지 않은 결점을 가지고 있다. 컨벌루션 뉴럴 네트워크 모델의 입력 신호를 기록용 길이까지 증가시킬 때 심전도 신호의 길이가 상이하게 되는 문제를 피할 수 없다. 입력 신호의 길이가 증가되는 것에 의해 컨벌루션 뉴럴 네트워크 모델의 규모를 증가시킬 필요가 있으므로 계산의 비용이 증가되고, 오버 피트 현상(Over-fit phenomena) 등이 발생할 우려가 있다.

[0032] 때문에 본 발명에 있어서 부정맥 검출 방법, 장치, 전자장치 및 컴퓨터 기억 매체를 제공하고, 길이가 상이한 심전도 신호(Electrocardiogram Signals, 가변 심전도 신호라고도 함)를 통하여 부정맥을 검출하는 것에 의해 상기 적어도 하나의 기술적 과제를 해결하려고 한다. 아래에서 본 발명을 상세하게 설명한다.

[0033] 도 1을 참조하면, 이 도면은 본 발명의 부정맥 검출 방법을 나타내는 플로차트이다. 상기 부정맥 검출 방법 중의 각 스텝은 전자장치의 처리장치에 의해 실시되고, 상기 처리 장치는 컴퓨터, 휴대전화 또는 착용식 심장 모니터일 수 있다. 상기 부정맥 검출 방법은 아래와 같은 스텝을 포함한다.

[0034] 스텝 S102에 있어서, 검출 대기 심전도 신호를 획득한다. 상기 심전도 신호는 전자장치의 처리장치에 의해 수시로 획득된 검사 대기 사용자의 심전도 신호이거나 또는 처리 장치가 소정된 위치에 기억된 심전도 신호에서 판독한 심전도 신호일 수 있다.

[0035] 스텝 S104에 있어서, 심전도 신호를 미리 설정된 부정맥 검출 모델에 입력한다. 부정맥 검출 모델은 순서대로 접속된 컨벌루션 뉴럴 네트워크(Convolutional Neural Network, CNN)와 리커런트 뉴럴 네트워크(Recurrent Neural Networks, RNN)를 포함한다. 도 2을 참조하면, 이 도면은 부정맥 검출 모델을 나타내는 도면이고, 그 도면에는 부정맥 검출 모델의 구조의 개요가 표시되어 있다. 본 실시예에 있어서, 컨벌루션 뉴럴 네트워크 모델로 출력된 심전도 신호의 특징을 검출하는 것에 의해 심전도 신호의 특징정보를 획득하는 동시에 이 특징정보를 리커런트 뉴럴 네트워크에 입력한다. 그 후, 리커런트 뉴럴 네트워크로 입력된 특징정보에 대하여 분류 처리를 하는 것에 의해 심전도 신호의 부정맥 타입을 확정한다. 본 실시예에 있어서, 상기 부정맥 검출 모델에 의해 CNN과 RNN을 결합시키고, CNN의 컨벌루션 알고리즘(Convolutional Algorithm)에 의해 원래 신호의 특징을 증강시키고, 노이즈를 저감한다. RNN에 의해 소정 방향의 순환을 확정하는 것에 의해 시퀀스 데이터(Sequence data)를 처리하고, 입력 전후 사이의 접속 문제를 해결하고, 분류 처리를 효율적으로 실시할 수 있다.

[0036] 스텝 S106에 있어서, 부정맥 검출 모델에 의해 심전도 신호를 검출하는 것에 의해 심전도 신호에 대응하는 검출 결과를 획득한다. 검출 결과는 부정맥 타입을 포함하고, 부정맥 타입은 예를 들면, 방실결절 빈맥(Nodal tachycardia), 동성 서맥(Sinus bradycardia), 조기 수축(Premature beat), 발작성 심실위 빈맥(Paroxysmal Supraventricular Tachycardia), 양방향 심실 빈맥(Paroxysmal ventricular tachycardia), 심방 조동(Atrial

flutter), 심방 세동(Atrial fibrillation) 등과 같은 타입을 포함한다. 다른 부정맥 타입에 대응하는 심전도 신호의 신호 특징이 상이하므로, 부정맥 검출 모델은 심전도 신호의 특징에 의해 부정맥 타입을 확정할 수 있다.

[0037] 본 발명의 상기 부정맥 검출 방법에 의해 검출 대기 심전도 신호를 미리 설정된 부정맥 검출 모델에 입력하는 한편 상기 부정맥 검출 모델에 의해 부정맥 타입이 포함된 검출 결과를 획득한다. 종래의 컨벌루션 뉴럴 네트워크 모델은 길이가 변하지 않는 심전도 신호가 아니면 부정맥을 검출할 수 없으므로, 유계성(Boundedness)이 강한 결점을 가지고 있다. 본 발명의 부정맥 검출 모델에는 컨벌루션 뉴럴 네트워크와 리커런트 뉴럴 네트워크가 포함되고, 리커런트 뉴럴 네트워크의 특징에 의해 길이가 상이한 심전도 신호를 검출할 수 있으므로, 부정맥 검출의 보편성(Universality)을 효율적으로 향상시킬 수 있다.

[0038] 실제의 응용에 있어서, 상기 부정맥 검출 모델을 타임 스테핑(Time stepping) 컨벌루션 뉴럴 네트워크 모델이라고도 할 수 있다. 본 발명의 구체적인 실시예에 있어서, 도 3을 참조하면, 이 도면은 다른 부정맥 검출 모델을 나타내는 도면이다. 도 3의 부정맥 검출 모델은 컨벌루션 서브 네트워크(상기 컨벌루션 뉴럴 네트워크이다)와 리커런트 서브 네트워크(상기 리커런트 뉴럴 네트워크이다)를 포함한다. 실제의 응용에 있어서, 도 3의 컨벌루션 서브 네트워크는 입력 신호에 대하여 컨벌루션 중첩과 비선형 변환(Nonlinear transform)을 하는 것에 의해 신호의 특징을 검출하고, 복수개의 특징 세그먼트로 구성된 타임 시리즈(Time series)를 형성한다. 각 특징 세그먼트에 대응하는 심전도 신호에서 특징을 검출한 후, 이것을 리커런트 서브 네트워크에 입력한다. 리커런트 서브 네트워크는, 타임 터레이션(Time iteration)에 의해 각 타이밍에 대응하는 특징 세그먼트를 획득하는 한편 이것을 입력으로 하는 것에 의해 리커런트 서브 네트워크 내부의 기억 상태를 갱신한다. 리커런트 서브 네트워크가 특징 타임 시리즈를 전부 읽어 낸 후, 리커런트 서브 네트워크의 말단 유닛은 신호 정보가 포함된 최종 상태에 의해 분류 결과를 출력할 수 있다.

[0039] 이해를 쉽게 하기 위하여 아래에서, 도 3에 표시된 본 실시예의 부정맥 검출 모델 중의 컨벌루션 뉴럴 네트워크의 작동 원리를 더 설명한다. 컨벌루션 뉴럴 네트워크는 복수개의 컨벌루션 층과 복수개의 풀링층(Pooling Layer)을 포함한다. 컨벌루션 층은 복수개의 컨벌루션 커널(Convolution kernel)로 입력 신호에 대하여 컨벌루션 처리를 하는 것에 의해 특징이 더 선명한 신호를 형성한다. 풀링층은 최대치에 대하여 풀링 처리를 한다. 즉 입력을 수신한 후 인접된 데이터에서 최대치를 출력하는 것에 의해 데이터의 규모를 저감할 수 있다. 도 3에 표시된 상기 컨벌루션 뉴럴 네트워크는 10개의 컨벌루션 층과 5개의 풀링층을 포함한다. 컨벌루션 층 뒤의 수치에 있어서, 앞의 수치는 컨벌루션 층에 사용되는 컨벌루션 커널의 사이즈를 나타내고, 뒤의 수치는 컨벌루션 층에 사용되는 컨벌루션 커널의 개수를 나타낸다. 컨벌루션 층 3~64의 예에 있어서, 3은 컨벌루션 층에 사용되는 컨벌루션 커널의 사이즈가 3인 것을 나타내고, 64는 컨벌루션 층에 사용되는 컨벌루션 커널의 개수가 64인 것을 나타낸다. 컨벌루션 층에서 컨벌루션 처리를 할 때, 컨벌루션 처리가 신호의 길이에 영향을 주는 것을 피하기 위하여, 신호의 양단에 제로를 입력할 수 있다 (숫자 시리즈로 심전도 신호를 나타내고, 숫자 시리즈의 양단에 제로를 입력할 수 있다). 이 방법에 의해 신호의 길이가 컨벌루션 층에 의해 변화되는 것을 피하고, 부정맥 검출의 정확성과 안정성을 진일보 확보할 수 있다. 실제의 응용에 있어서, 컨벌루션 커널의 개수가 증가되는 것에 의해 각 신호 포인트에 대응하는 특징이 증가되지만, 풀링층으로 신호 포인트의 수량을 저감하는 것에 의해 모델 중의 데이터 흐름을 유지하고, 정보가 각층에서 전송될 때 표시 방법이 상이한 것에 의해 정보의 분실이 발생하는 것을 방지할 수 있다. 주의 받고 싶은 것은 도 3에 나타내지는 컨벌루션 서브 네트워크의 구조는 본 발명의 예시에 지나지 않는 것이기 때문에 실제의 응용에서 수요에 따라 컨벌루션 서브 네트워크의 구조를 마음대로 변경시킬 수 있다.

[0040] 본 실시예에 있어서, 컨벌루션 층의 구체적인 내부 구조를 설명한다. 각 컨벌루션 층은 순서대로 접속된 컨벌루션 유닛, 비선형 변환 유닛 및 배치 정규화(Batch Normalization) 유닛을 포함한다. 컨벌루션 유닛은 컨벌루션 처리를 하고, 비선형 변환 유닛은 선형 정류 함수(Rectified Linear Unit)을 사용한다. 선형 정류 함수를 수정 선형 유닛이라고 하고, 이 선형정류 함수는 활성화 함수(Activation function)이다. 선형 정류 함수를 신경 세포(nerve cell)의 활성화 함수로 사용하고, 상기 신경 세포에 대하여 선형 변환을 한 후 비선형 출력의 결과를 정의한다. 선형 정류 함수는 컨벌루션 층에 비선형 변환을 도입하는 것에 사용되고, 이것에 의해 컨벌루션 뉴럴 네트워크는 특징을 표시하고 복잡한 변환을 검출하는 능력을 가지고 있다. 배치 정규화 유닛으로 훈련을 하는 과정에서, 수신한 입력 정보에 대하여 배치 정규화 처리를 하는 것에 의해, 컨벌루션 층의 출력 분포가 유사하는 것을 확보하고, 컨벌루션 커널의 파라미터를 보다 안정하게 갱신할 수 있다.

[0041] 아래에서 본 실시예의 부정맥 검출 모델 중의 리커런트 뉴럴 네트워크의 작동 원리를 더 설명한다. 리커런트 뉴럴 네트워크는 복수개의 장기단기 기억 유닛(Long short term memory unit)을 포함한다. 본 실시예에 있어서,

리커런트 뉴럴 네트워크는 3개의 장기단기 기억 유닛을 포함한다. 장기단기 기억 유닛은 종래의 정보를 기억하는 한편 시퀀스 데이터를 처리하는 것에 사용된다. 구체적인 실시예에 있어서, 각 장기단기 기억 유닛은 망각 게이트(Forget gate), 갱신 게이트 및 출력 게이트를 포함할 수 있다.

[0042] 장기단기 기억 유닛의 내부에 설치된 3개의 게이트 구조, 즉 망각 게이트, 갱신 게이트 및 출력 게이트에 의해 장기단기 기억 유닛의 내부 상태변량을 기억하거나 또는 갱신할 수 있다. 장기단기 기억 유닛은 그 내부의 상태변량에 의해 시퀀스 입력 중의 유효 정보를 기억하고, 상태를 갱신할 때마다 시퀀스 중의 조기 위치 정보에 의해 심전도 신호의 정보를 종합적으로 사용하는 목적을 실현할 수 있다. 본 실시예에 있어서, 3개의 장기단기 기억 유닛은 길이가 128, 32 및 9인 상태 변량을 구비하고, 뒤에 위치하는 장기단기 기억 유닛은 전부의 상태변량에 포함된 정보를 추출 귀납한다. 뒤에 위치하는 장기단기 기억 유닛은 최후 시각의 상태 변량을 출력하고, 이 출력을 네트워크의 출력으로 한다.

[0043] 망각 게이트는 전기 유닛 상태(즉 상기 상태 변량)의 어느 부분이 현재 시각까지 보류되는 가를 확정한다. 입력 게이트는 현재 시각의 네트워크의 입력 중의 어느 부분이 유닛 상태 보존되는 가를 확정한다. 장기단기 기억 유닛은 출력 게이트에 의해 유닛 상태의 어느 부분이 장기단기 기억 유닛에 출력되는 현재의 출력 값을 제어한다.

[0044] 상기 부정맥 검출 모델의 구조를 이해하기 위하여 도 4를 참조한다. 이 도면은 본 발명의 다른 부정맥 검출 방법을 나타내는 플로차트이다. 도 1과 비교하여 보면, 이 방법은 아래와 같은 스텝을 포함한다.

[0045] 스텝 S402에서 검출 대기 심전도 신호를 획득한다.

[0046] 스텝 S404에서 심전도 신호를 미리 설정된 부정맥 검출 모델에 입력한다. 부정맥 검출 모델은 순서대로 접속된 컨벌루션 뉴럴 네트워크와 리커런트 뉴럴 네트워크를 포함한다.

[0047] 스텝 S406에서 부정맥 검출 모델 중의 컨벌루션 뉴럴 네트워크로 심전도 신호에 대하여 컨벌루션 중첩과 비선형 변환을 하는 것에 의해 특징 타임 시리즈를 형성한다. 특징 타임 시리즈는 시간 차례로 배열되고 복수의 심전도 신호에서 추출된 특징 세그먼트를 포함한다.

[0048] 스텝 S408에 있어서, 리커런트 뉴럴 네트워크로 특징 타임 시리즈 중의 각 특징 세그먼트에 대하여 터레이션 처리를 하는 것에 의해 특징 타임 시리즈의 최종 상태를 확정하고, 이 특징 타임 시리즈의 최종 상태에 대하여 분리 처리를 하는 것에 의해 심전도 신호의 부정맥 타입을 확정한다. 리커런트 뉴럴 네트워크를 사용하는 것에 의해 시퀀스 데이터를 처리한다. 종래의 컨벌루션 뉴럴 네트워크 모델에 있어서, 모델의 입력층, 은폐층 및 출력층의 각층은 접속되지만, 각층의 노드 사이는 접속되지 않는다. 하기에 종래의 뉴럴 네트워크에 의해 많은 문제를 해결할 수 없다. 이것은 각 정보가 서로에 관련되어 있고, 컨벌루션 뉴럴 네트워크에 있어서 하나의 시리즈의 현재 출력은 앞 부분의 출력에 관련되어 있기 때문이다. 구체적인 실시예에 있어서, 리커런트 뉴럴 네트워크는 앞 부분의 정보를 기억하고 이것을 현재 출력의 계산에 사용한다. 즉 리커런트 뉴럴 네트워크의 각층에 있어서 인접되어 있는 노드는 접속되어 있으므로, 리커런트 뉴럴 네트워크는 임의의 길이를 가지고 있는 시퀀스 데이터를 처리할 수 있다. 종래 기술에서 상용하는 뉴럴 네트워크는 정보 전체의 특징을 추출하는 동시에 분류를 할 필요가 있지만, 본 실시예의 부정맥 검출 모델 중의 리커런트 뉴럴 네트워크에는 분석을 진행한 종래의 심전도 신호가 기억되어 있어, 결과를 계산할 때 획득한 새로운 정보 만을 처리할 수 있으므로, 계산량을 대폭 저감할 수 있다.

[0049] 본 발명의 상기 부정맥 검출 방법에 있어서, 검출 대기 심전도 신호를 미리 설정된 부정맥 검출 모델에 입력하고, 상기 부정맥 검출 모델에 의해 부정맥 타입이 포함된 검출 결과를 획득한다. 종래의 컨벌루션 뉴럴 네트워크 모델은 길이가 변하지 않는 심전도 신호가 아니면 부정맥을 검출할 수 없고, 또한 심전도 전체를 계산 할 필요가 있으므로, 계산이 복잡한 결점을 가지고 있다. 본 발명의 부정맥 검출 모델에는 컨벌루션 뉴럴 네트워크와 리커런트 뉴럴 네트워크가 포함되어 있고, 리커런트 뉴럴 네트워크의 특징에 의해 길이 상이한 심전도 신호를 검출할 수 있으므로, 부정맥 검출의 보편성을 효율적으로 향상시킬 수 있다. 또한, 본 발명에 종래의 심전도 신호가 기억되어 있으므로, 기억된 정보에 의해 훈련 뉴럴 네트워크가 소정된 처리를 할 때 계산량을 저감하고, 계산량과 메모리의 부담을 효율적으로 저감하고, 휴대장치에 이 방법을 쉽게 사용할 수 있다.

[0050] 본 발명의 실시예에 있어서, 부정맥 검출 모델의 훈련 과정을 제공한다. 도 5를 참조하면, 이 도면은 본 발명의 부정맥 검출 모델의 훈련 방법을 나타내는 플로차트이고, 이 방법은 아래와 같은 스텝을 포함한다.

[0051] 스텝 S502에서 훈련 신호를 획득한다.

[0052] 구체적인 실시예에 있어서, 먼저 최초의 심전도 신호를 획득한 후, 이 최초의 심전도 신호에 대하여 사전 처리

를 하는 것에 의해 훈련 신호를 획득한다. 사전 처리는 노이즈 처리, 가로방향 인장처리, 가로방향 압축처리 및 국부 커버링 처리 중의 일종 또는 다종을 포함할 수 있다.

[0053] 스텝 S504에서 훈련 신호를 훈련을 대기하고 있는 부정맥 검출 모델에 입력하고, 부정맥 검출 모델의 손실 함수에 의해 손실 함수값을 계산한다.

[0054] 스텝 S506에서 손실 함수값을 사용하고, 반대전파 알고리즘(Backpropagation algorithm) 방법에 의해 부정맥 검출 모델의 파라미터에 대하여 훈련을 하고, 손실 함수값이 소정값에 달하면 훈련을 정지시킨다.

[0055] 손실 함수값이 소정값에 달하면, 부정맥 검출 모델의 훈련이 끝난 것을 의미한다.

[0056] 이해를 쉽게 하기 위하여, 본 발명의 실시예에 있어서 훈련 신호의 형성 예를 더 설명한다. 상기 최초의 심전도 신호에 대하여 사전 처리를 하는 것에 의해 훈련 신호를 형성하는 스텝은 하기 일종 또는 다종의 실시방법을 참조할 수 있다.

[0057] (1) 노이즈 처리

[0058] 구체적인 실시예에 있어서, 미리 설정된 신호 대 잡음비(Signal-noise ratio)의 진폭(Amplitude)에 대응하는 랜덤 잡음(Random noise)을 최초의 심전도 신호에 입력하는 것에 의해 훈련 신호를 획득한다.

[0059] 훈련 신호에 대하여 노이즈 처리를 하는 원인은 검출 대기 사용자의 심전도 신호를 검출할 때 검출 방법에 유계성에 의해 채집된 심전도 신호에 노이즈(아래에서 화이트 노이즈를 예로 하여 설명한다)가 포함되는 것을 피할 수 없기 때문이다. 구체적인 응용에 있어서, 부정맥 검출 모델은 화이트 노이즈가 포함된 심전도 신호로 부정맥의 검출을 유효하게 진행하기 위하여, 부정맥 검출 모델로 훈련을 할 때, 본 실시예는 최초의 심전도 신호(즉 노이즈가 포함되지 않은 청정한 심전도 신호)에 대하여 노이즈 처리를 한다. 예를 들면 신호의 신호 대 잡음비를 산출하고, 신호 대 잡음비의 진폭에 대응하는 랜덤 화이트 노이즈를 최초의 심전도 신호에 입력하는 것에 의해 여러가지 화이트 노이즈의 전파 방해를 받는 최초의 심전도 신호의 새신호(즉 훈련 신호)를 형성한다. 노이즈가 포함된 훈련 신호에 의해 부정맥 검출 모델의 훈련을 할 때, 구체적인 응용 중의 부정맥 검출 모델이, 채집된 검출 대기 사용자의 심전도 신호의 노이즈 영향을 받는 것을 방지하고, 부정맥 검출 모델의 검출 결과의 정확성과 안정성을 향상시킬 수 있다.

[0060] (2) 가로방향 인장처리와 및/또는 가로방향 압축처리

[0061] 구체적인 실시예에 있어서, 미리 설정된 비례에 따라 최초의 심전도 신호에 대하여 가로방향 인장처리와 및/또는 가로방향 압축처리를 하는 것에 의해 훈련 신호를 획득한다.

[0062] 훈련 신호에 대하여 가로방향 인장처리와 및/또는 가로방향 압축처리를 하는 원인은 사용자의 심박수는 일정한 범위 내에서 변하고, 이 심박수는 사용자의 현시점의 건강 상태에 의해 결정되기 때문이다. 또한, 각 사용자의 심박수가 상이하기 때문이다. 일정한 범위의 인자(즉 소정된 비례)로 가로방향 인장처리 / 가로방향 압축처리, 즉 최초의 심전도 신호에 대하여 인장처리 / 압축처리를 하는 것에 의해 여러가지 심박수에 대응하는 심전도 신호(즉 훈련 신호)를 형성한다. 여러가지 심박수에 대응하는 심전도 신호에 의해 부정맥 검출 모델에 대하여 훈련을 할 경우, 부정맥 검출 모델로 여러가지 심박수에 대응하는 심전도 신호를 검출하는 효과를 향상시키고, 부정맥 검출 모델은 심박수의 영향을 받지 않는 파형 특징과 심박수 변이 등과 같은 특징을 효율적으로 검출할 수 있다.

[0063] (3) 국부 커버링 처리

[0064] 구체적인 실시예에 있어서, 최초의 심전도 신호에서 지속 시간이 소정된 시간보다 짧은 신호를 랜덤으로 검출하고, 최초의 심전도 신호에서 검출한 신호를 제로로 하는 것에 의해 훈련 신호를 획득한다.

[0065] 훈련 신호에 대하여 국부 커버링 처리를 하는 원인은 사용자의 심전도 신호를 검출할 때 신호 파동에 의해 접속 이탈이 발생할 우려가 있기 때문이다. 이상적인 모델은 신호의 부족에 의한 영향을 받지 않고, 신호 중의 특징을 유효를 랜덤으로 검출할 수 있다. 최초의 심전도 신호에서 검출된 신호를 제로로 하는 것에 의해 일부분의 신호가 부족한 효과를 획득할 수 있다. 예를 들면 각 심전도 신호에 있어서 지속 시간이 1.5 초 이하인 신호를 랜덤으로 검출하고, 이 신호를 제로로 하는 것에 의해 접속 이탈에 대응하는 신호를 형성한다. 일부분이 부족한 심전도 신호에 의해 부정맥 검출 모델에 대하여 훈련을 할 경우, 부정맥 검출 모델에 의해 일부분이 모자란 심전도 신호를 검출하는 효과를 향상시키고, 부정맥 검출 모델이 심전도 신호 중의 일부분의 신호(예를 들면 특징이 명확한 신호) 만을 검출하는 것을 피하고, 부정맥 검출 모델이 신호 특징 전체를 검출하는 것을 확보하고,

검출 효과를 향상시킬 수 있다.

[0066] 상기 훈련 신호의 생성 방법에 의해 부정맥 검출 모델의 훈련 데이터를 증강시키고, 최초의 심전도 신호에 대하여 일정한 정도의 변환을 하는 것에 의해 최초의 심전도 신호가 통일 데이터 분포에 포함되는 새 심전도 신호를 형성할 수 있다. 이 변환을 하는 목적은 아날로그 채집(Analogue acquisition)에 의해 획득된 실시 심전도 신호에 일정한 랜덤 특징이 포함되어 있기 때문이다. 증강된 데이터(즉 훈련 신호)에 의해 모델의 훈련을 할 때 학습 정확성을 대폭으로 향상시키고, 모델의 훈련을 확보하고, 모델로 부정맥을 검출하는 효과를 향상시킬 수 있다.

[0067] 실제 훈련을 할 때, 본 실시예의 부정맥 검출 모델에 의해 일대일의 훈련 방법을 실시할 수 있다. 즉 컨벌루션 뉴럴 네트워크와 리커런트 뉴럴 네트워크를 효율적으로 접속시키고, 네트워크의 접속과 촉진을 효율적으로 실시할 수 있다.

[0068] 부정맥 검출 모델의 검출 결과의 정확성과 안정성을 더 향상시키기 위하여, 부정맥 검출 모델의 훈련을 하는 과정에서, 정식화(Regularization)방법, 네트워크 접속 구조의 랜덤 제거 방법 및 라벨 간섭 방법 중의 일종 또는 다종에 의한 안정된 훈련 방법을 사용한다. 이해를 쉽게 하기 위하여 아래에서 상기 세 훈련 방법을 각각 설명한다.

[0069] (1) 정식화 방법

[0070] 뉴럴 네트워크 모델의 파라미터가 많으므로, 오버 피트 현상(Over-fit phenomena)이 용이하게 발생할 우려가 있다. 본 실시예의 모델로 훈련을 할 때 정식화 방법에 의해 오버 피트 현상을 방지할 수 있다. 정식화 방법은 L1 정식화 방법 또는 L2 정식화 방법 등을 사용할 수 있다. 모델 내의 파라미터의 제한에 의해 일부분의 파라미터가 모델 전체의 변화 방향을 인도하도록 갱신되는 것을 효율적으로 제어할 수 있다. 실제의 응용에 있어서, 모델 훈련을 할 때 손실 함수에 소정된 비례의 상기 파라미터의 평방을 첨가하는 것에 의해 내부 파라미터 유연성 제한을 형성하고, 모델 파라미터가 지나치게 커지는 가능성을 감소시키고, 모델의 안정된 훈련을 확보할 수 있다.

[0071] (2) 네트워크 접속 구조의 랜덤 제거 방법

[0072] 네트워크 접속 구조의 랜덤 제거 방법에 의해 뉴럴 네트워크 구조 중의 변하지 않는 일부분의 접속을 제거할 수 있다. 예를 들면 뉴럴 네트워크의 상층 컨벌루션 층과 하층의 컨벌루션 층 사이의 접속에 있어서 컨벌루션 층의 일부분의 필터를 정지시킬 수 있다. 이러한 네트워크 구조를 파괴하는 방법에 의해, 훈련을 할 때마다 여러가지 작은 네트워크 구조를 트레이닝할 수 있다. 이러한 랜덤 접속 방법에 의해 모델이 일부분의 접속에 강하게 의뢰하는 것을 피하고, 정리된 모델의 파라미터를 효율적으로 사용하는 것에 의해 안정된 모델을 획득할 수 있다.

[0073] (3) 라벨 간섭 방법

[0074] 모델을 트레이닝할 때 라벨 간섭 방법에 의해 틀림 라벨을 적당히 입력할 수 있다. 예를 들면 훈련 신호 A에 대응하는 정확한 라벨은 B이며, 훈련을 할 때 훈련 신호 A에 라벨 C를 첨가할 수 있다. 틀림 라벨을 첨가하는 방법(라벨 간섭 방법)을 사용할 경우, 작은 데이터 셋에 의해 모델의 훈련을 할 수 있다. 따라서, 훈련이 진행된 모델은 복수개의 추출후의 데이터셋에 의해 형성된 모델의 평균과 비슷하게 된다. 이 평균에 의해 안정된 모델을 획득할 수 있다.

[0075] 본 실시예의 상기 부정맥 검출 모델의 훈련 방법에 의해 모델의 안정된 훈련을 확보하고, 실제의 응용에서 검출 결과의 정확성과 안정성이 좋은 부정맥 검출 모델을 획득할 수 있다.

[0076] 본 발명의 모델로 실제 처리를 할 때, 여러가지 요구에 의해 정확율과 수시성을 자유롭게 조절할 수 있다. 예를 들면, 본 발명의 실시예에 관한 모델에 있어서, 최고의 정확율을 획득하기 위하여, 심전도 신호의 데이터 분포와 훈련 신호를 일치하게 하고, 모델을 트레이닝할 때 모델의 컨벌루션 층은 훈련 신호에 대응하는 데이터 시리즈의 양단에 제로를 첨가할 수 있다. 양단의 데이터 이외의 대부분의 데이터는 순수한 데이터이므로 제로를 첨가할 필요가 없다. 최고의 수시성을 획득하기 위하여, 모델은 모델의 컨벌루션 층의 계산에서 훈련 신호에 대응하는 데이터 시리즈의 양단에 제로를 첨가할 수 있다. 이럴 경우 컨벌루션 층은 단어의 예측과 갱신에 필요한 데이터의 길이에 영향을 주지 않는다. 심전도 신호는 복수개의 숫자 조합이며, 일련의 심전도 신호는 데이터 시리즈이다. 소정된 위치에 제로를 첨가하는 목적은 컨벌루션 처리를 확보하고, 컨벌루션 처리가 신호의 길이에 영향을 주는 것을 방지하는 것에 있다.

[0077] 본 실시예에 관한 상기 부정맥 검출 방법은 부정맥 검출 모델(타임 스테핑 컨벌루션 뉴럴 네트워크라고도 함)을

사용하고, 컨벌루션 뉴럴 네트워크와 리커런트 뉴럴 네트워크를 포함하므로 길이가 상이한 심전도 신호에 적용할 수 있고(즉 여러가지 가변 심전도 신호를 사용할 수 있다), 심전도 신호 중의 특징을 자동적으로 검출하는 동시에 종합적으로 사용할 수 있다. 또한, 부정맥 검출 모델은 수시 처리를 하는 것에 의해 본 실시예의 부정맥 검출 모델 중의 리커런트 뉴럴 네트워크에는 이미 분석된 종래의 심전도 신호가 기억되어 있고, 결과를 계산할 때 획득한 새로운 정보 만을 처리할 수 있으므로 계산량을 대폭 저감할 수 있다. 다른 뉴럴 네트워크에 의해 정보 전체의 특징을 추출하는 동시에 분류하는 종래의 기술과 비교하여 보면, 본 실시예의 부정맥 검출 모델은 계산량을 대폭 저감하고, 신호가 증가되어도 수시 처리를 할 수 있으므로, 수시 처리장소에 사용할 수 있다. 종래의 컨벌루션 뉴럴 네트워크와 비교하여 보면, 본 실시예의 모델은 메모리의 부담을 대폭 저감하고, 이 방법을 휴대장치에 사용할 수 있다.

[0078] 상기 부정맥 검출 모델은 가변 심전도 신호 중의 국부 특징(예를 들면 심전도 신호 중의 한 파형)과 전부 특징(예를 들면 심박수와 심박수 변이 등)을 전면적으로 충분하게 검출할 수 있으므로, 검출 효과가 좋고, 메모리를 많이 차지하지 않고, 수시 처리를 할 때 계산의 부담이 적은 이점을 가지고 있으므로, 병원의 간호, 사용자의 자기 간호 등과 같은 심전도 신호를 자동적으로 분석하는 분야에 있어서 양호한 적용성을 가질 수 있다.

[0079] 본 실시예에 관한 부정맥 검출 모델의 효과를 검출하기 위하여, 본 발명은 테스트에 의해 획득한 데이터를 제공한다. 8 가지의 부정맥과 정상인 부정맥에 기재되는 바와 같이, 본 발명은 77.3%의 평균 정확율을 획득할 수 있다. 길이가 상이한 신호가 입력된 VGG16 모델(즉 종래의 검출 모델) 중의 최적 결과와 비교하여 보면, 본 발명의 타임 스테핑 컨벌루션 뉴럴 네트워크(즉 부정맥 검출 모델)는 6% 이상의 에러율을 저감할 수 있다. 소정된 부정맥 타입, 예를 들면 심방성 조기수축(Atrial premature beat), 심실성 조기수축(Premature ventricular beat)의 정확율을 효율적으로 향상시킬 수 있다. 구체적으로, 심방성 조기수축과 심실성 조기수축의 정확율을 각각 22%와 13% 이상 향상시키고, 그 결과는 표 1에 표시된 바와 같다.

[0080] 표1, 종래의 컨벌루션 뉴럴 네트워크와 타임 스테핑 컨벌루션 뉴럴 네트워크의 부정맥 검출 성능

타입	정확율				테스트 예의 수량
	VGG16 (6초 입력)	VGG16 (12초 입력)	VGG16 (30초 입력)	타임 스테핑 컨벌루션 뉴럴 네트워크	
정상	0.694	0.708	0.659	0.759	91
심장세동	0.811	0.787	0.787	0.807	110
1도 방실 차단	0.812	0.754	0.800	0.855	70
좌각 차단	0.714	0.727	0.634	0.844	21
우각 차단	0.824	0.783	0.802	0.837	169
심방성 조기수축	0.378	0.468	0.319	0.606	57
심실성 조기수축	0.576	0.605	0.491	0.712	65
ST 세그먼트 저감	0.667	0.698	0.687	0.742	83
ST 세그먼트 증가	0.483	0.438	0.214	0.556	19
평균					
정확도	0.717	0.709	0.678	0.775	
센시빌리티	0.710	0.706	0.675	0.775	685
정확율	0.711	0.706	0.675	0.773	

[0081]

[0082] 아래에서 계산에 의해 본 발명의 타임 스테핑 컨벌루션 뉴럴 네트워크 모델의 파라미터 수량을 획득한다. 컨벌루션 층의 파라미터를 산출하여 보면, 타임 스테핑 컨벌루션 뉴럴 네트워크 모델의 파라미터 수량은 VGG16 모델

의 파라미터 수량의 절반이며, 산출의 과정은 표 2에 표시된 바와 같다.

[0083] 본 발명의 사항에는 FC 층이 포함되지 않으므로 본 발명의 타임 스테핑 컨벌루션 뉴럴 네트워크 모델은 컨벌루션 층과 장기단기 기억 유닛 중의 파라미터를 중복하여 사용하는 것으로 의해 사용되는 파라미터 수량을 대폭 저감할 수 있다.

[0084] 표2, 종래의 컨벌루션 뉴럴 네트워크와 타임 스테핑 컨벌루션 뉴럴 네트워크의 파라미터 수량을 비교한 결과

층		파라미터 계산식		파라미터 개수	
VGG16	타임 스테핑 컨벌루션 뉴럴 네트워크	VGG16	타임 스테핑 컨벌루션 뉴럴 네트워크	VGG16	타임 스테핑 컨벌루션 뉴럴 네트워크
컨벌루션 층 3-64		12× 64× 3		2304	
컨벌루션 층 3-64		64× 64× 3		12,288	
컨벌루션 층 3-128		64× 128× 3		24,576	
컨벌루션 층 3-128		128× 128× 3		49,152	
컨벌루션 층 3-256		128× 256× 3		98,304	
컨벌루션 층 3-256		256× 256× 3		196,608	
컨벌루션 층 3-256		256× 256× 3		196,608	
컨벌루션 층 3-512		256× 512× 3		393,216	
컨벌루션 층 3-512		512× 512× 3		786,432	
컨벌루션 층 3-512		512× 512× 3		786,432	
컨벌루션 층 3-512		512× 512× 3		786,432	
컨벌루션 층 3-512		512× 512× 3		786,432	
컨벌루션 층 3-512		512× 512× 3		786,432	
FC 층 1024	장기단기 기억 유닛 128	512× 12× 1024	(512+128)× 128 × 4	6,291,456	327,680
FC 층 256	장기단기 기억 유닛 32	1024× 256	(128+32)× 32× 4	262,144	20,480
FC 층 9	장기단기 기억 유닛 9	256× 9	(32+9)× 9× 4	2,304	1,476
총계				11,461,120	5,254,852

[0085]

[0086] 표 2에 표시된 바와 같이, 종래의 컨벌루션 뉴럴 네트워크 VGG16의의 파라미터 수량은 11,461,120개이며, 본 발명의 타임 스테핑 컨벌루션 뉴럴 네트워크의 파라미터 수량은 5,254,852이고, 본 발명의 파라미터 수량이 종래의 파라미터 수량보다 많이 적은 것을 알 수 있다.

[0087] 상술한 바와 같이 본 발명의 부정맥 검출 방법에서 타임 스테핑 컨벌루션 뉴럴 네트워크를 사용하는 것에 의해 아래와 같은 발명의 효과를 획득할 수 있다.

[0088] (1) 가변 심전도 신호에 적용하는 것에 의해 심전도 데이터베이스에 적용시킬 수 있다.

[0089] (2) 심전도 신호를 명확히 구분할 필요가 없으므로, 심전도 기록 중의 모든 특징과 국부 특징을 종합적으로 사용할 수 있다.

[0090] (3) 컨벌루션 뉴럴 네트워크와 리커런트 뉴럴 네트워크가 포함된 것에 의해, 파라미터의 수량을 대폭 저감

하고, 모델에 설치된 메모리의 부담을 저감할 수 있다.

[0091] (4) 수시 처리를 할 수 있고, 수시 처리의 해결 방법에서 리커런트 뉴럴 네트워크에 기억되어 있는 전기 상태정보를 사용하는 것에 의해 계산량을 대폭 저감할 수 있다.

[0092] 본 발명의 실시예에 있어서 상기 부정맥 검출 방법에 대응하는 부정맥 검출 장치를 더 제공한다. 상기 부정맥 검출 장치는 전자장치의 처리장치측에 설치된다. 도 6을 참조하면, 이 도면은 부정맥 검출 장치의 구조를 나타내는 구성도이다. 상기 부정맥 검출 장치는 신호 획득 모듈 602, 모델 입력 모듈 604 및 모델 검출 모듈 606을 포함한다.

[0093] 신호 획득 모듈 602은 검출 대기 심전도 신호를 획득하도록 설치된다.

[0094] 모델 입력 모듈 604은 심전도 신호를 미리 설정된 부정맥 검출 모델에 입력하도록 설치된다. 부정맥 검출 모델은 순서 대로 접속된 컨벌루션 뉴럴 네트워크와 리커런트 뉴럴 네트워크를 포함한다. 구체적인 실시예에 있어서, 컨벌루션 뉴럴 네트워크는 복수개의 컨벌루션 층과 복수개의 풀링층을 포함한다. 각 컨벌루션 층은 순서대로 접속된 컨벌루션 유닛, 비선형 변환 유닛 및 배치 정규화 유닛을 포함한다. 리커런트 뉴럴 네트워크는 복수개의 장기단기 기억 유닛을 포함하고, 각 장기단기 기억 유닛은 망각 게이트, 갱신 게이트 및 출력 게이트를 포함한다.

[0095] 모델 검출 모듈 606은 부정맥 검출 모델로 심전도 신호를 검출하는 것에 의해 심전도 신호에 대응하는 검출 결과를 획득하도록 설치된다. 검출 결과는 부정맥 타입을 포함한다.

[0096] 본 발명의 상기 부정맥 검출 장치는 검출 대기 심전도 신호를 미리 설정된 부정맥 검출 모델에 입력하고, 상기 부정맥 검출 모델에 의해 부정맥 타입이 포함된 검출 결과를 획득한다. 종래 기술의 컨벌루션 뉴럴 네트워크 모델은 길이가 변하지 않는 심전도 신호가 아니면 부정맥을 검출할 수 없으므로, 유계성이 강한 결점을 가지고 있다. 본 발명의 부정맥 검출 모델에는 컨벌루션 뉴럴 네트워크와 리커런트 뉴럴 네트워크가 포함되어 있고, 리커런트 뉴럴 네트워크의 특징에 의해 길이가 상이한 심전도 신호를 검출할 수 있으므로 부정맥 검출의 보편성을 효율적으로 향상시킬 수 있다.

[0097] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 모델 검출 모듈은 특징 검출 유닛과 타입 확정 유닛을 포함한다.

[0098] 특징 검출 유닛은 컨벌루션 뉴럴 네트워크로 입력된 심전도 신호의 특징을 검출하는 것에 의해 심전도 신호의 특징정보를 획득하고, 이 특징정보를 리커런트 뉴럴 네트워크에 입력하도록 설치된다.

[0099] 타입 확정 유닛은 리커런트 뉴럴 네트워크로 입력된 특징정보에 대하여 분류 처리를 하는 것에 의해 심전도 신호의 부정맥 타입을 확정하도록 설치된다.

[0100] 상기 특징 검출 유닛은 컨벌루션 뉴럴 네트워크가 심전도 신호에 대하여 컨벌루션 중첩과 비선형 변환을 하는 것에 의해 특징 타임 시리즈를 형성하도록 설치된다. 특징 타임 시리즈는 시간 차례로 배열되고 복수의 심전도 신호에서 추출된 특징 세그먼트를 포함한다.

[0101] 상기 타입 확정 유닛은 리커런트 뉴럴 네트워크가 특징 타임 시리즈 중의 각 특징 세그먼트에 대하여 터레이션 처리를 하는 것에 의해 특징 타임 시리즈의 최종 상태를 확정하고, 이 특징 타임 시리즈의 최종 상태에 대하여 분리 처리를 하는 것에 의해 심전도 신호의 부정맥 타입을 확정하도록 설치된다.

[0102] 본 발명의 실시예에 있어서 상기 부정맥 검출 모델의 훈련 장치를 더 제공한다. 상기 훈련 장치는 순서대로 접속된 훈련 신호 획득 모듈, 손실계산 모듈 및 훈련 모듈을 포함한다.

[0103] 훈련 신호 획득 모듈은 훈련 신호를 획득하도록 설치된다.

[0104] 손실 계산 모듈은 훈련 신호를 훈련을 대기하고 있는 부정맥 검출 모델에 입력하고, 미리 설정된 부정맥 검출 모델의 손실 함수에 의해 손실 함수값을 계산하도록 설치된다.

[0105] 훈련 모듈은 손실 함수값을 사용하고, 반대전파 알고리즘 방법에 의해 부정맥 검출 모델의 파라미터에 대하여 훈련을 하고, 손실 함수값이 소정값에 달하면 훈련을 정지시키도록 설치된다.

[0106] 상기 훈련 신호 획득 모듈은 최초의 심전도 신호를 획득한 후 이 최초의 심전도 신호에 대하여 사전 처리를 하는 것에 의해 훈련 신호를 형성하도록 설치된다. 사전 처리는 노이즈 처리, 가로방향 인장처리, 가로방향 압축처리 및 국부 커버링 처리 중의 일종 또는 다종을 포함한다.

[0107] 최초의 심전도 신호에 대하여 노이즈 처리를 할 때 상기 최초의 심전도 신호에 미리 설정된 신호 대 잡음비의

진폭에 대응하는 랜덤 잡음을 입력하는 것에 의해 훈련 신호를 획득한다.

[0108] 최초의 심전도 신호에 대하여 가로방향 인장처리와 및/또는 가로방향 압축처리를 할 때, 미리 설정된 비례에 의해 상기 최초의 심전도 신호에 대하여 가로방향 인장처리와 및/또는 가로방향 압축처리를 하는 것에 의해 훈련 신호를 획득한다.

[0109] 최초의 심전도 신호에 대하여 국부 커버링 처리를 할 때 상기 최초의 심전도 신호에 있어서 지속 시간이 소정된 시간보다 짧은 신호를 랜덤으로 검출하고, 상기 최초의 심전도 신호에서 검출한 신호를 제로로 하는 것에 의해 훈련 신호를 획득한다.

[0110] 본 실시예의 부정맥 검출 장치의 작동 원리 및 그의 발명의 효과는 상기 실시예와 비슷하므로 부정맥 검출 장치의 실시예에서 설명하지 않는 부분은 상기 실시예의 사항을 참조할 수 있다. 이것에 의해 설명을 간단하게 할 수 있다.

[0111] 본 발명의 실시예에 있어서 전자장치를 더 제공한다. 전자장치는 기억장치와 처리장치를 포함하고, 기억장치에는 처리장치가 상기 임의의 한 부정맥 검출 방법을 실시하는 것을 제어하는 프로그램이 기억되고, 처리 장치는 기억장치에 기억된 프로그램을 실시하도록 설치된다. 상기 전자장치는 컴퓨터, 휴대전화 또는 착용식 심장모니터 등일 수 있다.

[0112] 본 발명의 실시예에 있어서 컴퓨터 기억 매체를 더 제공한다. 이 컴퓨터 기억 매체는 상기 임의의 한 부정맥 검출 장치에 사용할 수 있는 컴퓨터 소프트웨어 인스트럭션(Software instruction)을 기억하도록 설치된다.

[0113] 본 발명은 상기 부정맥 검출 방법에 대응하는 전자장치를 제공한다. 도 7은 전자장치의 구조를 나타내는 도면이며, 도 7을 참조하면, 상기 전자장치는 처리 장치 70, 메모리 71, 버스 라인 72 및 통신 인터페이스(Communication interface) 73를 포함한다. 처리 장치 70, 통신 인터페이스 73 및 메모리 71는 버스 라인 72에 의해 접속되고, 처리 장치 70는 메모리 71에 기억된 실시 가능한 모듈 예를 들면 컴퓨터 프로그램을 실행한다.

[0114] 메모리 71는 고속 랜덤 액세스 메모리(RAM: Random Access Memory)를 포함하거나 또는 불휘발성 메모리(Non-volatile memory) 예를 들면 적어도 하나의 자기 디스크 메모리를 더 포함할 수 있다. 적어도 하나의 통신 인터페이스 73 (무선 또는 유선일 수 있다)에 의해 네트워크 엘리먼트(Network element)와 다른 적어도 하나의 네트워크 엘리먼트 사이의 통신을 실행할 수 있다. 통신 수단으로서, 인터넷, 광역 통신망(Wide Area Network), 근거리 통신망, 대도시 통신망(Metropolitan area network)을 사용할 수 있다.

[0115] 버스 라인 72은 ISA 버스 라인, PCT 버스 라인 또는 EISA 버스 라인 등일 수 있다. 상기 버스 라인을, 어드레스 버스 라인, 데이터 버스 라인, 제어 버스 라인 등으로 분류할 수 있다. 표시를 간단하게 하기 위하여, 도 7에 있어서 하나의 두 방향 화살표로 이 버스 라인 들을 표시했지만, 도면에 두 방향 화살표는 하나의 버스 라인 또는 한 가지 종류의 버스 라인 만을 나타내는 것은 아니다.

[0116] 메모리 71 프로그램을 기억하는 것에 사용된다. 상기 메모리 71는 실행 인스트럭션을 수신한 후 상기 프로그램을 실행한다. 본 발명의 임의의 한 실시예의 방법을 처리장치 70에 사용하거나 또는 처리장치 70로 실시할 수 있다.

[0117] 처리장치 70는 신호 처리 기능을 가지고 있는 집적회로 팁일 수 있다. 본 발명을 실시할 때 상기 방법의 각 스텝은 처리장치 70 내의 하드웨어와 같은 집적 논리 회로 또는 소프트웨어와 같은 지령에 의해 실시될 수 있다. 상기 처리장치 70는 중앙 처리장치(Central Processing Unit, CPU라고 약칭), 네트워크 프로세서(Network Processor, NP라고 약칭) 등과 같은 범용 프로세서이거나 또는 디지털 신호 프로세서(Digital Signal Processor, DSP라고 약칭), 특정 용도에 적용되는 집적회로(Application Specific Integrated Circuit, ASIC라고 약칭), 필드 프로그램 가능 게이트 어레이(Field Programmable Gate Array, FPGA라고 약칭) 또는 다른 프로그램 가능한 논리 디바이스, 디스크리트 게이트 또는 트랜지스터 로직 장치, 디스크리트 하드웨어 부품일 수 있다. 이것들에 의해 본 발명의 각 실시형태의 방법, 스텝 및 로직 블록도를 실시 또는 실행할 수 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서이고, 이 프로세서는 종래의 상용 프로세서 등일 수 있다. 본 발명의 실시형태에 관한 방법의 스텝은 하드웨어 형태의 디코딩 프로세서에 의해 실행되거나 또는 디코딩 프로세서 중의 하드웨어와 소프트웨어 모듈의 조합에 의해 직접 실행될 수 있다. 소프트웨어 모듈은, 랜덤 액세스 메모리, 플래시 메모리, 판독 전용 메모리, 프로그래머블 판독 전용 메모리 또는 전기적 소거 가능한 프로그램 가능한 메모리, 레지스터 등과 같은 본 기술분야에서 상용하는 기억 매체 내에 설치될 수 있다. 상기 기억 매체는 메모리 71에 설치되고, 처리 장치 70는 메모리 71내의 정보를 판독하고 하드웨어와 연동하는 것에 의해 상기 실시형태의 방법 중의 스

텝을 실시할 수 있다.

[0118] 이 기술분야의 기술자는 전자장치의 구체적인 작동 과정에 관하여 부정맥 검출 방법의 과정을 참조할 수 있으므로 여기에서 이것을 다시 설명하지 않는다. 이것에 의해 설명을 간단하게 할 수 있다.

[0119] 본 발명의 실시형태에 있어서, 부정맥 검출 방법, 장치, 전자장치, 소정된 컴퓨터 프로그램이 기억된 컴퓨터 기억 매체, 컴퓨터 프로그램의 프로그램 코드가 기억된 컴퓨터 기억 매체를 제공한다. 상기 프로그램 코드에 의해 상기 실시예의 방법을 실시할 수 있고, 그의 구체적인 내용은 상기 방법 실시형태를 참조할 수 있기에 여기에서 다시 설명하지 않는다.

[0120] 본 발명의 기술적 사항에 있어서, 순서대로 접속된 컨벌루션 뉴럴 네트워크와 리커런트 뉴럴 네트워크가 포함된 부정맥 검출 모델을 사용하고, 길이가 상이한 심전도 신호를 검출하는 것에 의해 부정맥을 검출할 수 있으므로 부정맥 검출의 보편성을 효율적으로 향상시킬 수 있다.

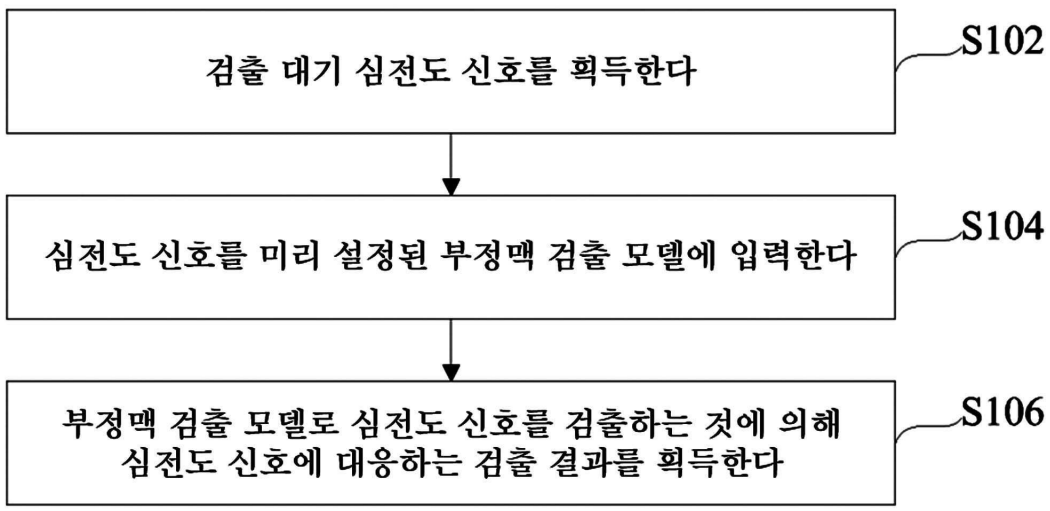
[0121] 본 발명의 실시예에 있어서, 특별한 설명이 없는 한 「장착」, 「연결」, 「접속」이라고 하는 용어는 고정 연결되거나 또는 탈착 가능하게 연결되거나 또는 일체로 연결되는 것, 기계적으로 연결되거나 또는 전기접속되는 것, 직접 연결되거나 또는 중앙의 부품에 의해 간접적으로 연결되거나 또는 두 부품의 내부가 연결되는 것을 의미한다. 이 기술분야의 기술자는 본 발명의 사항에 의해 상기 용어의 의미를 구체적으로 이해할 수 있다.

[0122] 상기 기능은 소프트웨어 유닛과 같은 제품에 의해 실시될 수 있고, 소프트웨어 유닛을 독립의 제품으로서 판매 또는 사용할 때 이것을 컴퓨터 판독이 가능한 기억 매체에 기억시킬 수 있다. 본 발명의 기술적 사항, 본 발명의 효과를 획득할 수 있는 특별한 기술적 특징 또는 본 발명의 일부분 기술적 사항은 소프트웨어와 같은 제품에 의해 실시될 수 있다. 상기 컴퓨터 소프트웨어는 기억 매체에 기억되고 몇 가지의 지령을 포함하는 것에 의해 컴퓨터 장치(컴퓨터, 서버 또는 네트워크 디바이스 등)가 본 발명의 각 실시형태에 따른 방법의 모두 또는 일부분의 스텝을 실시하도록 할 수 있다. 상기 기억 매체는, USB 플래시 드라이브 디스크, 모바일 하드 디스크, 판독 전용 메모리(ROM, Read-Only Memory), 랜덤 액세스 메모리(RAM, Random Access Memory), 자기 디스크 또는 광디스크 등과 같은 프로그램 코드를 기억시킬 수 있는 여러가지 매체일 수 있다.

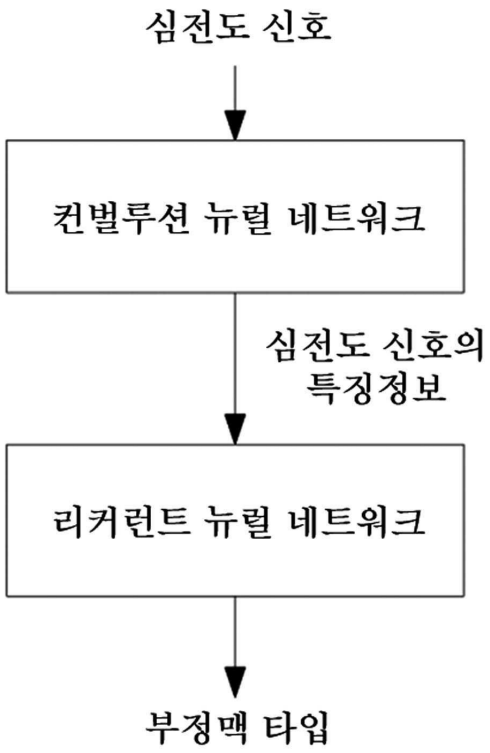
[0123] 마지막으로 설명하고 싶은 것은 상기 실시예는 본 발명의 구체적인 실시형태에 지나치지 않는 것이다. 구체적으로 상기 실시형태는 본 발명의 기술적 사항을 설명하기 위한 것이고, 본 발명의 기술적 범위를 제한하는 것은 아니기에, 본 발명은 상기 실시예의 구성에만 한정되는 것은 아니다. 주의 받고 싶은 것은 상기 실시예에 의해 본 발명을 상세하게 설명하여 왔지만, 본 기술분야의 상용기술을 파악하고 있는 기술자는 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위 내에서 상기 실시예에 기재되어 있는 기술적 사항을 개량 또는 변경하거나 또는 일부분의 기술적 특징을 대체할 수 있다. 이러한 개량, 변경 또는 대체는 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위 내에 실시된 것이고 이것 들이 본 발명에 포함되는 것은 물론이다. 즉 본 발명의 기술적 범위는 특허청구의 범위가 결정한 것을 기준으로 한다.

도면

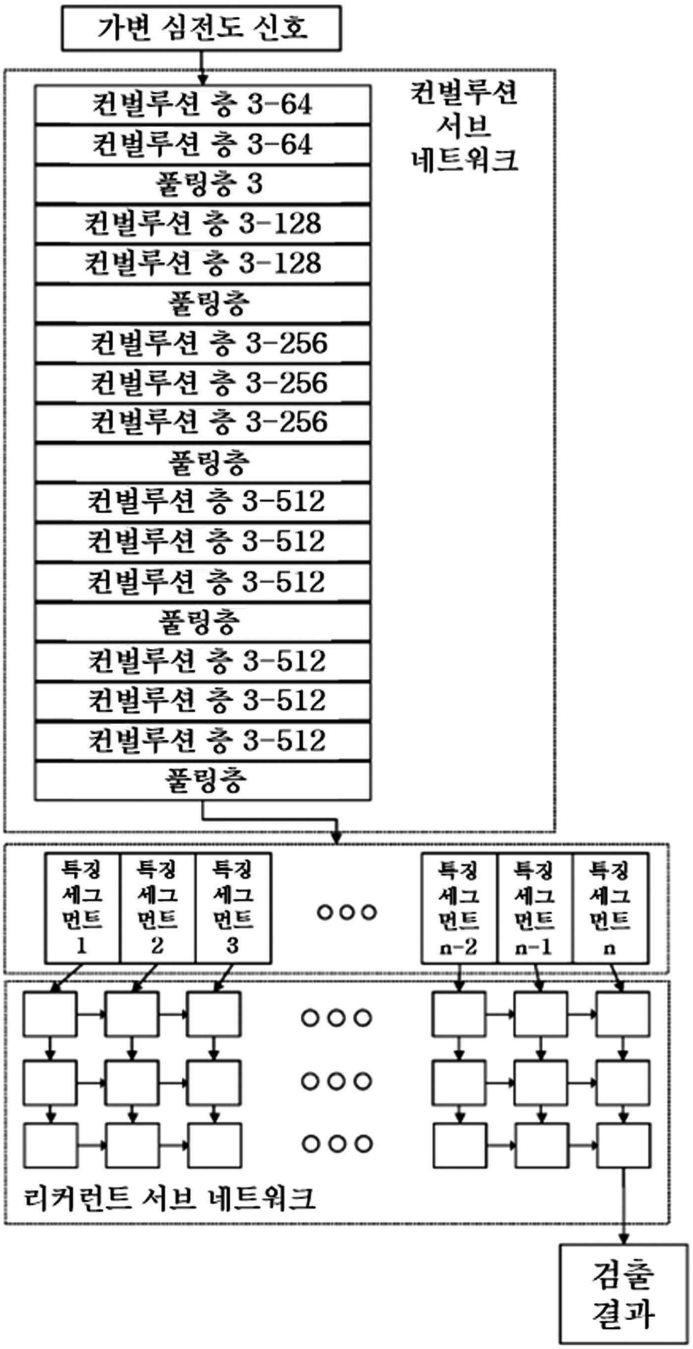
도면1



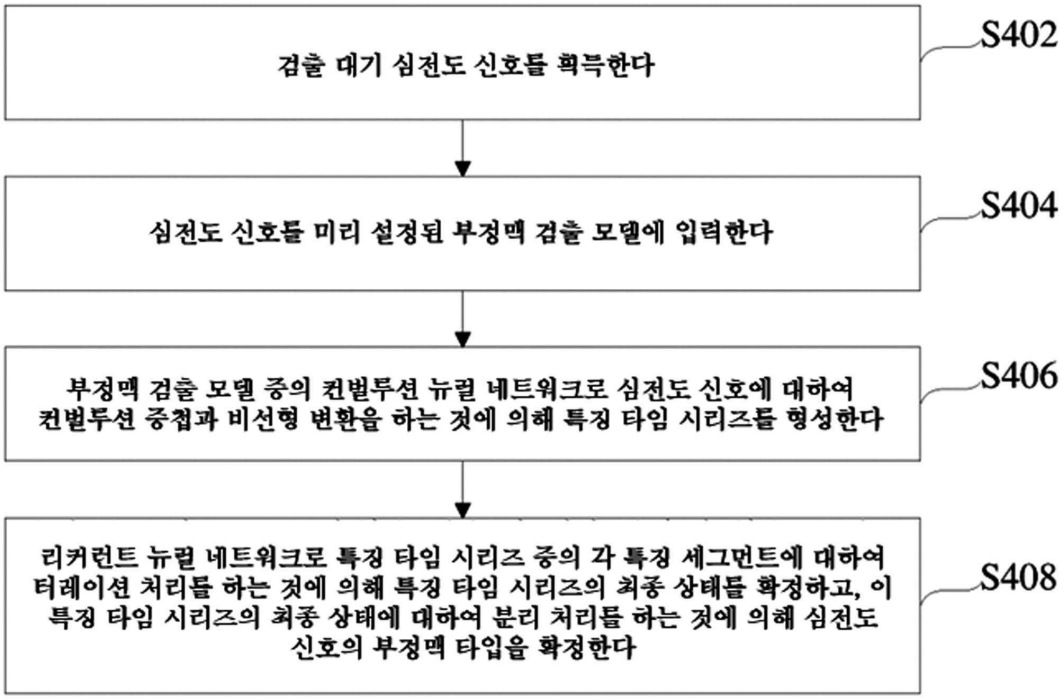
도면2



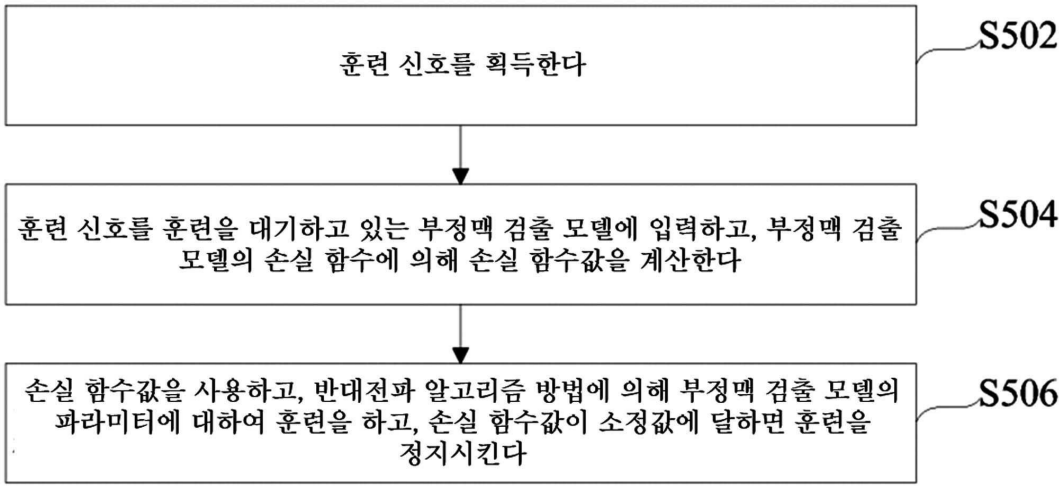
도면3


가변 심전도 신호
컨벌루션 층 3-64
컨벌루션 층 3-64
풀링층 3
컨벌루션 층 3-128
컨벌루션 층 3-128
풀링층
컨벌루션 층 3-256
컨벌루션 층 3-256
컨벌루션 층 3-256
풀링층
컨벌루션 층 3-512
컨벌루션 층 3-512
컨벌루션 층 3-512
풀링층
컨벌루션 층 3-512
컨벌루션 층 3-512
컨벌루션 층 3-512
풀링층
컨벌루션 서브 네트워크
특징 세그먼트 1
특징 세그먼트 2
특징 세그먼트 3
특징 세그먼트 n-2
특징 세그먼트 n-1
특징 세그먼트 n
리커런트 서브 네트워크
검출 결과

도면4


검출 대기 심전도 신호를 획득한다
S402
심전도 신호를 미리 설정된 부정맥 검출 모델에 입력한다
S404
부정맥 검출 모델 중의 컨벌루션 뉴럴 네트워크로 심전도 신호에 대하여 컨벌루션 중첩과 비선형 변환을 하는 것에 의해 특징 타임 시리즈를 형성한다
S406
리커런트 뉴럴 네트워크로 특징 타임 시리즈 중의 각 특징 세그먼트에 대하여 터레이션 처리를 하는 것에 의해 특징 타임 시리즈의 최종 상태를 확정하고, 이 특징 타임 시리즈의 최종 상태에 대하여 분리 처리를 하는 것에 의해 심전도 신호의 부정맥 타입을 확정한다
S408

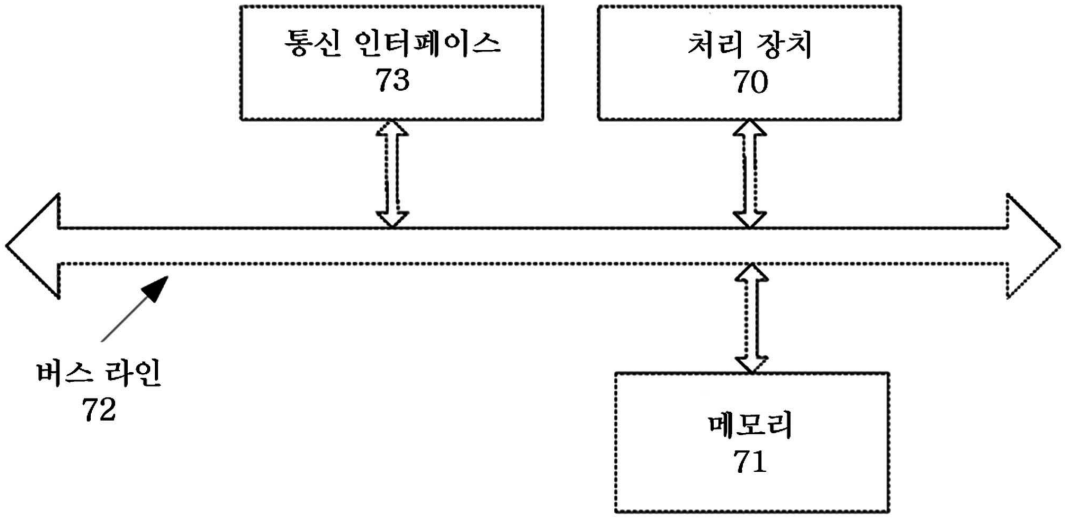
도면5


훈련 신호를 획득한다
S502
훈련 신호를 훈련을 대기하고 있는 부정맥 검출 모델에 입력하고, 부정맥 검출 모델의 손실 함수에 의해 손실 함수값을 계산한다
S504
손실 함수값을 사용하고, 반대전파 알고리즘 방법에 의해 부정맥 검출 모델의 파라미터에 대하여 훈련을 하고, 손실 함수값이 소정값에 달하면 훈련을 정지시킨다
S506

도면6


신호 획득 모듈 602
모델 입력 모듈 604
모델 검출 모듈 606

도면7


통신 인터페이스
73
처리 장치
70
버스 라인
72
메모리
71