



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년11월05일
(11) 등록번호 10-2321661
(24) 등록일자 2021년10월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/22 (2018.01) G08B 21/02 (2006.01)
G16H 10/60 (2018.01) G16H 50/30 (2018.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/22 (2021.08)
G08B 21/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0108603
(22) 출원일자 2020년08월27일
심사청구일자 2020년08월27일
(30) 우선권주장
1020200071654 2020년06월12일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020060117546 A*
KR1020170064960 A*
KR101534131 B1*
KR1020180063440 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
김동주
서울특별시 강남구 압구정로 201, 82동 1106호(압구정동, 현대아파트)
김영탁
충청남도 논산시 체육로 48-6, 103동 302호(내동, 동신아파트)
김현지
서울특별시 종로구 평창길 3(평창동)
(74) 대리인
김연권

전체 청구항 수 : 총 15 항

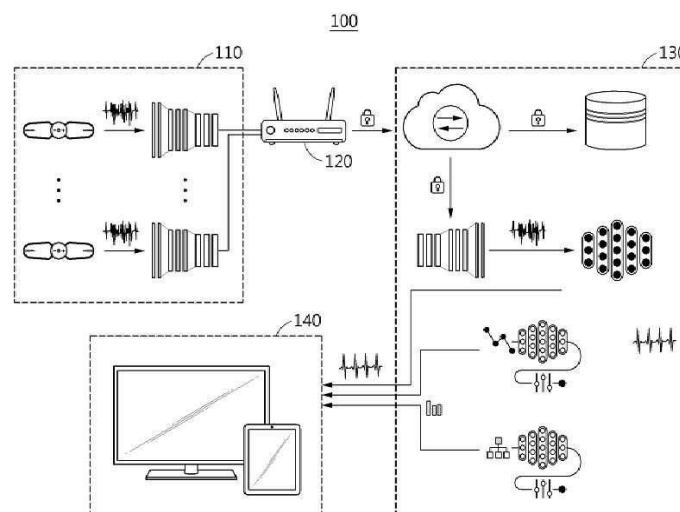
심사관 : 진상범

(54) 발명의 명칭 심장 상태 감지 센서 장치 및 이를 이용한 심장 상태 모니터링 방법

(57) 요약

본 발명은 심장 상태 감지 센서 장치를 이용하여 측정된 생체신호를 분석하여 심장 상태를 모니터링하는 기술적 사상에 관한 것으로, 본 발명의 일실시예에 따른 심장상태 모니터링 방법은 사용자로부터 심전도 신호를 측정하고, 상기 측정된 심전도 신호의 시간 도메인(time domain)을 기계학습하여 특징 정보를 추출하며, 상기 추출된 특징 정보를 기계학습하여 복수의 심장이상 종류 모델을 결정하고, 상기 결정된 복수의 심장이상 종류 모델에 대한 구분 정확도를 계산하며, 상기 계산된 정확도에 기반하여 상기 결정된 심장이상 종류 모델과 공개된 심혈관계 질환 데이터를 이용하여 상기 사용자의 심혈관계 질환을 결정함에 따라 의료 진단을 보조하는 기술에 관한 것이다.

대표도



(52) CPC특허분류

G16H 10/60 (2021.08)

G16H 50/30 (2018.01)

명세서

청구범위

청구항 1

심장상태 감지 센서 장치와 연동하여 사용자의 상태 정보를 제공하는 서버에 있어서,

사용자로부터 측정된 심전도 신호를 포함하는 생체신호가 포함된 모니터링 정보를 수집하는 모니터링 정보 수집부;

상기 수집된 모니터링 정보에 포함된 심전도 신호를 추출하는 신호 추출부;

기 저장된 인공지능 기계학습 알고리즘에 기반하여 상기 추출된 심전도 신호의 시간 표준화된 이미지로의 변환을 통한 형태학적 정보를 특징 정보로 추출하고, 상기 추출된 특징 정보를 이용하여 복수의 심장이상 종류 모델을 빈맥 모델, 서맥 모델, 심방세동 모델, 좌각차단 모델, 우각차단 모델, 심방조기수축 모델, 심실조기수축 모델, 심정지 모델 및 정상 심장상태 모델 중 적어도 하나의 모델로 결정하며, 상기 결정된 복수의 심장이상 종류 모델에 대한 구분 정확도를 계산하고, 상기 계산된 정확도에 기반하여 상기 결정된 심장이상 종류 모델과 공개된 심혈관계 질환 데이터를 이용하여 상기 사용자의 심혈관계 질환을 결정하되,

오픈 데이터 셋에 기반, 상기 결정된 심정지 모델 및 상기 정상 심장상태 모델을 이용하여 심장이상을 상기 심장이상으로 구분하는 TP(True Positive) 경우, 상기 심장이상을 정상으로 구분하는 FN(False Negative) 경우, 상기 정상을 상기 심장이상으로 구분하는 FP(False Positive) 경우 및 상기 정상을 상기 정상으로 구분하는 TN(True Negative) 경우를 분류하고,

상기 TP, FN, FP, TN을 분류하기 위한 수치들 중에서 적어도 일부 수치의 결합 간 비율에 기반하여 상기 결정된 적어도 하나의 모델에 대한 구분 정확도를 계산하는 인공지능 처리부; 및

상기 결정된 심혈관계 질환을 사용자 단말 장치로 제공하도록 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 서버.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 인공지능 처리부는 상기 추출된 심전도 신호의 시간 도메인(time domain)에 기반하여 정규화 신호를 생성하며, 상기 생성된 정규화 신호를 상기 시간 표준화된 이미지로 변환하고, 상기 변환된 이미지에 상기 기 저장된 인공지능 기계학습 알고리즘 기반 가중치를 적용하여 압축 신호를 생성하며, 상기 적용된 가중치를 이용하여 상기 압축 신호로부터 복원 신호를 생성하고, 상기 생성된 정규화 신호와 상기 생성된 복원 신호의 차이가 사전 설정된 임계 범위에 해당되도록 상기 가중치를 기계학습하여 상기 심전도 신호의 형태학적 정보를 상기 특징 정보로 추출하는 것을 특징으로 하는

서버.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 인공지능 처리부는 오픈 데이터 셋과 상기 빈맥 모델, 상기 서맥 모델, 상기 심방세동 모델, 상기 좌각차단 모델, 상기 우각차단 모델, 상기 심방조기수축 모델 및 상기 심실조기수축 모델 중 적어도 하나의 모델과 상기 정상 심장상태 모델을 이용하여 심장이상을 상기 심장이상으로 구분하는 TP(True Positive) 경우, 상기 심장이상을 정상으로 구분하는 FN(False Negative) 경우, 상기 정상을 상기 심장이상으로 구분하는 FP(False Positive) 경우 및 상기 정상을 상기 정상으로 구분하는 TN(True Negative) 경우로 분류하고, 상기 TP(True Positive) 경우의 수치, 상기 FN(False Negative) 경우의 수치, 상기 FP(False Positive) 경우의 수치 및 상기

TN(True Negative) 경우의 수치의 결합에 대한 상기 TP(True Positive) 경우의 수치와 상기 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합의 비율에 기반하여 상기 빈맥 모델, 상기 서맥 모델, 상기 심방세동 모델, 상기 좌각차단 모델, 상기 우각차단 모델, 상기 심방조기수축 모델 및 상기 심실조기수축 모델 중 적어도 하나에 대한 구분 정확도를 계산하는 것을 특징으로 하는

서버.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 인공지능 처리부는 상기 TP(True Positive) 경우의 수치, 상기 FN(False Negative) 경우의 수치, 상기 FP(False Positive) 경우의 수치 및 상기 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합에 대한상기 TP(True Positive) 경우의 수치와 상기 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합의 비율에 기반하여 위급 상황 구분 정확도를 계산하는 것을 특징으로 하는

서버.

청구항 6

심장상태 감지 센서 장치와 연동하여 사용자의 상태 정보를 제공하는 서버에 있어서,

사용자로부터 측정된 심전도 신호를 포함하는 생체신호가 포함된 모니터링 정보를 수집하는 모니터링 정보 수집부;

상기 수집된 모니터링 정보에 포함된 심전도 신호를 추출하는 신호 추출부;

기 저장된 인공지능 기계학습 알고리즘에 기반하여 상기 추출된 심전도 신호의 시간 표준화된 이미지로의 변환을 통한 형태학적 정보를 특징 정보로 추출하고, 상기 추출된 특징 정보를 이용하여 복수의 심장이상 종류 모델을 빈맥 모델, 서맥 모델, 심방세동 모델, 좌각차단 모델, 우각차단 모델, 심방조기수축 모델, 심실조기수축 모델, 심정지 모델 및 정상 심장상태 모델 중 적어도 하나의 모델로 결정하며, 상기 결정된 복수의 심장이상 종류 모델에 대한 구분 정확도를 계산하고, 상기 계산된 정확도에 기반하여 상기 결정된 심장이상 종류 모델과 공개된 심혈관계 질환 데이터를 이용하여 상기 사용자의 심혈관계 질환을 결정하는 인공지능 처리부; 및

상기 결정된 심혈관계 질환을 사용자 단말 장치로 제공하도록 제어하는 제어부를 포함하고,

상기 인공지능 처리부는 아티팩트 신호를 상기 아티팩트 신호로 구분하는 TP(True Positive) 경우, 상기 아티팩트 신호를 정상 신호 구분하는 FN(False Negative) 경우 및 상기 정상 신호를 상기 아티팩트 신호로 구분하는 FP(False Positive) 경우, 상기 정상 신호를 상기 정상 신호로 구분하는 TN(True Negative) 경우로 분류하고, 상기 TP(True Positive) 경우의 수치, 상기 FN(False Negative) 경우의 수치, 상기 FP(False Positive) 경우의 수치 및 상기 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합에 대한 상기 TP(True Positive) 경우의 수치와 상기 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합의 비율에 기반하여 아티팩트 제거 정확도를 계산하는 것을 특징으로 하는

서버.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제어부는 상기 심전도 신호가 측정된 후, 상기 측정된 심전도 신호의 개수를 계산하고, 상기 계산된 심전도 신호의 개수를 임계 값과 비교하여 상기 심전도 신호의 데이터 수신 상태를 확인하는 것을 특징으로 하는

서버.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 사용자 단말 장치는 상기 결정된 심혈관계 질환과 관련된 분석 결과를 디스플레이를 통해 제공하는 것을 특징으로 하는

서버.

청구항 9

심장상태 감지 센서 장치에 있어서,

사용자로부터 심전도 신호를 포함하는 생체신호를 측정하고, 상기 측정된 생체신호가 포함된 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력하는 생체신호 모니터링부 및

상기 출력된 모니터링 정보에 포함된 심전도 신호를 추출하고, 기 저장된 인공지능 기계학습 알고리즘에 기반하여 상기 추출된 심전도 신호의 시간 표준화된 이미지로의 변환을 통한 형태학적 정보를 특징 정보로 추출하고, 상기 추출된 특징 정보를 이용하여 복수의 심장이상 종류 모델을 결정하며, 상기 결정된 복수의 심장이상 종류 모델에 대한 구분 정확도를 계산하고, 상기 계산된 정확도에 기반하여 상기 결정된 심장이상 종류 모델과 공개된 심혈관계 질환 데이터를 이용하여 상기 사용자의 심혈관계 질환을 결정하는 인공지능 처리부를 포함하고,

상기 인공지능 처리부는,

결정된 적어도 하나의 모델을 이용하여 심장이상을 상기 심장이상으로 구분하는 TP(True Positive) 경우, 상기 심장이상을 정상으로 구분하는 FN(False Negative) 경우, 상기 정상을 상기 심장이상으로 구분하는 FP(False Positive) 경우 및 상기 정상을 상기 정상으로 구분하는 TN(True Negative) 경우를 분류하고,

상기 TP, FN, FP, TN을 분류하기 위한 수치들 중에서 적어도 일부 수치의 결합 간 비율에 기반하여 상기 결정된 적어도 하나의 모델에 대한 구분 정확도를 계산하는

심장상태 감지 센서 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 인공지능 처리부는 상기 심전도 신호를 측정할 시 발생하는 데이터 트래픽을 시뮬레이션하고, 상기 시뮬레이션에 기반하여 상기 심장상태 감지 센서의 동작 상태를 결정하는 것을 특징으로 하는

심장상태 감지 센서 장치.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 인공지능 처리부는 상기 특징 정보를 기계학습하여 상기 복수의 심장이상 종류 모델을 빈맥 모델, 서맥 모델, 심방세동 모델, 좌각차단 모델, 우각차단 모델, 심방조기수축 모델, 심실조기수축 모델, 심정지 모델 및 정상 심장상태 모델 중 적어도 하나의 모델로 결정하는 것을 특징으로 하는

심장상태 감지 센서 장치.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 생체신호 모니터링부는,

상기 사용자로부터 움직임 신호 및 체온 신호 중 적어도 하나의 신호를 더 측정하고,

상기 움직임 신호 및 상기 체온 신호가 더 포함된 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력하는 것을 특징으로 하는

심장상태 감지 센서 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 인공지능 처리부는 상기 측정된 심전도 신호 및 상기 측정된 움직임 신호를 기반으로 상기 사용자의 심정

지 및 낙상을 포함하는 위급상황을 탐지하는 것을 특징으로 하는
심장상태 감지 센서 장치.

청구항 14

심장상태 감지 센서 장치와 연동하여 사용자의 상태 정보를 제공하는 서버를 이용하는 심장 상태 모니터링 방법에 있어서,

상기 심장상태 감지 센서 장치에서, 사용자로부터 심전도 신호를 측정하는 단계;

상기 서버에서, 상기 측정의 된 심전도 신호의 시간 표준화된 이미지로의 변환을 통한 형태학적 정보를 특징 정보를 추출하는 단계;

상기 서버에서, 상기 추출된 특징 정보를 기계학습하여 복수의 심장이상 종류 모델을 결정하는 단계;

상기 서버에서, 상기 결정된 복수의 심장이상 종류 모델에 대한 구분 정확도를 계산하는 단계; 및

상기 서버에서, 상기 계산된 정확도에 기반하여 상기 결정된 심장이상 종류 모델과 공개된 심혈관계 질환 데이터를 이용하여 상기 사용자의 심혈관계 질환을 결정하는 단계를 포함하고,

상기 추출된 특징 정보를 기계학습하여 복수의 심장이상 종류 모델을 결정하는 단계는

상기 특징 정보를 기계학습하여 상기 복수의 심장이상 종류 모델을 빈맥 모델, 서맥 모델, 심방세동 모델, 좌각 차단 모델, 우각차단 모델, 심방조기수축 모델, 심실조기수축 모델, 심정지 모델 및 정상 심장상태 모델 중 적어도 하나의 모델로 결정하는 단계를 포함하고,

상기 결정된 복수의 심장이상 종류 모델에 대한 구분 정확도를 계산하는 단계는,

오픈 데이터 셋과 상기 심정지 모델과 상기 정상 심장상태 모델을 이용하여 심정지 구간을 상기 심정지 구간으로 구분하는 TP(True Positive) 경우, 상기 심정지 구간을 정상 구간으로 구분하는 FN(False Negative) 경우, 상기 정상 구간을 상기 심정지 구간으로 구분하는 FP(False Positive) 경우 및 상기 정상 구간을 상기 정상 구간으로 구분하는 TN(True Negative) 경우로 분류하는 단계; 및

상기 TP(True Positive) 경우의 수치, 상기 FN(False Negative) 경우의 수치, 상기 FP(False Positive) 경우의 수치 및 상기 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합에 대한 상기 TP(True Positive) 경우의 수치와 상기 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합의 비율에 기반하여 위급 상황 구분 정확도를 계산하는 단계를 포함하는

심장 상태 모니터링 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 특징 정보를 추출하는 단계는,

상기 추출된 심전도 신호의 시간 도메인(time domain)에 기반하여 생성된 정규화 신호를 상기 시간 표준화된 이미지로 변환하고, 상기 변환된 이미지에 인공지능 모델 기반 가중치를 적용하여 압축 신호를 생성하는 단계;

상기 적용된 인공지능 모델 기반 가중치를 이용하여 상기 압축 신호로부터 복원 신호를 생성하는 단계; 및

상기 생성된 정규화 신호와 상기 생성된 복원 신호의 차이가 사전 설정된 임계 범위에 해당되도록 상기 인공지능 모델 기반 가중치를 기계학습하여 상기 심전도 신호의 형태학적 정보를 상기 특징 정보로 추출하는 단계를 포함하는

심장 상태 모니터링 방법.

청구항 16

삭제

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 결정된 복수의 심장이상 종류 모델에 대한 구분 정확도를 계산하는 단계는,

오픈 데이터 셋과 상기 빈맥 모델, 상기 서맥 모델, 상기 심방세동 모델, 상기 좌각차단 모델, 상기 우각차단 모델, 상기 심방조기수축 모델 및 상기 심실조기수축 모델 중 적어도 하나의 모델과 상기 정상 심장상태 모델을 이용하여 심장이상을 상기 심장이상으로 구분하는 TP(True Positive) 경우, 상기 심장이상을 정상으로 구분하는 FN(False Negative) 경우, 상기 정상을 상기 심장이상으로 구분하는 FP(False Positive) 경우 및 상기 정상을 상기 정상으로 구분하는 TN(True Negative) 경우로 분류하는 단계; 및

상기 TP(True Positive) 경우의 수치, 상기 FN(False Negative) 경우의 수치, 상기 FP(False Positive) 경우의 수치 및 상기 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합에 대한 상기 TP(True Positive) 경우의 수치와 상기 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합의 비율에 기반하여 상기 빈맥 모델, 상기 서맥 모델, 상기 심방세동 모델, 상기 좌각차단 모델, 상기 우각차단 모델, 상기 심방조기수축 모델 및 상기 심실조기수축 모델 중 적어도 하나에 대한 구분 정확도를 계산하는 단계를 포함하는

심장 상태 모니터링 방법.

청구항 18

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 심장 상태 감지 센서 장치를 이용하여 측정된 생체신호를 분석하여 심장 상태를 모니터링하는 기술적 사상에 관한 것으로, 심장 상태 감지 센서 장치를 이용하여 측정된 생체신호를 인공지능 알고리즘을 이용하여 학습 및 분석하여 심장이상 종류 모델을 결정하고, 결정된 심장이상 종류 모델에 대한 평가에 기반하여 심혈관계 질환에 대한 보다 정확한 결정을 지원하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 인구통계 변화를 참고하면, 2025년 65세 이상 고령인구는 1050만 8000명으로 전체 인구 5621만 명의 20%를 차지할 예정이고, 중환자실 환자 기하급수적으로 증가하여 요양병원 및 시설의 수용 지속적 증가 추세에 있다.
- [0003] 심뇌혈관질환은 전체 사망원인의 24.3%를 차지하며, 인구고령화와 직접적인 상관관계를 가지고 있다.
- [0004] 병원에서 공개하는 정보에 따르면, 중환자실 환자의 병원 내 사망률은 18%로 선진국의 약 2배이고, 2018년 국가 전체 사망자의 3분의 1은 노인요양병원 및 요양시설에서 사망하고 있다.
- [0005] 적정성평가 2등급 이상을 획득한 중환자실은 전체 중 약 1/3만을 차지하고, 의료 서비스 수준의 질적 향상이 요구되며, 노인입원의 의료비 비중은 2016년 기준으로 약47.6%로 약 14%의 노인인구가 전체 의료비의 절반 정도를 사용하고 있다.
- [0006] 중환자실의 낮은 수가는 상급종합병원/종합병원의 적자에 기여하고, 의료기관 중 요양병원은 일자리 창출에 가장 크게 기여하나 100병상당 입원 수입은 최하 수준에 해당된다.
- [0007] 상술한 문제들의 해결하기 위한 대표적인 기술들은 환자 모니터링(Patient monitoring) 기술 측면에서 ECG(Electrocardiogram), PPG(Photoplethysmogram, 신체 활동 측정 시스템(Actigraph), 3D 뎀스 카메라(Depth camera)를 이용한 모니터링 기술이 존재한다.
- [0008] 한편, 인공 지능 기반 생체신호 처리(AI-based physiological signal processing) 기술 측면에서 딥러닝 모델(Deep-learning model) 관련 아티팩트 제거(Artifact removal), 딥러닝 모델(Deep-learning model) 관련 신호 인코딩 및 디코딩(Signal encoding and decoding), 딥러닝 모델(Deep-learning model) 관련 부정맥 감지 및 분류(Arrhythmia detection and classification) 및 딥러닝 모델(Deep-learning model) 관련 만성 질환의 위험 평가(Risk assessment of chronic diseases)를 포함하고 있다.
- [0009] 또한, 신호 분석(General signal analysis) 기술 측면에서 HRV(Heart rate variability), BRS(Baroreflex sensitivity), Pulse morphology analysis를 포함하고, 엣지 컴퓨팅(Edge computing) 기술 측면에서 Centralized monitoring of hospital, Embedded artificial intelligence model, Real-time stream data

analysis을 포함할 수 있다.

- [0010] 그러나, 현재 병실의 환자 모니터링을 위한 기술은 저품질의 생체신호 데이터에 따라 중환자실 환자 모니터링 중 오경보(false alarm)가 매우 빈번히 발생되고, 이에 따른 의료진의 업무효율 및 환자의 예후가 악화되고 있다.
- [0011] 또한, 의료 데이터는 2020년까지 73일마다 2배씩 증가하고 있으나, 대용량의 저품질 데이터를 처리하기 위해서는 노동집약적 및 후향적 분석이 요구되는 실정이다.
- [0012] 또한, 폭증하는 데이터에 비해 그것을 분석할 인력은 턱없이 부족하여 수익 문제 등으로 인하여 의료 인력의 증원이 어려움을 겪고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0013] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2017-0129689호 "모바일 웨어러블 모니터링 시스템"
- (특허문헌 0002) 유럽등록특허 제3256208호 "MONITORING OF INTRINSIC HEART RATE RECOVERY TO IMPROVE STIMULATION THERAPY FOR HEART FAILURE PATIENTS"
- (특허문헌 0003) 한국공개특허 제10-2019-0068522호 "비침습적 비접촉식 건강 모니터링 시스템 및 방법"
- (특허문헌 0004) 한국공개특허 제10-2020-0002201호 "인공지능을 통한 스마트 헬스케어 시스템"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 본 발명은 환자에 부착되어 환자의 심장상태를 감지하는 심장상태 감지 센서 장치와 심장상태와 관련된 생체신호를 인공지능 알고리즘을 이용하는 서버에 기반하여 심근경색, 관상동맥질환과 같은 주요 심혈관계 질환 구분 모델을 결정하고, 결정된 주요 심혈관계 질환 구분 모델에 기반하여 의사의 오진 및 오 경보 발생을 방지하는 것을 목적으로 한다.
- [0015] 본 발명은 환자에 부착되어 환자의 심장상태를 감지하는 심장상태 감지 센서 장치로부터 측정되는 환자의 멀티모달 생체신호의 실시간 모니터링을 통해 고령환자 관리를 위한 사물인터넷과 인공지능에 기반한 심장상태 모니터링 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0016] 본 발명은 실시간 부정맥 탐지를 위한 심장상태 분석, 신호 분석 신뢰도 제고를 위한 생체신호 품질 관리, 조기 질환 관리를 위한 주요 심혈관계 질환 평가를 수행할 수 있도록 환자의 심장상태를 감지하는 심장상태 감지 센서 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0017] 본 발명은 환자에 부착되어 환자의 심장상태를 감지하는 심장상태 감지 센서 장치로부터 측정되는 생체신호를 기 저장된 인공지능 알고리즘에 기반하여 분석함에 따라 빈맥, 서맥, 심방세동, 좌각차단, 우각차단, 심방조기수축, 심실조기 수축, 심정지 등과 같은 주요 심장 이상 종류를 탐지하는 것을 목적으로 한다.
- [0018] 본 발명은 기 저장된 인공지능 알고리즘과 오픈 데이터 셋을 이용하여 심장기능 이상 구분 정확도, 위급 상황 구분 정확도 및 아티팩트 신호 검출 정확도 계산함에 따라 환자에 부착되어 환자의 심장상태를 감지하는 심장상태 감지 센서 장치로부터 측정되는 생체신호의 측정 정확도를 학습 및 평가하여 생체신호의 측정 정확도를 개선하는 것을 목적으로 한다.
- [0019] 본 발명은 부정맥의 지속적 감시를 통해 진단보조 및 의료비용 절감에 기여하는 것을 목적으로 한다.
- [0020] 본 발명은 환자의 현재 상태를 정확히 측정 및 분석함에 따라 병실에서 발생될 수 있는 오 경보의 횟수를 감소시키고, 이에 따라 의료진의 업무 효율과 환자의 예후를 향상시키는 것을 목적으로 한다.
- [0021] 본 발명은 인공지능 학습 기술을 이용하여 맥파 및 심전도 파형의 분석을 통한 만성질환의 위험도 평가 기능을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0022] 본 발명의 일실시예에 따르면 서버는 사용자로부터 측정된 심전도 신호를 포함하는 생체신호가 포함된 모니터링 정보를 수집하는 모니터링 정보 수집부, 상기 수집된 모니터링 정보에 포함된 심전도 신호를 추출하는 신호 추출부, 기 저장된 인공지능 기계학습 알고리즘에 기반하여 상기 추출된 심전도 신호의 시간 표준화된 이미지로의 변환을 통한 형태학적 정보를 특징 정보로 추출하고, 상기 추출된 특징 정보를 이용하여 복수의 심장이상 종류 모델을 결정하며, 상기 결정된 복수의 심장이상 종류 모델에 대한 구분 정확도를 계산하고, 상기 계산된 정확도에 기반하여 상기 결정된 심장이상 종류 모델과 공개된 심혈관계 질환 데이터를 이용하여 상기 사용자의 심혈관계 질환을 결정하는 인공지능 처리부 및 상기 결정된 심혈관계 질환을 사용자 단말 장치로 제공하도록 제어하는 제어부를 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 인공지능 처리부는 상기 추출된 심전도 신호의 시간 도메인(time domain)에 기반하여 정규화 신호를 생성하며, 상기 생성된 정규화 신호를 상기 시간 표준화된 이미지로 변환하고, 상기 변환된 이미지에 상기 기 저장된 인공지능 기계학습 알고리즘 기반 가중치를 적용하여 압축 신호를 생성하며, 상기 적용된 가중치를 이용하여 상기 압축 신호로부터 복원 신호를 생성하고, 상기 생성된 정규화 신호와 상기 생성된 복원 신호의 차이가 사전 설정된 임계 범위에 해당되도록 상기 가중치를 기계학습하여 상기 심전도 신호의 형태학적 정보를 상기 특징 정보로 추출할 수 있다.
- [0024] 상기 인공지능 처리부는 상기 특징 정보를 기계학습하여 상기 복수의 심장이상 종류 모델을 빈맥 모델, 서맥 모델, 심방세동 모델, 좌각차단 모델, 우각차단 모델, 심방조기수축 모델, 심실조기수축 모델, 심정지 모델 및 정상 심장상태 모델 중 적어도 하나의 모델로 결정할 수 있다.
- [0025] 상기 인공지능 처리부는 오픈 데이터 셋과 상기 빈맥 모델, 상기 서맥 모델, 상기 심방세동 모델, 상기 좌각차단 모델, 상기 우각차단 모델, 상기 심방조기수축 모델 및 상기 심실조기수축 모델 중 적어도 하나의 모델과 상기 정상 심장상태 모델을 이용하여 심장이상을 상기 심장이상으로 구분하는 TP(True Positive) 경우, 상기 심장이상을 정상으로 구분하는 FN(False Negative) 경우, 상기 정상을 상기 심장이상으로 구분하는 FP(False Positive) 경우 및 상기 정상을 상기 정상으로 구분하는 TN(True Negative) 경우로 분류하고, 상기 TP(True Positive) 경우의 수치, 상기 FN(False Negative) 경우의 수치, 상기 FP(False Positive) 경우의 수치 및 상기 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합에 대한 상기 TP(True Positive) 경우의 수치와 상기 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합의 비율에 기반하여 상기 빈맥 모델, 상기 서맥 모델, 상기 심방세동 모델, 상기 좌각차단 모델, 상기 우각차단 모델, 상기 심방조기수축 모델 및 상기 심실조기수축 모델 중 적어도 하나에 대한 구분 정확도를 계산할 수 있다.
- [0026] 상기 인공지능 처리부는 오픈 데이터 셋과 상기 심정지 모델과 상기 정상 심장상태 모델을 이용하여 심정지 구간을 상기 심정지 구간으로 구분하는 TP(True Positive) 경우, 상기 심정지 구간을 정상 구간으로 구분하는 FN(False Negative) 경우, 상기 정상 구간을 상기 심정지 구간으로 구분하는 FP(False Positive) 경우 및 상기 정상 구간을 상기 정상 구간으로 구분하는 TN(True Negative) 경우로 분류하고, 상기 TP(True Positive) 경우의 수치, 상기 FN(False Negative) 경우의 수치, 상기 FP(False Positive) 경우의 수치 및 상기 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합에 대한 상기 TP(True Positive) 경우의 수치와 상기 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합의 비율에 기반하여 위급 상황 구분 정확도를 계산할 수 있다.
- [0027] 상기 인공지능 처리부는 아티팩트 신호를 상기 아티팩트 신호로 구분하는 TP(True Positive) 경우, 상기 아티팩트 신호를 정상 신호 구분하는 FN(False Negative) 경우 및 상기 정상 신호를 상기 아티팩트 신호로 구분하는 FP(False Positive) 경우, 상기 정상 신호를 상기 정상 신호로 구분하는 TN(True Negative) 경우로 분류하고, 상기 TP(True Positive) 경우의 수치, 상기 FN(False Negative) 경우의 수치, 상기 FP(False Positive) 경우의 수치 및 상기 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합에 대한 상기 TP(True Positive) 경우의 수치와 상기 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합의 비율에 기반하여 아티팩트 제거 정확도를 계산할 수 있다.
- [0028] 상기 제어부는 상기 심전도 신호가 측정된 후, 상기 측정된 심전도 신호의 개수와 상기 측정된 움직임 신호의 개수를 계산하고, 상기 계산된 심전도 신호의 개수와 상기 계산된 움직임 신호의 개수를 임계 값과 비교하여 상기 심전도 신호와 상기 움직임 신호의 데이터 수신 상태를 확인할 수 있다.
- [0029] 상기 사용자 단말 장치는 상기 결정된 심혈관계 질환과 관련된 분석 결과를 디스플레이를 통해 제공할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 일실시예에 따르면 심장상태 감지 센서 장치는 사용자로부터 심전도 신호를 포함하는 생체신호를 측

정하고, 상기 측정된 생체신호가 포함된 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력하는 생체신호 모니터링부, 및 상기 출력된 모니터링 정보에 포함된 심전도 신호를 추출하고, 기 저장된 인공지능 기계학습 알고리즘에 기반하여 상기 추출된 심전도 신호의 시간 표준화된 이미지로의 변환을 통한 형태학적 정보를 특징 정보로 추출하고, 상기 추출된 특징 정보를 이용하여 복수의 심장이상 종류 모델을 결정하며, 상기 결정된 복수의 심장이상 종류 모델에 대한 구분 정확도를 계산하고, 상기 계산된 정확도에 기반하여 상기 결정된 심장이상 종류 모델과 공개된 심혈관계 질환 데이터를 이용하여 상기 사용자의 심혈관계 질환을 결정하는 인공지능 처리부를 포함할 수 있다.

[0031] 상기 인공지능 처리부는 상기 심전도 신호를 측정할 시 발생하는 데이터 트래픽을 시뮬레이션하고, 상기 시뮬레이션에 기반하여 상기 심장상태 감지 센서의 동작 상태를 결정할 수 있다.

[0032] 상기 인공지능 처리부는 상기 특징 정보를 기계학습하여 상기 복수의 심장이상 종류 모델을 빈맥 모델, 서맥 모델, 심방세동 모델, 좌각차단 모델, 우각차단 모델, 심방조기수축 모델, 심실조기수축 모델, 심정지 모델 및 정상 심장상태 모델 중 적어도 하나의 모델로 결정할 수 있다.

[0033] 상기 생체신호 모니터링부는, 상기 사용자로부터 움직임 신호 및 체온 신호 중 적어도 하나의 신호를 더 측정하고, 상기 움직임 신호 및 상기 체온 신호가 더 포함된 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력할 수 있다.

[0034] 상기 인공지능 처리부는 상기 측정된 심전도 신호 및 상기 측정된 움직임 신호를 기반으로 상기 사용자의 심정지 및 낙상을 포함하는 위급상황을 탐지할 수 있다.

[0035] 본 발명의 일실시예에 따르면 심장 상태 모니터링 방법은 상기 심장상태 감지 센서 장치에서, 사용자로부터 심전도 신호를 측정하는 단계, 상기 서버에서, 상기 측정된 심전도 신호의 시간 표준화된 이미지로의 변환을 통한 형태학적 정보를 특징 정보를 추출하는 단계, 상기 서버에서, 상기 추출된 특징 정보를 기계학습하여 복수의 심장이상 종류 모델을 결정하는 단계, 상기 서버에서, 상기 결정된 복수의 심장이상 종류 모델에 대한 구분 정확도를 계산하는 단계 및 상기 서버에서, 상기 계산된 정확도에 기반하여 상기 결정된 심장이상 종류 모델과 공개된 심혈관계 질환 데이터를 이용하여 상기 사용자의 심혈관계 질환을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0036] 상기 특징 정보를 추출하는 단계는 상기 추출된 심전도 신호의 시간 도메인(time domain)에 기반하여 생성된 정규화 신호를 상기 시간 표준화된 이미지로 변환하고 하고, 상기 변환된 이미지에 인공지능 모델 기반 가중치를 적용하여 압축 신호를 생성하는 단계, 상기 적용된 인공지능 모델 기반 가중치를 이용하여 상기 압축 신호로부터 복원 신호를 생성하는 단계 및 상기 생성된 정규화 신호와 상기 생성된 복원 신호의 차이가 사전 설정된 임계 범위에 해당되도록 상기 인공지능 모델 기반 가중치를 기계학습하여 상기 심전도 신호의 형태학적 정보를 상기 특징 정보로 추출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0037] 상기 추출된 특징 정보를 기계학습하여 복수의 심장이상 종류 모델을 결정하는 단계는 상기 특징 정보를 기계학습하여 상기 복수의 심장이상 종류 모델을 빈맥 모델, 서맥 모델, 심방세동 모델, 좌각차단 모델, 우각차단 모델, 심방조기수축 모델, 심실조기수축 모델, 심정지 모델 및 정상 심장상태 모델 중 적어도 하나의 모델로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0038] 상기 결정된 복수의 심장이상 종류 모델에 대한 구분 정확도를 계산하는 단계는, 오픈 데이터 셋과 상기 빈맥 모델, 상기 서맥 모델, 상기 심방세동 모델, 상기 좌각차단 모델, 상기 우각차단 모델, 상기 심방조기수축 모델 및 상기 심실조기수축 모델 중 적어도 하나의 모델과 상기 정상 심장상태 모델을 이용하여 심장이상을 상기 심장이상으로 구분하는 TP(True Positive) 경우, 상기 심장이상을 정상으로 구분하는 FN(False Negative) 경우, 상기 정상을 상기 심장이상으로 구분하는 FP(False Positive) 경우 및 상기 정상을 상기 정상으로 구분하는 TN(True Negative) 경우로 분류하는 단계 및 상기 TP(True Positive) 경우의 수치, 상기 FN(False Negative) 경우의 수치, 상기 FP(False Positive) 경우의 수치 및 상기 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합에 대한 상기 TP(True Positive) 경우의 수치와 상기 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합의 비율에 기반하여 상기 빈맥 모델, 상기 서맥 모델, 상기 심방세동 모델, 상기 좌각차단 모델, 상기 우각차단 모델, 상기 심방조기수축 모델 및 상기 심실조기수축 모델 중 적어도 하나에 대한 구분 정확도를 계산하는 단계를 포함할 수 있다.

[0039] 상기 결정된 복수의 심장이상 종류 모델에 대한 구분 정확도를 계산하는 단계는, 오픈 데이터 셋과 상기 심정지 모델과 상기 정상 심장상태 모델을 이용하여 심정지 구간을 상기 심정지 구간으로 구분하는 TP(True Positive) 경우, 상기 심정지 구간을 정상 구간으로 구분하는 FN(False Negative) 경우, 상기 정상 구간을 상기 심정지 구간으로 구분하는 FP(False Positive) 경우 및 상기 정상 구간을 상기 정상 구간으로 구분하는 TN(True

Negative) 경우로 분류하는 단계 및 상기 TP(True Positive) 경우의 수치, 상기 FN(False Negative) 경우의 수치, 상기 FP(False Positive) 경우의 수치 및 상기 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합에 대한 상기 TP(True Positive) 경우의 수치와 상기 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합의 비율에 기반하여 위급 상황 구분 정확도를 계산하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0040] 본 발명은 환자에 부착되어 환자의 심장상태를 감지하는 심장상태 감지 센서 장치와 심장상태와 관련된 생체신호를 인공지능 알고리즘을 이용하는 서버에 기반하여 심근경색, 관상동맥질환과 같은 주요 심혈관계 질환 구분 모델을 결정하고, 결정된 주요 심혈관계 질환 구분 모델에 기반하여 의사의 오진 및 오 경보 발생을 방지할 수 있다.
- [0041] 본 발명은 환자에 부착되어 환자의 심장상태를 감지하는 심장상태 감지 센서 장치로부터 측정되는 환자의 멀티모달 생체신호의 실시간 모니터링을 통해 고령환자 관리를 위한 사물인터넷과 인공지능에 기반한 심장상태 모니터링 시스템을 제공할 수 있다.
- [0042] 본 발명은 실시간 부정맥 탐지를 위한 심장상태 분석, 신호 분석 신뢰도 제고를 위한 생체신호 품질 관리, 조기 질환 관리를 위한 주요 심혈관계 질환 평가를 수행할 수 있도록 환자의 심장상태를 감지하는 심장상태 감지 센서 장치를 제공할 수 있다.
- [0043] 본 발명은 환자에 부착되어 환자의 심장상태를 감지하는 심장상태 감지 센서 장치로부터 측정되는 생체신호를 기 저장된 인공지능 알고리즘에 기반하여 분석함에 따라 빈맥, 서맥, 심방세동, 좌각차단, 우각차단, 심방조기 수축, 심실조기 수축, 심정지 등과 같은 주요 심장 이상 종류를 탐지할 수 있다.
- [0044] 본 발명은 기 저장된 인공지능 알고리즘과 오픈 데이터 셋을 이용하여 심장기능 이상 구분 정확도, 위급 상황 구분 정확도 및 아티팩트 신호 검출 정확도 계산함에 따라 환자에 부착되어 환자의 심장상태를 감지하는 심장상태 감지 센서 장치로부터 측정되는 생체신호의 측정 정확도를 학습 및 평가하여 생체신호의 측정 정확도를 개선할 수 있다.
- [0045] 본 발명은 부정맥의 지속적 감시를 통해 진단보조 및 의료비용 절감에 기여할 수 있다.
- [0046] 본 발명은 환자의 현재 상태를 정확히 측정 및 분석함에 따라 병실에서 발생될 수 있는 오 경보의 횟수를 감소시키고, 이에 따라 의료진의 업무 효율과 환자의 예후를 향상시킬 수 있다.
- [0047] 본 발명은 인공지능 학습 기술을 이용하여 맥파 및 심전도 파형의 분석을 통한 만성질환의 위험도 평가 기능을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0048] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 심장 상태 모니터링 시스템을 설명하는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 심장상태 감지 센서 장치의 구성 요소를 설명하는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 심장상태 감지 센서 장치의 인공지능 인코더와 관련된 심층학습 모델을 설명하는 도면이다.
- 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일실시예에 따른 심장상태 감지 센서 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 심장상태 감지 센서 장치의 추가 구성 요소를 설명하는 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 생체신호 측정 및 데이터 전송 주요 이벤트 흐름을 설명하는 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 서버의 구성 요소를 설명하는 도면이다.
- 도 8 및 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 심장 상태 모니터링 방법을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0049] 이하, 본 문서의 다양한 실시 예들이 첨부된 도면을 참조하여 기재된다.
- [0050] 실시 예 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시 예의 다양한 변경, 균등물, 및/또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

- [0051] 하기에서 다양한 실시 예들을 설명에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.
- [0052] 그리고 후술되는 용어들은 다양한 실시 예들에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0053] 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다.
- [0054] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.
- [0055] 본 문서에서, "A 또는 B" 또는 "A 및/또는 B 중 적어도 하나" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다.
- [0056] "제1," "제2," "첫째," 또는 "둘째," 등의 표현들은 해당 구성요소들을, 순서 또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성요소들을 한정하지 않는다.
- [0057] 어떤(예: 제1) 구성요소가 다른(예: 제2) 구성요소에 "(기능적으로 또는 통신적으로) 연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나, 다른 구성요소(예: 제3 구성요소)를 통하여 연결될 수 있다.
- [0058] 본 명세서에서, "~하도록 구성된(또는 설정된)(configured to)"은 상황에 따라, 예를 들면, 하드웨어적 또는 소프트웨어적으로 "~에 적합한," "~하는 능력을 가지는," "~하도록 변경된," "~하도록 만들어진," "~를 할 수 있는," 또는 "~하도록 설계된"과 상호 호환적으로(interchangeably) 사용될 수 있다.
- [0059] 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다.
- [0060] 예를 들면, 문구 "A, B, 및 C를 수행하도록 구성된(또는 설정된) 프로세서"는 해당 동작을 수행하기 위한 전용 프로세서(예: 임베디드 프로세서), 또는 메모리 장치에 저장된 하나 이상의 소프트웨어 프로그램들을 실행함으로써, 해당 동작들을 수행할 수 있는 범용 프로세서(예: CPU 또는 application processor)를 의미할 수 있다.
- [0061] 또한, '또는'이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or' 이기보다는 포함적인 논리합 'inclusive or' 를 의미한다.
- [0062] 즉, 달리 언급되지 않는 한 또는 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 'x가 a 또는 b를 이용한다'라는 표현은 포함적인 자연 순열들(natural inclusive permutations) 중 어느 하나를 의미한다.
- [0063] 이하 사용되는 '..부', '..기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0065] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 심장 상태 모니터링 시스템을 설명하는 도면이다.
- [0066] 도 1을 참고하면, 심장 상태 모니터링 시스템(100)은 심장상태 감지 센서(110), 게이트웨이(120), 서버(130) 및 사용자 단말 장치(140)로 구성될 수 있다.
- [0067] 본 발명의 일실시예에 따르면 심장상태 감지 센서(110)는 사용자로부터 심전도 신호, 움직임 신호 및 체온 신호 중 적어도 하나의 신호를 포함하는 생체신호를 측정하고, 측정된 생체신호를 인공지능 인코더로 압축 및 암호화하여 저전력 블루투스를 이용하여 게이트웨이(120)로 전송한다.
- [0068] 예를 들어, 인공지능 인코더는 측정된 생체신호를 심층학습 모델에 적용하기 위한 전처리 과정으로서, 생체신호를 슬라이딩 윈도우 기술을 통해 동일한 길이를 가지는 신호로 분할 및 정규화할 수 있다.
- [0069] 예를 들어, 윈도우의 길이는 2초이고, 업데이트 기간은 1초일 수 있다.
- [0070] 여기서, 슬라이딩 윈도우는 비교적 측정 시간이 짧은 신호에 대해서도 분석할 수 있으며, 정규화 과정을 통해 다양한 신호 진폭 및 오프셋이 심층학습 모델이 영향을 미치지 않도록 설정될 수 있다. 또한, 인공지능 인코더의 구성은 도 3을 이용하여 보충 설명하도록 한다.
- [0071] 게이트웨이(120)는 전달된 신호를 서버(130)로 전달한다.
- [0072] 게이트웨이(120)는 심장상태 감지 센서 장치(110) 및 서버(120)와 연동하고, 서버(130)의 병원, 병실, 침상 번

화와 같은 환경 설정 및 환자 별 데이터 수집 및 저장을 지원하고, 배터리 로우 이벤트(battery low event) 전송 및 프로세스 모니터링 및 자동 페일 오버(fail over)를 지원한다.

- [0073] 또한, 게이트웨이(120)는 심장상태 감지 센서 장치(110)의 노드 자동 검색, 등록 및 연결을 지원하며, 저전력 블루투스 통신 인터페이스와 심장상태 감지 센서(110)의 배터리 잔량 체크를 지원한다.
- [0074] 서버(130)는 심장상태 감지 센서 장치(110)에서 측정된 생체신호를 인공지능 디코더로 추출하고, 추출된 생체신호의 심전도 신호를 기 저장된 인공지능 알고리즘을 이용하여 기계 학습 및 분석함에 따라 다양한 환경에서 측정된 공개 생체신호 데이터 셋을 활용한 심장상태의 탐지 성능 최적화를 수행하거나, 멀티모달 생체신호를 대상으로 개발된 생체신호 아티팩트 제거 인공지능의 구조를 활용하여 심장상태 감지 센서 장치(110)로부터 측정된 생체신호를 대상으로 모델 학습 및 성능 평가를 수행할 수 있다.
- [0075] 또한, 서버(130)는 인공지능 알고리즘에 기반하여 심전도 신호의 다양한 패턴을 위험도 평가 모델에 반영하기 위해서 심전도 신호의 시간 도메인으로부터 추출되는 특징 정보를 활용한다.
- [0076] 예를 들어, 서버(130)는 CNN(Convolutional Neural Network) 및 DBN(Deep Belief Network) 등의 기계학습 모델을 이용하거나, Gradient Boost 및 XGBoost와 같은 다양한 기계학습 기법을 이용하여 주요 심혈관계 질환에 해당하는 심근경색, 관상동맥 질환 등을 구분하기 위한 구분 모델을 결정할 수 있다.
- [0077] 또한, 서버(130)는 공개 생체신호 데이터셋을 기반으로 SVM(support vector machine), RF(random forest)와 같은 기계학습 기법을 이용하여 결과비교를 통해 구분 모델의 정확도를 계산하여 구분 모델의 효용성도 평가할 수 있다.
- [0078] 또한, 서버(130)는 인공지능 알고리즘을 이용하여 학습 및 분석된 사용자의 심장 상태와 관련된 심혈관계 질환을 결정하고, 결정된 심혈관계 질환과 분석 결과를 사용자 단말(140)로 제공하여 의료진의 심혈관계 질환 진단을 보조하거나, 환자의 예후 변화를 쉽게 인지하도록 보조할 수 있다.
- [0079] 따라서, 본 발명은 환자에 부착되어 환자의 심장상태를 감지하는 심장상태 감지 센서 장치와 심장상태와 관련된 생체신호를 인공지능 알고리즘을 이용하는 서버에 기반하여 심근경색, 관상동맥질환과 같은 주요 심혈관계 질환 구분 모델을 결정하고, 결정된 주요 심혈관계 질환 구분 모델에 기반하여 의사의 오진 및 오 경보 발생을 방지할 수 있다.
- [0080] 또한, 본 발명은 환자에 부착되어 환자의 심장상태를 감지하는 심장상태 감지 센서 장치로부터 측정되는 환자의 멀티모달 생체신호의 실시간 모니터링을 통해 고령환자 관리를 위한 사물인터넷과 인공지능에 기반한 심장상태 모니터링 시스템을 제공할 수 있다.
- [0082] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 심장상태 감지 센서 장치의 구성 요소를 설명하는 도면이다.
- [0083] 도 2를 참고하면, 심장상태 감지 센서 장치(200)는 생체신호 모니터링부(210) 및 인공지능 처리부(220)를 포함한다.
- [0084] 본 발명의 일실시예에 따르면 심장상태 감지 센서 장치(200)는 사용자의 심장 상부 또는 심장 근처에 부착되어 사용자로부터 심장 상태와 관련된 데이터를 측정하거나 웨어러블 디바이스 형태로 사용자의 손목에 밴드 형태로 착용되어 심장 상태와 관련된 데이터를 측정한다.
- [0085] 일례로, 생체신호 모니터링부(210)는 사용자로부터 심전도 신호, 움직임 신호 및 체온을 포함하는 생체신호를 측정하고, 측정된 생체신호가 포함된 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력할 수 있다.
- [0086] 본 발명의 일실시예에 따르면 생체신호 모니터링부(210)는 사용자의 심장 상태 변화에 따른 심장상태 정보와 사용자의 움직임 변화에 따른 움직임 상태 정보 및 체온 정보 중 적어도 하나의 정보를 인공지능 인코더를 통해 암호화 및 압축하여 출력할 수 있다.
- [0087] 일례로, 인공지능 처리부(220)는 출력된 모니터링 정보에 포함된 심전도 신호를 추출할 수 있다.
- [0088] 또한, 인공지능 처리부(220)는 기 저장된 인공지능 기계학습 알고리즘에 기반하여 상기 추출된 심전도 신호의 시간 표준화된 이미지로의 변환을 통한 형태학적 정보를 특징 정보로 추출할 수 있다. 또한, 인공지능 처리부(220)는 추출된 특징 정보를 이용하여 복수의 심장이상 종류 모델을 결정하며, 결정된 복수의 심장이상 종류 모델에 대한 구분 정확도를 계산하고, 계산된 정확도에 기반하여 결정된 심장이상 종류 모델과 공개된 심혈관계 질환 데이터를 이용하여 사용자의 심혈관계 질환을 결정할 수 있다.

- [0089] 예를 들어, 인공지능 처리부(220)는 인공지능 학습 기술에 기반하여 오픈 데이터 셋과 심장이상 종류 모델을 비교하여 구분 정확도를 자동적으로 계산할 수 있다.
- [0090] 본 발명의 일실시예에 따르면 인공지능 처리부(220)는 심전도 신호를 측정할 시 발생하는 데이터 트래픽을 시뮬레이션하고, 시뮬레이션에 기반하여 심장상태 감지 센서의 동작 상태를 결정할 수 있다.
- [0091] 일례로, 인공지능 처리부(220)는 배터리 상태를 주기적으로 확인하여 로우 배터리 상태를 결정하고, 알람 정보를 제공할 수 있다.
- [0092] 예를 들어, 인공지능 처리부(220)는 합성 곱 신경망 층과 장기 단기 기억층(bidirectional long short-term memory, BLSTM)을 포함할 수 있다.
- [0093] 본 발명의 일실시예에 따르면 인공지능 처리부(220)는 심전도 신호 및 움직임 신호 중에서 적어도 하나를 기반으로 사용자의 심정지 및 낙상을 포함하는 위급상황을 탐지하도록 모니터링 정보를 서버에 제공할 수 있다.
- [0094] 따라서, 본 발명은 실시간 부정맥 탐지를 위한 심장상태 분석, 신호 분석 신뢰도 제고를 위한 생체신호 품질 관리, 조기 질환 관리를 위한 주요 심혈관질환 평가를 수행할 수 있도록 환자의 심장상태를 감지하는 심장상태 감지 센서 장치를 제공할 수 있다.
- [0095] 또한, 본 발명은 환자에 부착되어 환자의 심장상태를 감지하는 심장상태 감지 센서 장치로부터 측정되는 생체신호를 기 저장된 인공지능 알고리즘에 기반하여 분석함에 따라 빈맥, 서맥, 심방세동, 좌각차단(left bundle branch block, LBBB), 우각차단(right bundle branch block, RBBB), 심방조기수축(premature atrial contraction, PAC), 심실조기 수축(premature ventricular contraction, PVC), 심정지, 정상 심장상태 등과 같은 주요 심장 이상 종류를 탐지할 수 있다.
- [0096] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 심장상태 감지 센서 장치(200)는 부정맥과 관련된 좌각차단, 우각차단, 심방조기수축 및 심실조기 수축을 구분하기 위한 모니터링 정보 정보를 서버 측으로 제공할 수 있다.
- [0097] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 심장상태 감지 센서 장치(200)는 자체적으로 모니터링 정보를 기계학습하여 부정맥과 관련된 좌각차단, 우각차단, 심방조기수축 및 심실조기 수축을 구분하여 구분된 정보를 제공할 수 있다.
- [0099] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 심장상태 감지 센서 장치의 인공지능 인코더와 관련된 심층학습 모델을 설명하는 도면이다.
- [0100] 도 3을 참고하면, 인공지능 인코더(300)는 인코딩 블록(310) 및 심층학습 신경망(320)으로 구성되고, 인코딩 블록(310)은 심층학습 신경망층, 풀링(pooling)층 및 재성형(reshape)층으로 구성될 수 있다.
- [0101] 본 발명의 일실시예에 따른 인공지능 인코더(300)는 심전도 신호의 시간 표준화된 이미지로의 변환을 통한 형태학적 정보에 대한 신호를 압축하고, 압축된 신호를 모니터링 정보로 출력할 수 있다.
- [0102] 예를 들어, 인공지능 인코더(300)는 합성 곱 신경망 층과 양방향 장기 단기 기억층으로 구성될 수 있다.
- [0103] 일례로, 인공지능 인코더(300)는 약 64배 압축된 신호 정보를 심장상태 감지 센서 장치의 인공지능 처리부 또는 서버의 인공지능 처리부로 제공할 수 있다.
- [0104] 예를 들어, 시간 표준화된 이미지로의 변환을 통한 형태학적 정보는 슬라이딩 윈도우 기술을 통해 동일한 길이를 가지는 신호로 분할 및 정규화된 신호에 기반하여 생성될 수 있다.
- [0106] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일실시예에 따른 심장상태 감지 센서 장치를 설명하는 도면이다.
- [0107] 도 4a는 본 발명의 일실시예에 따른 심장상태 감지 센서 장치(400)가 3개의 리드(lead)를 포함하고, 각 리드가 연결되어 사용자에게 착용되는 경우를 예시한다.
- [0108] 도 4a를 참고하면, 심장상태 감지 센서 장치(400)는 3 개의 리드가 연결되어 구성되는데 심장상태 감지 센서 장치(400)에 제1 리드가 위치하고, 사용자의 신체 두 부분에 제2 리드(410)와 제3 리드(412)가 접촉 재질로 이루어져서 사용자의 피부 상에 부착된다.
- [0109] 예를 들어, 심장상태 감지 센서 장치(400)는 심장상태 감지 센서 장치의 본체일 수 있으며 하나의 측정 지점에 해당하는 제1 리드가 위치하고, 제2 리드(410) 및 제3 리드(412)를 통해 측정된 정보를 종합하여 생체신호를 측정할 수 있다.

- [0110] 본 발명의 일실시예에 따르면 심장상태 감지 센서 장치(400)는 전원부, 센서 및 제1 리드로 이루어지고, 센서는 심전도(ECG), 신체활동측정(Actigraph) 및 체온을 측정할 수 있다.
- [0111] 일례로, 제2 리드(410)와 제3 리드(412)는 피복선을 통해 심장상태 감지 센서 장치(400)와 연결될 수 있다.
- [0112] 일례로, 심장상태 감지 센서 장치(400)는 생체신호로서 측정되는 ECG(electrocardiogram)에 의한 심장상태를 모니터링하고, 심장상태에 따른 심전도 신호를 인공지능 인코더를 통해 압축 및 암호화하여 출력할 수 있다.
- [0113] 예를 들어, 심장상태 감지 센서 장치(400)는 생체신호로서 측정되는 신체활동측정에 의한 신체반응을 모니터링하고, 신체반응에 따른 움직임 신호를 인공지능 인코더를 통해 압축 및 암호화하여 출력할 수 있다.
- [0114] 일례로, 심장상태 감지 센서 장치(400)는 생체신호로서 측정되는 체온 신호를 인공지능 인코더를 통해 압축 및 암호화하여 출력할 수 있다.
- [0115] 도 4b는 본 발명의 일실시예에 따른 심장상태 감지 센서 장치(420)가 1개의 리드(lead)로 구성되어 사용자에게 착용되는 경우를 예시한다.
- [0116] 도 4b를 참고하면, 심장상태 감지 센서 장치(420)는 손목 밴드 형태의 웨어러블 디바이스 형태를 가질 수 있다.
- [0117] 본 발명의 일실시예에 따르면 심장상태 감지 센서 장치(420)는 전원부, 센서 및 리드로 이루어지고, 센서는 심전도(ECG), 신체활동측정(Actigraph) 및 체온을 측정할 수 있다.
- [0118] 일례로, 심장상태 감지 센서 장치(420)는 생체신호로서 측정되는 ECG(electrocardiogram)에 의한 심장상태를 모니터링하고, 심장상태에 따른 심전도 신호를 인공지능 인코더를 통해 압축 및 암호화하여 출력할 수 있다.
- [0119] 예를 들어, 심장상태 감지 센서 장치(420)는 생체신호로서 측정되는 신체활동측정에 의한 신체반응을 모니터링하고, 신체반응에 따른 움직임 신호를 인공지능 인코더를 통해 압축 및 암호화하여 출력할 수 있다.
- [0120] 일례로, 심장상태 감지 센서 장치(420)는 생체신호로서 측정되는 체온 신호를 인공지능 인코더를 통해 압축 및 암호화하여 출력할 수 있다.
- [0121] 본 발명의 일실시예에 따르면 심장상태 감지 센서 장치(400) 및 심장상태 감지 센서 장치(420)는 측정된 심전도 신호를 실시간 부정맥 탐지를 위한 심장상태 분석 기술, 신호 분석 신뢰도 제고를 위한 생체신호 품질 관리 인공지능 기술 및 조기 질환 관리를 위한 주요 심혈관질환 평가 인공지능 기술에 적용할 수 있는 데이터로 제공할 수 있다.
- [0122] 일례로, 심장상태 감지 센서 장치(400)는 상대적으로 심장상태 감지 센서 장치(420)보다 정확한 심장기능 모니터링을 수행하고, 심장상태 감지 센서 장치(420)는 심장상태 감지 센서 장치(400)보다 사용자가 편리한 일상을 영유하면서 심장기능 모니터링을 수행할 수 있다.
- [0124] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 심장상태 감지 센서 장치의 추가 구성 요소를 설명하는 도면이다.
- [0125] 도 5를 참고하면, 심장상태 감지 센서 장치(500)는 마이크로 USB 포트(510), 리튬 폴리머 배터리(520), 전원/동작 스위치(530), ECG 센서(540), 가속도/각속도 센서(550) 및 저전력 블루투스/와이파이(560)을 포함하고, 마이크로 컨트롤러(570)를 통해 상술한 장치 구성 요소들을 제어한다.
- [0126] 본 발명의 일실시예에 따르면 심장상태 감지 센서 장치(500)는 마이크로 USB 포트(510)를 이용하여 리튬 폴리머 배터리(520)를 충전할 수 있다.
- [0127] 예를 들어, 전원/동작 스위치(530)는 사용자의 푸쉬 입력을 수신할 경우, 심장상태 감지 센서 장치(500)를 가동할 수 있다.
- [0128] 예를 들어, ECG 센서(540)는 사용자의 심전도 신호를 측정하고, 가속도/각속도 센서(550)는 사용자의 움직임 신호를 측정한다.
- [0129] 본 발명의 일실시예에 따르면 심장상태 감지 센서 장치(500)는 저전력 블루투스/와이파이(560)를 제어하여 병실 또는 가정 내 위치하는 게이트웨이와 연동되고, ECG 센서(540) 및 가속도/각속도 센서(550)를 통해 측정된 심전도 신호와 움직임 신호 중에서 적어도 하나의 신호를 게이트웨이를 통해 서버로 전송할 수 있다.
- [0131] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 생체신호 측정 및 데이터 전송 주요 이벤트 흐름을 설명하는 도면이다.
- [0132] 도 6을 참고하면, 생체신호 모니터링부는 ECG 센서(610)를 통해 High Resolution/Speed ECG를 측정할 수 있다.

또한, AD 변환기(620)를 통해 14bit 이상의 해상도와, 100Hz 샘플링된 ECG를 A/D 변환할 수 있다.

- [0133] 또한, 마이크로 컨트롤러(630)는 각 구성요소들의 전반적인 제어와 함께 신호처리를 담당하고, 저전력 블루투스/와이파이 모듈(640)은 근거리 무선통신 기능을 제공하거나, 네트워크에 접속하여 유무선 데이터 통신이 가능하게 한다. 특히, 본 발명에서는 저전력 블루투스/와이파이 모듈(640)을 이용하여 ECG, 6-Axis MEMS 센서의 로테이터 전송이 가능하다.
- [0134] 한편, 도면부호 650은 기기에 대한 배터리의 상태를 측정하기 위한 배터리 상태 측정 모듈의 기능을 수행하고, 도면부호 660은 3축 가속도계(3-Axis Accelerometer)로, 도면부호 670은 3축 자이로스코프(3-Axis Gyroscope MEMS Motiontracking)으로 해석될 수 있다.
- [0135] 3축 가속도계(3-Axis Accelerometer)와 3축 자이로스코프(3-Axis Gyroscope MEMS Motiontracking)는 최소 $\pm 16g$ range, 16bit 100Hz 각속도를 측정할 수 있고, 최대 $\pm 2000dps$ range, 16bit 100Hz 각속도를 측정할 수 있다.
- [0137] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 서버의 구성 요소를 설명하는 도면이다.
- [0138] 도 7을 참고하면, 서버(700)는 모니터링 정보 수집부(710), 신호 추출부(720), 인공지능 처리부(730) 및 제어부(740)를 포함한다.
- [0139] 본 발명의 일실시예에 따르면 서버(700)는 심장상태 감지 센서 장치와 연동하여 사용자의 상태 정보를 제공할 수 있다.
- [0140] 일례로, 모니터링 정보 수집부(710)는 사용자로부터 측정된 심전도 신호를 포함하는 생체신호가 포함된 모니터링 정보를 수집할 수 있다.
- [0141] 예를 들어, 모니터링 정보 수집부(710)는 심장상태 감지 센서 장치가 게이트웨이를 통해서 전달하는 모니터링 정보를 수집할 수 있다.
- [0142] 예를 들어, 생체신호는 심장상태 감지 센서장치가 사용자의 심장 상에 부착되어 전극을 통해 측정된 신호로 해석될 수 있다.
- [0143] 본 발명의 일실시예에 따르면 신호 추출부(720)는 전달된 모니터링 정보로부터 인공지능 알고리즘을 이용하여 사용자의 심장 상태 분석을 하기 위한 심전도 신호를 추출할 수 있다.
- [0144] 예를 들어, 신호 추출부(720)는 수집된 모니터링 정보를 디코딩하여 모니터링 정보로부터 심전도 신호에 상응하는 생체신호를 추출할 수 있다.
- [0145] 또한, 신호 추출부(720)는 심장상태 감지 센서 장치가 인공지능 인코더를 이용하여 암호화 및 압축화한 생체신호를 인공지능 디코더를 이용하여 생체신호로 변환할 수 있다.
- [0146] 본 발명의 일실시예에 따르면 인공지능 처리부(730)는 기 저장된 인공지능 기계학습 알고리즘에 기반하여 추출된 심전도 신호의 시간 표준화된 이미지로의 변환을 통한 형태학적 정보를 특징 정보로 추출하고, 추출된 특징 정보를 이용하여 복수의 심장이상 종류 모델을 결정하며, 결정된 복수의 심장이상 종류 모델에 대한 구분 정확도를 계산하고, 계산된 정확도에 기반하여 결정된 심장이상 종류 모델과 공개된 심혈관계 질환 데이터를 이용하여 사용자의 심혈관계 질환을 결정할 수 있다.
- [0147] 구체적으로, 인공지능 처리부(730)는 심전도 신호의 시간 도메인(time domain)에 기반하여 정규화 신호를 생성하며, 생성된 정규화 신호를 시간 표준화된 이미지로 변환하고, 변환된 이미지에 기 저장된 인공지능 기계학습 알고리즘 기반 가중치를 적용하여 압축 신호를 생성하며, 적용된 가중치를 이용하여 압축 신호로부터 복원 신호를 생성하고, 생성된 정규화 신호와 상기 생성된 복원 신호의 차이가 사전 설정된 임계 범위에 해당되도록 가중치를 기계학습하여 심전도 신호의 형태학적 특징에 해당되는 특징 정보를 추출할 수 있다.
- [0148] 예를 들어, 인공지능 처리부(730)는 합성 곱 신경망 층과 장기 단기 기억층(bidirectional long short-term memory, BLSTM)을 포함할 수 있다.
- [0149] 또한, 인공지능 처리부(730)는 특징 정보를 기계학습하여 복수의 심장이상 종류 모델을 빈맥 모델, 서맥 모델, 심방세동 모델, 좌각차단 모델, 우각차단 모델, 심방조기수축 모델, 심실조기수축 모델, 심정지 모델 및 정상 심장상태 모델 중 적어도 하나의 모델로 결정할 수 있다.
- [0150] 예를 들어, 인공지능 처리부(730)는 결정된 복수의 심장이상 종류 모델에 대하여 구분 정확도를 계산할 수

있다.

- [0151] 구체적으로, 인공지능 처리부(730)는 하기 수학적 식 1에 기반하여 복수의 심장이상 종류 모델에 대하여 구분 정확도를 계산할 수 있다.
- [0153] [수학적 식 1]
- [0154]
$$\text{정확도} = (\text{TP} + \text{TN}) / (\text{TP} + \text{TN} + \text{FP} + \text{FN})$$
- [0156] 수학적 식 1에서 TP는 이상 상태를 이상 상태로 정확히 구분하는 경우를 나타낼 수 있고, TN은 정상 상태를 정상 상태로 구분하는 경우를 나타낼 수 있으며, FP는 정상 상태를 이상 상태로 구분하는 경우를 나타낼 수 있고, FN은 정상 상태를 이상 상태로 구분하는 경우를 나타낼 수 있다.
- [0157] 본 발명의 일실시예에 따르면 인공지능 처리부(730)는 오픈 데이터 셋과 빈맥 모델, 서맥 모델, 심방세동 모델, 좌각차단 모델, 우각차단 모델, 심방조기수축 모델 및 심실조기수축 모델 중 적어도 하나의 모델과 정상 심장상태 모델을 이용하여 심장이상을 심장이상으로 구분하는 TP(True Positive) 경우, 심장이상을 정상으로 구분하는 FN(False Negative) 경우, 정상을 심장이상으로 구분하는 FP(False Positive) 경우 및 정상을 정상으로 구분하는 TN(True Negative) 경우로 분류한다.
- [0158] 다음으로, 인공지능 처리부(730)는 TP(True Positive) 경우의 수치, FN(False Negative) 경우의 수치, FP(False Positive) 경우의 수치 및 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합에 대한 TP(True Positive) 경우의 수치와 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합의 비율에 기반하여 빈맥 모델, 서맥 모델, 심방세동 모델, 좌각차단 모델, 우각차단 모델, 심방조기수축 모델 및 심실조기수축 모델 중 적어도 하나에 대한 구분 정확도를 계산할 수 있다.
- [0159] 예를 들어, 인공지능 처리부(730)는 인공지능 학습 기술에 기반하여 오픈 데이터 셋과 심장이상 종류 모델을 비교하여 구분 정확도를 자동적으로 계산할 수 있다.
- [0160] 또한, 인공지능 처리부(730)는 오픈 데이터 셋과 심정지 모델과 정상 심장상태 모델을 이용하여 심정지 구간을 심정지 구간으로 구분하는 TP(True Positive) 경우, 심정지 구간을 정상 구간으로 구분하는 FN(False Negative) 경우, 정상 구간을 심정지 구간으로 구분하는 FP(False Positive) 경우 및 정상 구간을 정상 구간으로 구분하는 TN(True Negative) 경우로 분류할 수 있다.
- [0161] 다음으로, 인공지능 처리부(730)는 TP(True Positive) 경우의 수치, FN(False Negative) 경우의 수치, FP(False Positive) 경우의 수치 및 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합에 대한 TP(True Positive) 경우의 수치와 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합의 비율에 기반하여 위급 상황 구분 정확도를 계산할 수 있다.
- [0162] 또한, 인공지능 처리부(730)는 아티팩트 신호를 상기 아티팩트 신호로 구분하는 TP(True Positive) 경우, 아티팩트 신호를 정상 신호로 구분하는 FN(False Negative) 경우 및 정상 신호를 아티팩트 신호로 구분하는 FP(False Positive) 경우, 정상 신호를 정상 신호로 구분하는 TN(True Negative) 경우로 분류하고, TP(True Positive) 경우의 수치, FN(False Negative) 경우의 수치, FP(False Positive) 경우의 수치 및 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합에 대한 TP(True Positive) 경우의 수치와 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합의 비율에 기반하여 아티팩트 제거 정확도를 계산할 수 있다.
- [0163] 본 발명의 일실시예에 따르면 인공지능 처리부(730)는 신호 품질 관리 인공지능, 부정맥 탐지 인공지능, 심혈관 질환 평가 인공지능을 포함하여, 심장상태 감지 센서 장치로부터 전달되는 생체신호의 신호 품질을 관리하고, 부정맥과 심혈관질환을 평가 및 탐지할 수 있다.
- [0164] 본 발명의 일실시예에 따르면 제어부(740)는 인공지능 처리부(730)에 의해 결정된 심혈관계 질환을 사용자 단말 장치로 제공하도록 제어할 수 있다. 여기서, 제어되는 장치는 통신 장치에 해당될 수 있다.
- [0165] 일례로, 사용자 단말 장치는 심혈관계 질환과 관련된 분석 정보를 수신하고, 수신된 분석 정보에 포함된 심혈관계 질환 결정 정보와 분석결과를 디스플레이를 통해 제공할 수 있다.
- [0166] 본 발명의 일실시예에 따르면 제어부(740)는 심전도 신호 및 움직임 신호 중 적어도 하나가 측정된 후, 측정된 심전도 신호의 개수 또는 측정된 움직임 신호의 개수를 계산하고, 계산된 심전도 신호의 개수 또는 계산된 움직임 신호의 개수를 임계 값과 비교하여 심전도 신호 또는 움직임 신호의 데이터 수신 상태를 확인할 수 있다.
- [0167] 또한, 제어부(740)는 심전도 신호 또는 움직임 신호의 수신 상태가 불량할 경우, 심장상태 감지 센서 장치로 추

가 데이터를 의뢰하거나 추가 측정을 요청할 수 있다.

- [0168] 따라서, 본 발명은 부정맥의 지속적 감시를 통해 진단보조 및 의료비용 절감에 기여할 수 있다.
- [0169] 또한, 본 발명은 환자의 현재 상태를 정확히 측정 및 분석함에 따라 병실에서 발생될 수 있는 오 경보의 횟수를 감소시키고, 이에 따라 의료진의 업무 효율과 환자의 예후를 향상시킬 수 있다.
- [0170] 또한, 본 발명은 인공지능 학습 기술을 이용하여 맥파 및 심전도 파형의 분석을 통한 만성질환의 위험도 평가 기능을 제공할 수 있다.
- [0172] 도 8 및 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 심장 상태 모니터링 방법을 설명하는 도면이다.
- [0173] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 심장 상태 모니터링 방법이 심장상태 감지 센서 장치를 이용하여 측정된 생체신호를 기 저장된 인공지능 알고리즘을 이용하여 학습 및 분석한 후 사용자의 심혈관계 질환 결정을 보조하는 실시예를 설명한다.
- [0174] 도 8을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 심장 상태 모니터링 방법은 단계(801)에서 심전도 신호를 측정한다.
- [0175] 즉, 심장 상태 모니터링 방법은 사용자에게 부착된 심장상태 감지 센서 장치를 이용하여 심전도 신호를 측정한다.
- [0176] 단계(802)에서 본 발명의 일실시예에 따른 심장 상태 모니터링 방법은 심전도 신호의 특징 정보를 추출한다.
- [0177] 즉, 심장 상태 모니터링 방법은 심전도 신호의 시간 도메인(time domain) 을 기계학습하여 특징 정보를 추출한다.
- [0178] 구체적으로, 심장 상태 모니터링 방법은 심전도 신호의 시간 도메인(time domain)에 기반하여 생성된 정규화 신호를 시간 표준화된 이미지로 변환하고, 변환된 이미지에 기 저장된 인공지능 기계학습 알고리즘 기반 가중치를 적용하여 압축 신호를 생성하며, 적용된 가중치를 이용하여 압축 신호로부터 복원 신호를 생성하고, 생성된 정규화 신호와 생성된 복원 신호의 차이가 사전 설정된 임계 범위에 해당되도록 가중치를 기계학습하여 심전도 신호의 형태학적 특징에 해당되는 특징 정보를 추출할 수 있다.
- [0179] 단계(803)에서 본 발명의 일실시예에 따른 심장 상태 모니터링 방법은 특징 정보를 기계학습하여 심장이상 종류 모델을 결정한다.
- [0180] 즉, 심장 상태 모니터링 방법은 단계(802)에서 추출된 특징 정보를 기계학습하여 복수의 심장이상 종류 모델을 빈맥 모델, 서맥 모델, 심방세동 모델, 좌각차단 모델, 우각차단 모델, 심방조기수축 모델, 심실조기수축 모델, 심정지 모델 및 정상 심장상태 모델 중 적어도 하나의 모델로 결정할 수 있다.
- [0181] 단계(804)에서 본 발명의 일실시예에 따른 심장 상태 모니터링 방법은 복수의 심장 이상 종류 모델에 대한 구분 정확도를 계산한다.
- [0182] 즉, 심장 상태 모니터링 방법은 복수의 심장 이상 종류 모델의 판단 결과에 따라 복수의 심장 이상 종류 모델에 대한 구분 정확도를 수치화할 수 있다.
- [0183] 심장 상태 모니터링 방법이 복수의 심장 이상 종류 모델에 대한 구분 정확도를 계산하는 단계는 도 9를 이용하여 보충 설명한다.
- [0184] 단계(805)에서 본 발명의 일실시예에 따른 심장 상태 모니터링 방법은 정확도, 심장이상 종류 모델 및 공개된 심혈관계 질환 데이터를 이용하여 심혈관계 질환을 결정한다.
- [0185] 즉, 심장 상태 모니터링 방법은 단계(804)에서 계산된 정확도에 기반하여 단계(803)에서 결정된 심장이상 종류 모델과 공개 데이터로 공개된 심혈관계 질환 데이터를 비교 분석하여 심장상태 감지 센서를 착용하고 있는 사용자의 심혈관계 질환을 결정할 수 있다.
- [0186] 일실시예에 따른 심장 상태 모니터링 방법은 단계(801)을 통해 사용자로부터 움직임 신호 및 체온 신호를 더 측정할 수 있다.
- [0187] 이에, 심장 상태 모니터링 방법은 움직임 신호가 더 포함된 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력하고, 측정된 심전도 신호 및 측정된 움직임 신호를 기반으로 사용자의 심정지 및 낙상을 포함하는 위급상황을 탐지할 수도 있다.

- [0188] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 심장 상태 모니터링 방법이 심장상태 감지 센서 장치를 이용하여 측정된 생체신호를 기 저장된 인공지능 알고리즘을 이용하여 학습 및 분석하여 결정한 복수의 심장 이상 종류 모델에 대한 평가를 수행하는 실시예를 설명한다.
- [0189] 도 9를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 심장 상태 모니터링 방법은 단계(901)에서 심장이상 종류 모델을 이용하여 심장 상태를 복수의 경우로 구분한다.
- [0190] 즉, 심장 상태 모니터링 방법은 복수의 심장이상 종류 모델 각각에 대하여 심장이상을 심장이상으로 구분하는 TP(True Positive) 경우, 심장이상을 정상으로 구분하는 FN(False Negative) 경우, 정상을 심장이상으로 구분하는 FP(False Positive) 경우, 정상을 정상으로 구분하는 TN(True Negative) 경우에 해당하는 4 종류의 경우의 수로 구분한다.
- [0191] 단계(902)에서 본 발명의 일실시예에 따른 심장 상태 모니터링 방법은 단계(901)에서 구분된 복수의 경우의 수치를 이용하여 구분 정확도를 계산한다.
- [0192] 즉, 심장 상태 모니터링 방법은 TP(True Positive) 경우의 수치, FN(False Negative) 경우의 수치, FP(False Positive) 경우의 수치 및 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합에 대한 TP(True Positive) 경우의 수치와 TN(True Negative) 경우의 수치의 결합의 비율에 기반하여 구분 정확도를 계산한다.
- [0193] 단계(903)에서 본 발명의 일실시예에 따른 심장 상태 모니터링 방법은 단계(902)에서 계산된 구분 정확도를 이용하여 심장기능 이상, 위급 상황 및 아티팩트 제거율 중 적어도 하나를 결정할 수 있다.
- [0194] 즉, 심장 상태 모니터링 방법은 단계(902)에서 계산된 구분 정확도의 수치로 빈맥, 서맥, 심방세동, 좌각차단, 우각차단, 심방조기수축, 심실 조기수축과 관련된 심장 이상 종류의 구분 정확도가 임계값보다 높을 경우 심장 이상 종류를 빈맥, 서맥, 심방세동, 좌각차단, 우각차단, 심방조기수축 및 심실 조기수축 중 적어도 하나로 결정하고, 심정지와 관련하여 위급 상황을 결정하며, 아티팩트 제거 확률에 기반하여 아티팩트 제거율을 결정할 수 있다.
- [0195] 따라서, 본 발명은 환자에 부착되어 환자의 심장상태를 감지하는 심장상태 감지 센서 장치로부터 측정되는 생체신호를 기 저장된 인공지능 알고리즘에 기반하여 분석함에 따라 빈맥, 서맥, 심방세동, 좌각차단, 우각차단, 심방조기수축, 심실조기 수축, 심정지 등과 같은 주요 심장 이상 종류를 탐지할 수 있다.
- [0196] 또한, 본 발명은 기 저장된 인공지능 알고리즘과 오픈 데이터 셋을 이용하여 심장기능 이상 구분 정확도, 위급 상황 구분 정확도 및 아티팩트 신호 검출 정확도 계산함에 따라 환자에 부착되어 환자의 심장상태를 감지하는 심장상태 감지 센서 장치로부터 측정되는 생체신호의 측정 정확도를 학습 및 평가하여 생체신호의 측정 정확도를 개선할 수 있다.
- [0198] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0199] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서,

분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0200] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0201] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

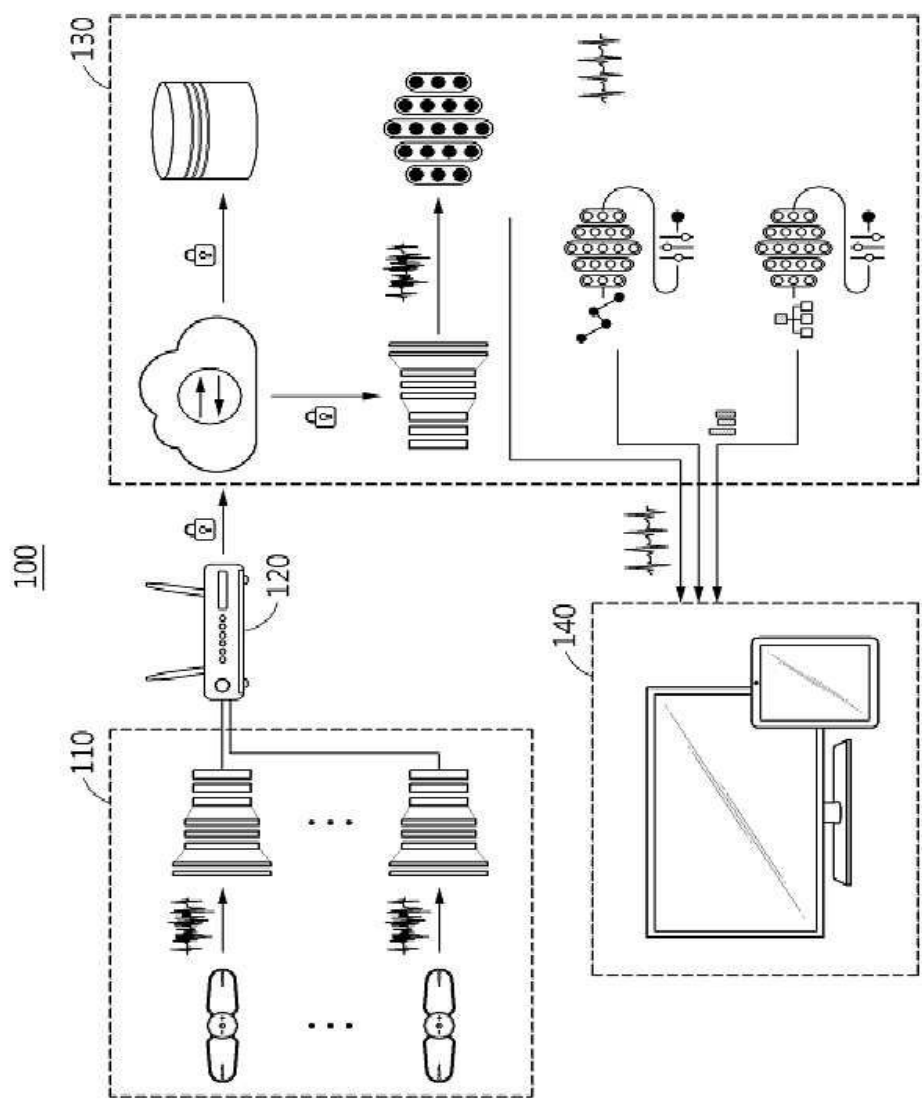
[0202] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

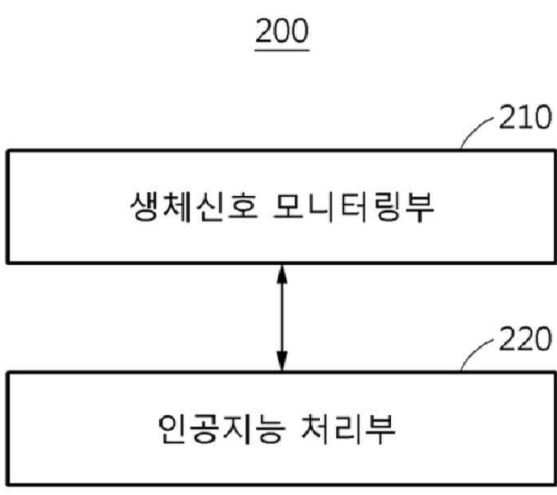
[0203] 100: 심장상태 모니터링 시스템 110: 심장상태 감지 센서 장치
120: 게이트웨이 130: 서버
140: 사용자 단말 장치

도면

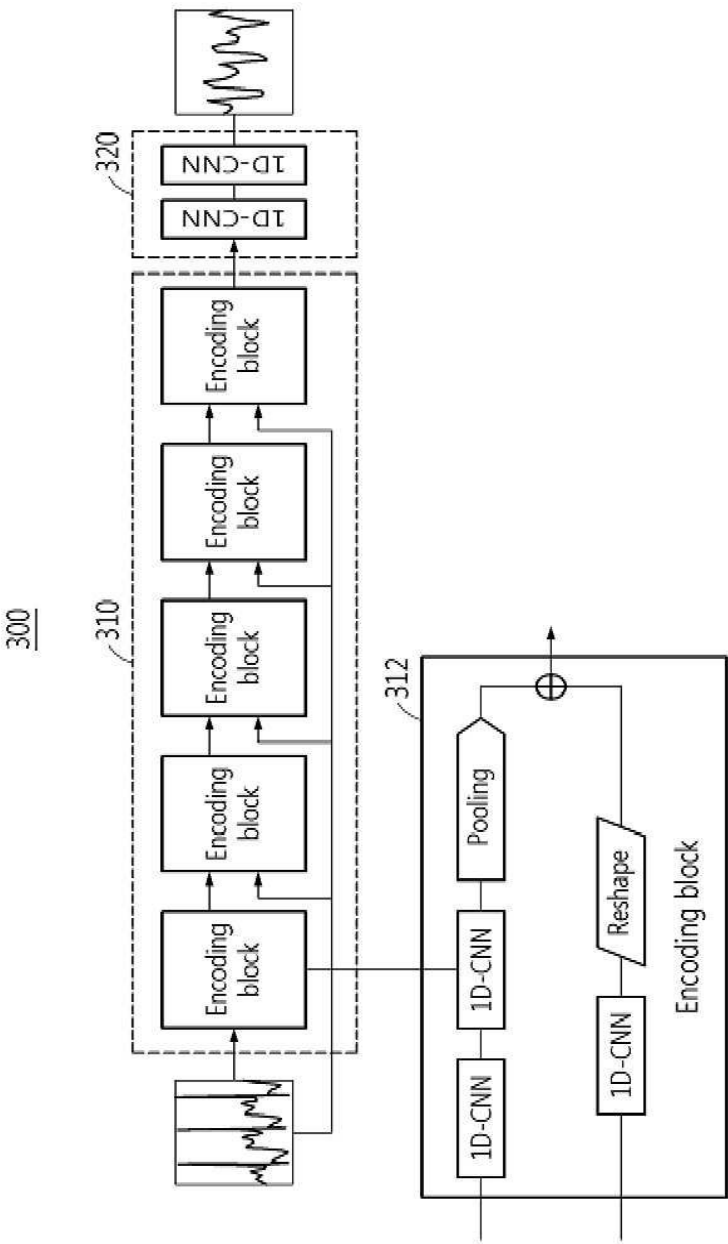
도면1



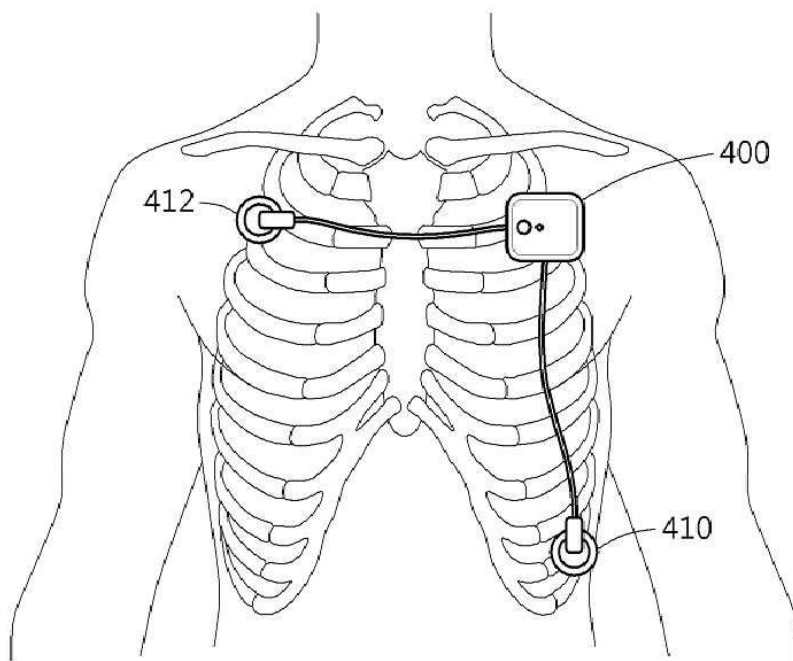
도면2



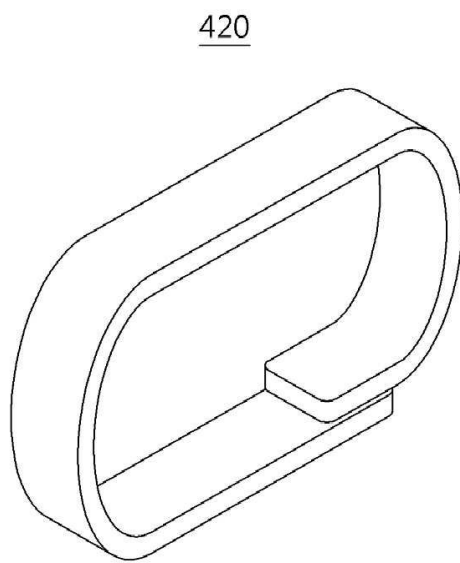
도면3



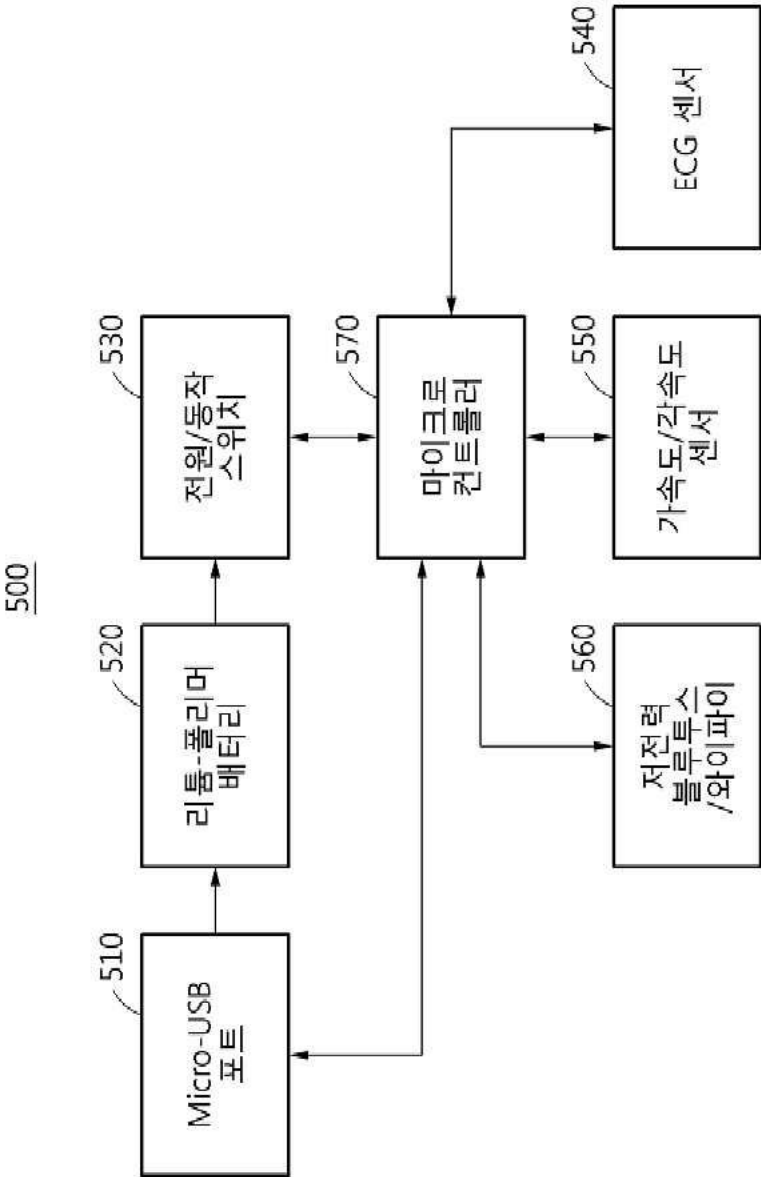
도면4a



도면4b

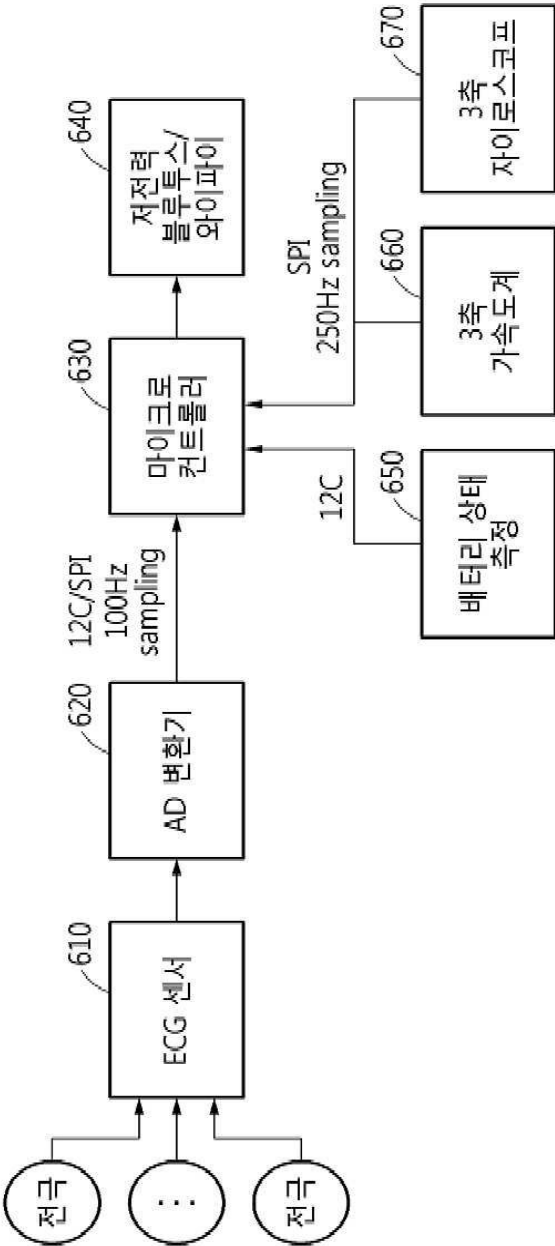


도면5

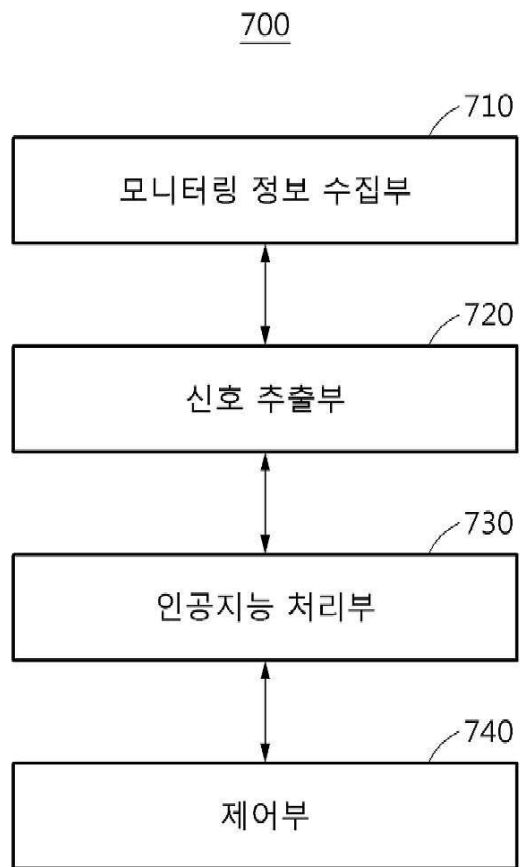


도면6

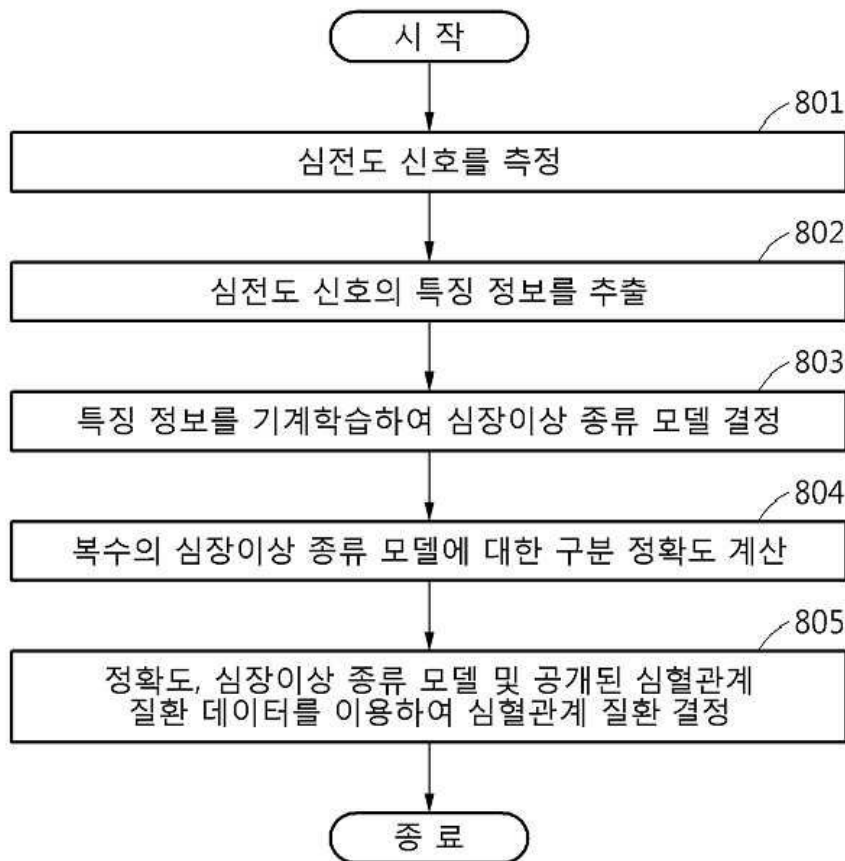
600



도면7



도면8



도면9

