(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0045426
(43) 공개일자 2024년04월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G16H 50/50 (2018.01) *A61B 5/021* (2006.01)
A61B 5/024 (2006.01) *A61B 5/026* (2006.01)
A61B 5/08 (2006.01) *A61B 5/145* (2006.01)
A61B 5/318 (2021.01) *G06N 20/00* (2019.01)
G16H 10/60 (2018.01) *G16H 50/20* (2018.01)
G16H 50/70 (2018.01)
(52) CPC특허분류
G16H 50/50 (2018.01)
A61B 5/021 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0124331
(22) 출원일자 2022년09월29일
심사청구일자 2022년09월29일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
이진석
서울특별시 송파구 송파대로 567, 511동 1402호(잠실동, 잠실주공아파트)
고훈
경기도 용인시 기흥구 서그내로53번길 3-10, 403호(서천동)
(74) 대리인
두호특허법인

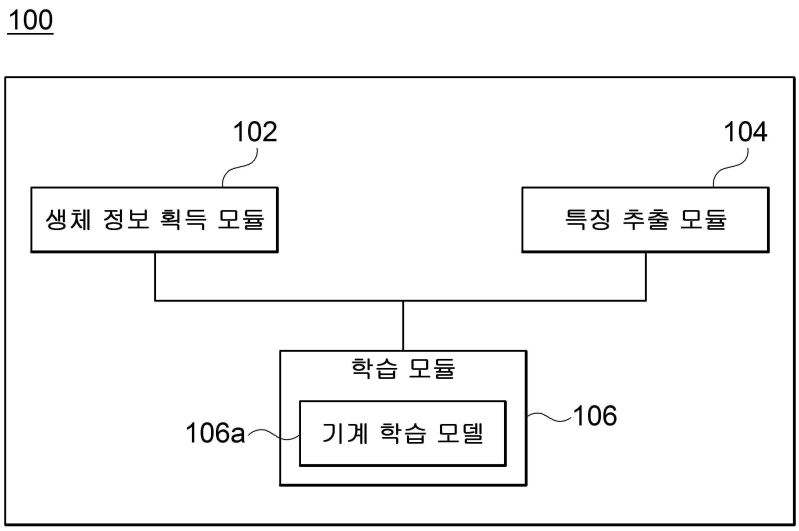
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 **혈액 수혈 판단 방법 및 장치**

(57) 요 약

혈액 수혈 판단 방법 및 장치가 개시된다. 개시되는 일 실시예에 따른 혈액 수혈 판단 방법은, 하나 이상의 프로세서들, 및 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비한 컴퓨팅 장치에서 수행되는 방법으로서, 환자로부터 생체 정보를 획득하는 단계, 획득한 생체 정보에 기반하여 복수 개의 특징을 포함하는 특징 셋을 생성하는 단계, 및 특징 셋을 기 설정된 하나 이상의 기계 학습 모델에 입력하여 환자의 혈액 수혈 필요 여부를 예측하도록 기계 학습 모델을 학습하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
A61B 5/024 (2013.01)
A61B 5/02416 (2013.01)
A61B 5/0261 (2013.01)
A61B 5/082 (2013.01)
A61B 5/14542 (2013.01)
A61B 5/318 (2022.01)
G16H 10/60 (2021.08)
G16H 50/20 (2018.01)
G16H 50/70 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711174474
과제번호	KD000095
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	범부처전주기의료기기연구개발사업단
연구사업명	범부처전주기의료기기연구개발사업(R&D)
연구과제명	AI 기반 ICU 환자 위험도 예측 솔루션 개발과 검증 및 사업화: SAVE-U project
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교산학협력단
연구기간	2022.03.01 ~ 2022.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

하나 이상의 프로세서들, 및

상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비한 컴퓨팅 장치에서 수행되는 방법으로서,

환자로부터 생체 정보를 획득하는 단계;

상기 획득한 생체 정보에 기반하여 복수 개의 특징을 포함하는 특징 셋을 생성하는 단계; 및

상기 특징 셋을 기 설정된 하나 이상의 기계 학습 모델에 입력하여 환자의 혈액 수혈 필요 여부를 예측하도록 상기 기계 학습 모델을 학습하는 단계를 포함하는, 혈액 수혈 판단 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 생체 정보를 획득하는 단계는,

상기 환자로부터 기 설정된 시간 동안 심전도(ECG) 파형, 광혈류 측정(PPG) 파형, 혈압, 호흡, 및 산소 포화도를 측정하여 측정 생체 정보를 획득하는 단계; 및

상기 측정 생체 정보에 기반하여 기 설정된 단위 시간의 분석 생체 정보를 생성하는 단계를 포함하는, 혈액 수혈 판단 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 분석 생체 정보는,

상기 단위 시간의 심전도(ECG) 파형, 광혈류 측정(PPG) 파형, 확장기(diastolic) 혈압, 수축기(systolic) 혈압, 평균 혈압, 산소 포화도, 및 평균 호흡수 중 하나 이상을 포함하는, 혈액 수혈 판단 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 특징 셋을 생성하는 단계는,

상기 단위 시간의 심전도(ECG) 파형 및 광혈류 측정(PPG) 파형에 기반하여 펄스 트랜짓 타임(Pulse Transit Time : PTT) 관련 특징을 추출하는 단계를 포함하는, 혈액 수혈 판단 방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 펄스 트랜짓 타임 관련 특징은,

펄스 트랜짓 타임 피크의 평균, 펄스 트랜짓 타임 피크의 분산, 펄스 트랜짓 파임 폿의 평균, 및 펄스 트랜짓

타임 풋의 분산 중 하나 이상을 포함하고,

상기 펄스 트랜짓 타임 피크의 평균은, 심전도(ECG)의 R-peak와 광혈류 측정(PPG)의 pulse peak 사이의 평균 시간 간격을 의미하고,

상기 펄스 트랜짓 타임 피크의 분산은, 심전도(ECG)의 R-peak와 광혈류 측정(PPG)의 pulse peak 사이의 시간 간격의 분산을 의미하며,

상기 펄스 트랜짓 파임 풋의 평균은, 심전도(ECG)의 R-peak와 광혈류 측정(PPG)의 pulse foot 사이의 평균 시간 간격을 의미하고,

상기 펄스 트랜짓 타임 풋의 분산은, 심전도(ECG)의 R-peak와 광혈류 측정(PPG)의 pulse foot 사이의 시간 간격의 분산을 의미하는, 혈액 수혈 판단 방법.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 특징 셋을 생성하는 단계는,

상기 단위 시간의 광혈류 측정(PPG)에 기반하여 광혈류 측정 피크 진폭의 분산을 특징으로 추출하는 단계를 더 포함하고,

상기 광혈류 측정 피크 진폭의 분산은, 광혈류 측정(PPG)의 pulse peak(펄스 피크)와 pulse foot(펄스 바닥) 사이의 차이의 분산을 의미하는, 혈액 수혈 판단 방법.

청구항 7

청구항 4에 있어서,

상기 특징 셋을 생성하는 단계는,

상기 단위 시간의 심전도(ECG) 파형에서 심박수(Heart Rate : HR) 관련 특징을 추출하는 단계를 더 포함하고,

상기 심박수 관련 특징은, 심박수 평균(mHR) 및 심박수 변이(Heart Rate Variability : HRV)에 기반한 메트릭스(metrics)들을 포함하는, 혈액 수혈 판단 방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 심박수 관련 특징을 추출하는 단계는,

상기 단위 시간의 심전도(ECG)의 normal-to-normal(NN) 간격의 표준 편차(standard deviation)를 계산하여 제1 심박수 변이 메트릭스(HRV-SDNN)를 산출하는 단계;

상기 단위 시간의 심전도(ECG)의 normal-to-normal(NN) 간격 사이의 루트 평균 제곱 연속 차이(Root Mean Squared Successive Difference)를 계산하여 제2 심박수 변이 메트릭스(HRV-RMSSD)를 산출하는 단계; 및

상기 단위 시간의 심전도(ECG)의 저주파수 구간의 전력 스펙트럼과 고주파수 구간의 전력 스펙트럼 간의 비율을 계산하여 제3 심박수 변이 메트릭스(HRV-LF/HF)를 산출하는 단계를 포함하는, 혈액 수혈 판단 방법.

청구항 9

청구항 3에 있어서,

상기 특징 셋은,

펄스 트랜짓 타임 피크의 평균(mPPT-peak), 펄스 트랜짓 타임 피크의 분산(vPPT-peak), 펄스 트랜짓 파임 풋의 평균(mPPT-foot), 펄스 트랜짓 타임 풋의 분산(vPPT-foot), 심박수 평균(mHR), 제1 심박수 변이 메트릭스(HRV-SDNN), 제2 심박수 변이 메트릭스(HRV-RMSSD), 제3 심박수 변이 메트릭스(HRV-LF/HF), 평균 확장기 혈압(mBP-dias), 평균 수축기 혈압(mBP-sys), 평균 동맥 혈압(mBP-mean), 평균 산소 포화도(mSpO2), 평균 호흡(mRespiration), 및 광혈류 측정 피크 진폭의 분산(vPPG-amp)을 포함하는, 혈액 수혈 판단 방법.

청구항 10

하나 이상의 프로세서들, 및

상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비한 혈액 수혈 판단 장치로서,

환자로부터 생체 정보를 획득하는 생체 정보 획득 모듈;

상기 획득한 생체 정보에 기반하여 복수 개의 특징을 포함하는 특징 셋을 생성하는 특징 추출 모듈; 및

상기 특징 셋을 기 설정된 하나 이상의 기계 학습 모델에 입력하여 환자의 혈액 수혈 필요 여부를 예측하도록 상기 기계 학습 모델을 학습하는 학습 모듈을 포함하는, 혈액 수혈 판단 장치.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 생체 정보 획득 모듈은,

상기 환자로부터 기 설정된 시간 동안 심전도(ECG) 파형, 광혈류 측정(PPG) 파형, 혈압, 호흡, 및 산소 포화도를 측정하여 측정 생체 정보를 획득하고, 상기 측정 생체 정보에 기반하여 기 설정된 단위 시간의 분석 생체 정보를 생성하는, 혈액 수혈 판단 장치.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 분석 생체 정보는,

상기 단위 시간의 심전도(ECG) 파형, 광혈류 측정(PPG) 파형, 확장기(diastolic) 혈압, 수축기(systolic) 혈압, 평균 혈압, 산소 포화도, 및 평균 호흡수 중 하나 이상을 포함하는, 혈액 수혈 판단 장치.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 특징 추출 모듈은,

상기 단위 시간의 심전도(ECG) 파형 및 광혈류 측정(PPG) 파형에 기반하여 펄스 트랜짓 타임(Pulse Transit Time : PTT) 관련 특징을 추출하는, 혈액 수혈 판단 장치.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 펄스 트랜짓 타임 관련 특징은,

펄스 트랜짓 타임 피크의 평균, 펄스 트랜짓 타임 피크의 분산, 펄스 트랜짓 파임 풋의 평균, 및 펄스 트랜짓

타임 풋의 분산 중 하나 이상을 포함하고,

상기 펄스 트랜짓 타임 피크의 평균은, 심전도(ECG)의 R-peak와 광혈류 측정(PPG)의 pulse peak 사이의 평균 시간 간격을 의미하고,

상기 펄스 트랜짓 타임 피크의 분산은, 심전도(ECG)의 R-peak와 광혈류 측정(PPG)의 pulse peak 사이의 시간 간격의 분산을 의미하며,

상기 펄스 트랜짓 파임 풋의 평균은, 심전도(ECG)의 R-peak와 광혈류 측정(PPG)의 pulse foot 사이의 평균 시간 간격을 의미하고,

상기 펄스 트랜짓 타임 풋의 분산은, 심전도(ECG)의 R-peak와 광혈류 측정(PPG)의 pulse foot 사이의 시간 간격의 분산을 의미하는, 혈액 수혈 판단 장치.

청구항 15

청구항 13에 있어서,

상기 특징 추출 모듈은,

상기 단위 시간의 광혈류 측정(PPG)에 기반하여 광혈류 측정 피크 진폭의 분산을 특징으로 추출하며,

상기 광혈류 측정 피크 진폭의 분산은, 광혈류 측정(PPG)의 pulse peak(펄스 피크)와 pulse foot(펄스 바닥) 사이의 차이의 분산을 의미하는, 혈액 수혈 판단 장치.

청구항 16

청구항 13에 있어서,

상기 특징 추출 모듈은,

상기 단위 시간의 심전도(ECG) 파형에서 심박수(Heart Rate : HR) 관련 특징을 추출하고,

상기 심박수 관련 특징은, 심박수 평균(mHR) 및 심박수 변이(Heart Rate Variability : HRV)에 기반한 메트릭스(metrics)들을 포함하는, 혈액 수혈 판단 장치.

청구항 17

청구항 16에 있어서,

상기 특징 추출 모듈은,

상기 단위 시간의 심전도(ECG)의 normal-to-normal(NN) 간격의 표준 편차(standard deviation)를 계산하여 제1 심박수 변이 메트릭스(HRV-SDNN)를 산출하고, 상기 단위 시간의 심전도(ECG)의 normal-to-normal(NN) 간격 사이의 루트 평균 제곱 연속 차이(Root Mean Squared Successive Difference)를 계산하여 제2 심박수 변이 메트릭스(HRV-RMSSD)를 산출하며, 상기 단위 시간의 심전도(ECG)의 저주파수 구간의 전력 스펙트럼과 고주파수 구간의 전력 스펙트럼 간의 비율을 계산하여 제3 심박수 변이 메트릭스(HRV-LF/HF)를 산출하는, 혈액 수혈 판단 장치.

청구항 18

청구항 12에 있어서,

상기 특징 셋은,

펄스 트랜짓 타임 피크의 평균(mPPT-peak), 펄스 트랜짓 타임 피크의 분산(vPPT-peak), 펄스 트랜짓 파임 풋의 평균(mPPT-foot), 펄스 트랜짓 타임 풋의 분산(vPPT-foot), 심박수 평균(mHR), 제1 심박수 변이 메트릭스(HRV-

SDNN), 제2 심박수 변이 메트릭스(HRV-RMSSD), 제3 심박수 변이 메트릭스(HRV-LF/HF), 평균 확장기 혈압(mBP-dias), 평균 수축기 혈압(mBP-sys), 평균 동맥 혈압(mBP-mean), 평균 산소 포화도(mSpO2), 평균 호흡(mRespiration), 및 광혈류 측정 피크 진폭의 분산(vPPG-amp)을 포함하는, 혈액 수혈 판단 장치.

청구항 19

비일시적 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(non-transitory computer readable storage medium)에 저장된 컴퓨터 프로그램으로서,

상기 컴퓨터 프로그램은 하나 이상의 명령어들을 포함하고, 상기 명령어들은 하나 이상의 프로세서들을 갖는 컴퓨팅 장치에 의해 실행될 때, 상기 컴퓨팅 장치로 하여금,

환자로부터 생체 정보를 획득하는 단계;

상기 획득한 생체 정보에 기반하여 복수 개의 특징을 포함하는 특징 셋을 생성하는 단계; 및

상기 특징 셋을 기 설정된 하나 이상의 기계 학습 모델에 입력하여 환자의 혈액 수혈 필요 여부를 예측하도록 상기 기계 학습 모델을 학습하는 단계를 수행하도록 하는, 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 실시예는 혈액 수혈 판단 기술과 관련된다.

배 경 기 술

[0003] 혈액 수혈은 출혈, 중증 빈혈, 화학요법치료 등 다양한 원인을 기반으로 하지만 그 과정이 복잡하고 체내 출혈 등 예측하지 못하는 상황이 발생할 수 있어 신중하게 결정되어야 한다. 특히 외상 환자에게 수혈은 중요한 관리 요소로서, 안전한 수혈을 위해서는 수혈 전 검사(예를 들어, CT 검사 등)가 필수적이지만, 심각한 외상이나 대량 출혈과 같은 상황에서는 몇 분 안에 수혈이 지연되는 특이성이 있어 환자들에게 심각한 결과를 초래할 수 있다. 따라서, 환자의 수혈 필요 여부를 별도의 검사 없이 환자의 생체 신호를 이용하여 탐지할 수 있는 방안이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 제10-0884023호(2009.02.17)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 개시되는 실시예는 환자의 혈액 수혈 필요 여부를 간단하고 신속하게 판단할 수 있는 혈액 수혈 판단 방법 및 장치를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 개시되는 일 실시예에 따른 혈액 수혈 판단 방법은, 하나 이상의 프로세서들, 및 상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비한 컴퓨팅 장치에서 수행되는 방법으로서,

환자로부터 생체 정보를 획득하는 단계; 상기 획득한 생체 정보에 기반하여 복수 개의 특징을 포함하는 특징 셋을 생성하는 단계; 및 상기 특징 셋을 기 설정된 하나 이상의 기계 학습 모델에 입력하여 환자의 혈액 수혈 필요 여부를 예측하도록 상기 기계 학습 모델을 학습하는 단계를 포함한다.

[0009] 상기 생체 정보를 획득하는 단계는, 상기 환자로부터 기 설정된 시간 동안 심전도(ECG) 파형, 광혈류 측정(PPG) 파형, 혈압, 호흡, 및 산소 포화도를 측정하여 측정 생체 정보를 획득하는 단계; 및 상기 측정 생체 정보에 기반하여 기 설정된 단위 시간의 분석 생체 정보를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 분석 생체 정보는, 상기 단위 시간의 심전도(ECG) 파형, 광혈류 측정(PPG) 파형, 확장기(diastolic) 혈압, 수축기(systolic) 혈압, 평균 혈압, 산소 포화도, 및 평균 호흡수 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0011] 상기 특징 셋을 생성하는 단계는, 상기 단위 시간의 심전도(ECG) 파형 및 광혈류 측정(PPG) 파형에 기반하여 펄스 트랜짓 타임(Pulse Transit Time : PTT) 관련 특징을 추출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 펄스 트랜짓 타임 관련 특징은, 펄스 트랜짓 타임 피크의 평균, 펄스 트랜짓 타임 피크의 분산, 펄스 트랜짓 파임 풋의 평균, 및 펄스 트랜짓 타임 풋의 분산 중 하나 이상을 포함하고, 상기 펄스 트랜짓 타임 피크의 평균은, 심전도(ECG)의 R-peak와 광혈류 측정(PPG)의 pulse peak 사이의 평균 시간 간격을 의미하고, 상기 펄스 트랜짓 타임 피크의 분산은, 심전도(ECG)의 R-peak와 광혈류 측정(PPG)의 pulse peak 사이의 시간 간격의 분산을 의미하며, 상기 펄스 트랜짓 파임 풋의 평균은, 심전도(ECG)의 R-peak와 광혈류 측정(PPG)의 pulse foot 사이의 평균 시간 간격을 의미하고, 상기 펄스 트랜짓 타임 풋의 분산은, 심전도(ECG)의 R-peak와 광혈류 측정(PPG)의 pulse foot 사이의 시간 간격의 분산을 의미할 수 있다.

[0013] 상기 특징 셋을 생성하는 단계는, 상기 단위 시간의 광혈류 측정(PPG)에 기반하여 광혈류 측정 피크 진폭의 분산을 특징으로 추출하는 단계를 더 포함하고, 상기 광혈류 측정 피크 진폭의 분산은, 광혈류 측정(PPG)의 pulse peak(펄스 피크)와 pulse foot(펄스 바닥) 사이의 차이의 분산을 의미할 수 있다.

[0014] 상기 특징 셋을 생성하는 단계는, 상기 단위 시간의 심전도(ECG) 파형에서 심박수(Heart Rate : HR) 관련 특징을 추출하는 단계를 더 포함하고, 상기 심박수 관련 특징은, 심박수 평균(mHR) 및 심박수 변이(Heart Rate Variability : HRV)에 기반한 메트릭스(metrics)들을 포함할 수 있다.

[0015] 상기 심박수 관련 특징을 추출하는 단계는, 상기 단위 시간의 심전도(ECG)의 normal-to-normal(NN) 간격의 표준편차(standard deviation)를 계산하여 제1 심박수 변이 메트릭스(HRV-SDNN)를 산출하는 단계; 상기 단위 시간의 심전도(ECG)의 normal-to-normal(NN) 간격 사이의 루트 평균 제곱 연속 차이(Root Mean Squared Successive Difference)를 계산하여 제2 심박수 변이 메트릭스(HRV-RMSSD)를 산출하는 단계; 및 상기 단위 시간의 심전도(ECG)의 저주파수 구간의 전력 스펙트럼과 고주파수 구간의 전력 스펙트럼 간의 비율을 계산하여 제3 심박수 변이 메트릭스(HRV-LF/HF)를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 특징 셋은, 펄스 트랜짓 타임 피크의 평균(mPPT-peak), 펄스 트랜짓 타임 피크의 분산(vPPT-peak), 펄스 트랜짓 파임 풋의 평균(mPPT-foot), 펄스 트랜짓 타임 풋의 분산(vPPT-foot), 심박수 평균(mHR), 제1 심박수 변이 메트릭스(HRV-SDNN), 제2 심박수 변이 메트릭스(HRV-RMSSD), 제3 심박수 변이 메트릭스(HRV-LF/HF), 평균 확장기 혈압(mBP-dias), 평균 수축기 혈압(mBP-sys), 평균 동맥 혈압(mBP-mean), 평균 산소 포화도(mSpO2), 평균 호흡(mRespiration), 및 광혈류 측정 피크 진폭의 분산(vPPG-amp)을 포함할 수 있다.

[0017] 개시되는 일 실시예에 따른 혈액 수혈 판단 장치는, 하나 이상의 프로세서들, 및 상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비한 혈액 수혈 판단 장치로서, 환자로부터 생체 정보를 획득하는 생체 정보 획득 모듈; 상기 획득한 생체 정보에 기반하여 복수 개의 특징을 포함하는 특징 셋을 생성하는 특징 추출 모듈; 및 상기 특징 셋을 기 설정된 하나 이상의 기계 학습 모델에 입력하여 환자의 혈액 수혈 필요 여부를 예측하도록 상기 기계 학습 모델을 학습하는 학습 모듈을 포함한다.

발명의 효과

[0019] 개시되는 실시예에 의하면, 환자로부터 생체 정보만을 획득하여 환자의 수혈 필요 여부를 판단할 수 있는 바, CT와 같은 별도의 검사 없이도 신속하게 환자의 수혈 필요 여부를 판단할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 혈액 수혈 판단 장치의 구성을 나타낸 도면

도 2는 본 발명의 일 실시예에서 펄스 트랜짓 타임 관련 특징의 산출을 설명하기 위한 도면

도 3은 본 발명의 일 실시예에서 특징 셋에 포함된 특징들의 특징 중요도를 분석한 상태를 나타낸 도면

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 혈액 수혈 판단 방법을 설명하기 위한 흐름도

도 5는 예시적인 실시예들에서 사용되기에 적합한 컴퓨팅 장치를 포함하는 컴퓨팅 환경을 예시하여 설명하기 위한 블록도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시형태를 설명하기로 한다. 이하의 상세한 설명은 본 명세서에서 기술된 방법, 장치 및/또는 시스템에 대한 포괄적인 이해를 돕기 위해 제공된다. 그러나 이는 예시에 불과하며 본 발명은 이에 제한되지 않는다.

[0023] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서, 본 발명과 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 그리고, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 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. 상세한 설명에서 사용되는 용어는 단지 본 발명의 실시예들을 기술하기 위한 것이며, 결코 제한적이어서는 안 된다. 명확하게 달리 사용되지 않는 한, 단수 형태의 표현은 복수 형태의 의미를 포함한다. 본 설명에서, "포함" 또는 "구비"와 같은 표현은 어떤 특성들, 숫자들, 단계들, 동작들, 요소들, 이들의 일부 또는 조합을 가리키기 위한 것이며, 기술된 것 이외에 하나 또는 그 이상의 다른 특성, 숫자, 단계, 동작, 요소, 이들의 일부 또는 조합의 존재 또는 가능성을 배제하도록 해석되어서는 안 된다.

[0024] 또한, 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다.

[0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 혈액 수혈 판단 장치의 구성을 나타낸 도면이다.

[0027] 도 1을 참조하면, 혈액 수혈 판단 장치(100)는 생체 정보 획득 모듈(102), 특징 추출 모듈(104), 및 학습 모듈(106)을 포함할 수 있다.

[0028] 혈액 수혈 판단 장치(100)는 인공 지능 기술을 이용하여 환자가 수혈이 필요한지 여부를 판단하도록 마련될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 혈액 수혈 판단 장치(100)는 하나 이상의 기계 학습 모델을 이용하여 환자가 수혈이 필요한지 여부를 판단할 수 있다.

[0029] 이때, 혈액 수혈 판단 장치(100)는 기계 학습 모델을 학습하기 위한 학습 데이터를 수집하고, 학습 데이터를 통해 기계 학습 모델을 학습시킨 후, 학습된 기계 학습 모델을 이용하여 환자의 수혈 필요 여부를 예측할 수 있다. 여기서, 학습 데이터는 외상 센터 응급실에 입원하여 수혈을 한 환자를 대상으로 수집할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0030] 생체 정보 획득 모듈(102)은 환자들로부터 혈액 수혈이 필요한지 여부를 판단하기 위한 기초 정보인 생체 정보를 획득할 수 있다. 예를 들어, 생체 정보 획득 모듈(102)은 환자에 착용할 수 있는 웨어러블 기기를 통해 환자의 생체 정보를 획득할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 예시적인 실시예에서, 환자는 외상 센터 응급실에 입원한 후 수혈을 한 환자들을 대상으로 할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0031] 생체 정보 획득 모듈(102)은 환자들로부터 심전도(Electrocardiograph : ECG) 파형, 광혈류 측정(Photoplethysmography : PPG) 파형, 혈압, 호흡, 및 산소 포화도를 측정할 수 있다. 예를 들어, 생체 정보 획득 모듈(102)은 외상 센터 응급실에 입원한 시점을 기준으로 60분 후에 환자로부터 기 설정된 시간(예를 들어, 30분) 동안 심전도 파형, 광혈류 측정 파형, 혈압, 호흡, 및 산소 포화도를 측정할 수 있다. 또한, 생체 정보

획득 모듈(102)은 수혈을 한 후 외상 센터 응급실을 퇴원하기 1시간 전에 기 설정된 시간(예를 들어, 30분) 동안 심전도 파형, 광혈류 측정 파형, 혈압, 호흡, 및 산소 포화도를 측정할 수 있다.

[0032] 즉, 생체 정보 획득 모듈(102)은 외상 센터 응급실에 입원하는 시기 및 퇴원하는 시기에 각각 환자로부터 생체 정보를 측정할 수 있다. 한편, 환자의 생체 정보를 측정하기 시작하는 시간 및 측정 지속 시간은 일 예시일 뿐이에 한정되는 것은 아니다.

[0033] 생체 정보 획득 모듈(102)은 기 설정된 시간 동안 측정된 생체 정보(측정 생체 정보)에 기반하여 단위 시간의 분석 생체 정보를 생성할 수 있다. 구체적으로, 생체 정보 획득 모듈(102)은 기 설정된 시간 동안 측정된 측정 생체 정보를 기 설정된 단위 시간(예를 들어, 1분)으로 분할 할 수 있다. 측정 생체 정보를 30분 동안 측정한 경우, 1분 단위의 측정 생체 정보가 30개 생성되게 된다.

[0034] 생체 정보 획득 모듈(102)은 단위 시간 별 분할된 측정 생체 정보를 분석하여 단위 시간의 분석 생체 정보를 생성할 수 있다.

[0035] 생체 정보 획득 모듈(102)은 분할된 측정 생체 정보에서 단위 시간의 심전도 파형 및 광혈류 측정 파형을 추출할 수 있다. 생체 정보 획득 모듈(102)은 분할된 측정 생체 정보에서 단위 시간의 확장기(diastolic) 혈압, 수축기(systolic) 혈압, 및 평균 혈압 값을 추출할 수 있다. 생체 정보 획득 모듈(102)은 분할된 측정 생체 정보에서 단위 시간의 산소 포화도 값을 추출할 수 있다. 생체 정보 획득 모듈(102)은 분할된 측정 생체 정보에서 단위 시간의 평균 호흡수를 추출할 수 있다.

[0036] 즉, 단위 시간의 분석 생체 정보는 단위 시간의 심전도 파형, 광혈류 측정 파형, 확장기(diastolic) 혈압, 수축기(systolic) 혈압, 평균 혈압, 산소 포화도, 및 평균 호흡수를 포함할 수 있다. 생체 정보 획득 모듈(102)은 이러한 7개의 분석 생체 정보를 특징 추출 모듈(104)로 전달할 수 있다.

[0037] 특징 추출 모듈(104)은 단위 시간의 분석 생체 정보로부터 기계 학습 모델의 학습 데이터가 되는 특징 셋을 추출할 수 있다.

[0038] 구체적으로, 특징 추출 모듈(104)은 단위 시간의 심전도(ECG) 파형 및 광혈류 측정(PPG) 파형에 기반하여 펄스 트랜짓 타임(Pulse Transit Time : PTT) 관련 특징을 추출할 수 있다. 여기서, 펄스 트랜짓 타임(PTT)은 동맥 맥압파(arterial pulse pressure wave)가 대동맥 판막(aortic valve)에서 말초 부위(peripheral site)로 이동하는데 측정된 시간일 수 있다.

[0039] 펄스 트랜짓 타임 관련 특징은 펄스 트랜짓 타임 피크(peak)의 평균(mean)(mPPT-peak), 펄스 트랜짓 타임 피크의 분산(variance)(vPPT-peak), 펄스 트랜짓 파임 풋(foot)의 평균(mPPT-foot), 및 펄스 트랜짓 타임 풋의 분산(vPPT-foot)을 포함할 수 있다.

[0040] 도 2는 본 발명의 일 실시예에서 펄스 트랜짓 타임 관련 특징의 산출을 설명하기 위한 도면이다. 도 2를 참조하면, 펄스 트랜짓 타임 피크의 평균(mPPT-peak)은 심전도(ECG)의 R-peak와 광혈류 측정(PPG)의 pulse peak 사이의 평균 시간 간격을 의미할 수 있다. 펄스 트랜짓 타임 피크의 분산 (vPPT-peak)은 심전도(ECG)의 R-peak와 광혈류 측정(PPG)의 pulse peak 사이의 시간 간격의 분산을 의미할 수 있다.

[0041] 펄스 트랜짓 파임 풋의 평균(mPPT-foot)은 심전도(ECG)의 R-peak와 광혈류 측정(PPG)의 pulse foot 사이의 평균 시간 간격을 의미할 수 있다. 펄스 트랜짓 타임 풋의 분산(vPPT-foot)은 심전도(ECG)의 R-peak와 광혈류 측정(PPG)의 pulse foot 사이의 시간 간격의 분산을 의미할 수 있다.

[0042] 특징 추출 모듈(104)은 광혈류 측정(PPG) 파형에 기반하여 광혈류 측정 피크 진폭의 분산(variance of PPG peak amplitudes : vPPG-amp)을 특징으로 추출할 수 있다. 여기서, 광혈류 측정 피크 진폭의 분산(vPPG-amp)은 광혈류 측정(PPG)의 pulse peak(펄스 피크)와 pulse foot(펄스 바닥) 사이의 차이(즉, 피크 진폭)의 분산을 의미할 수 있다.

[0043] 또한, 특징 추출 모듈(104)은 단위 시간의 심전도(ECG) 파형에서 심박수(Heart Rate : HR) 관련 특징을 추출할 수 있다. 심박수 관련 특징에는 심박수 평균(mHR) 및 심박수 변이(Heart Rate Variability : HRV)에 기반한 메트릭스(metrics)들이 포함될 수 있다. 그리고, 심박수 변이(HRV)에 기반한 메트릭스는 제1 심박수 변이 메트릭스(HRV-SDNN), 제2 심박수 변이 메트릭스(HRV-RMSSD), 및 제3 심박수 변이 메트릭스(HRV-LF/HF)를 포함할 수 있다.

[0044] 구체적으로, 특징 추출 모듈(104)은 단위 시간의 심전도(ECG)의 normal-to-normal(NN) 간격의 표준 편차

(standard deviation)를 계산하여 제1 심박수 변이 메트릭스(HRV-SDNN)를 산출할 수 있다. 특징 추출 모듈(104)은 단위 시간의 심전도(ECG)의 normal-to-normal(NN) 간격 사이의 루트 평균 제곱 연속 차이(Root Mean Squared Successive Difference)를 계산하여 제2 심박수 변이 메트릭스(HRV-RMSSD)를 산출할 수 있다.

[0045] 특징 추출 모듈(104)은 심전도(ECG)를 주파수 영역에서 분석하여 전력 스펙트럼 밀도를 구하고, 여기서 저주파수(0.04 Hz ~ 0.15 Hz) 구간의 전력 스펙트럼과 고주파수(0.15 Hz ~ 0.4 Hz) 구간의 전력 스펙트럼 간의 비율을 계산하여 제3 심박수 변이 메트릭스(HRV-LF/HF)를 산출할 수 있다.

[0046] 또한, 특징 추출 모듈(104)은 단위 시간의 분석 생체 정보 중 확장기(diastolic) 혈압, 수축기(systolic) 혈압, 및 평균 혈압에 기반하여 혈압 관련 특징을 추출할 수 있다. 혈압 관련 특징은 평균 확장기 혈압(mBP-dias), 평균 수축기 혈압(mBP-sys), 및 평균 동맥 혈압(mBP-mean)을 포함할 수 있다. 또한, 특징 추출 모듈(104)은 단위 시간의 분석 생체 정보에서 평균 산소 포화도(mSpO2) 및 평균 호흡(mRespiration)을 특징으로 산출할 수 있다.

[0047] 이와 같이, 특징 추출 모듈(104)은 단위 시간의 분석 생체 정보에서 아래의 표 1과 같이 14가지의 특징을 포함하는 특징 셋을 추출할 수 있다.

표 1

[0048]

Vital Signal Features		Pre-transfusion	Post-transfusion	Total	*p*-value
PTT information	*m*PTT-peak (ms)	0.4518±0.1328	0.5064±0.0917	0.4791±0.1172	<0.001
	*m*PTT-foot (ms)	0.2963±0.0678	0.2819±0.0870	0.2891±0.0783	<0.001
	*v*PTT-foot (ms)	0.0200±0.0233	0.0113±0. 0209	0.0157±0.0225	0.004
	*v*PTT-foot (ms)	0.0229±0.0244	0.0119±0.0212	0.0174±0.0235	<0.001
HR and HRV information	*m*HR (bpm)	110.1169±16.5514	102.3463 ±10.9634	106.2316±14.5596	<0.001
	HRV-SDNN (ms)	102.6394 ±176.3186	119.683±499.543	111.1612 ±374.4941	0.475
	HRV-RMSSD (ms)	130.9007 ±271.7169	147.649±603.684	139.2750 ±467.9527	0.574
	HRV-LF/HF (%)	1.5160±2.8489	1.9536±3.8587	1.7348±3.3969	0.043
Blood pressure	*m*BP-dias (mmHg)	81.0041±13.0863	72.1562±19.9054	76.5801±17.4081	<0.001
	*m*BP-sys (mmHg)	128.5213±17.8944	123.7505 ±24.5682	126.1359±21.6132	<0.001
	*m*BP-mean (mmHg)	98.2779±14.1271	88.5051±21.1398	93.3915±18.6228	<0.001
Others	*v*PPG-amp (mV)	6.0633±8.2941	4.6100±8.7131	5.3366±8.5329	0.007
	*m*SpO2(%)	95.3428±11.9937	94.8093±11.4658	95.0761±11.7298	0.475
	*m*Respiration (/min)	19.2617±3.7959	22.4746±18.1005	20.8682±13.1692	<0.001

[0049] 학습 모듈(106)은 특징 추출 모듈(104)에서 추출한 특징 셋(feature set)을 입력으로 하여 환자의 수혈 필요 여부를 판단할 수 있다. 학습 모듈(106)은 기계 학습 모델(106a)을 포함할 수 있다. 기계 학습 모델(106a)은 특징 셋을 입력으로 하여 환자의 수혈 필요에 대한 정도를 예측하도록 학습되는 모델일 수 있다.

[0050] 예를 들어, 학습 모듈(106)은 펄스 트랜짓 타임 피크의 평균(mPPT-peak), 펄스 트랜짓 타임 피크의 분산(vPPT-peak), 펄스 트랜짓 파임 풋의 평균(mPPT-foot), 펄스 트랜짓 타임 풋의 분산(vPPT-foot), 심박수 평균(mHR), 제1 심박수 변이 메트릭스(HRV-SDNN), 제2 심박수 변이 메트릭스(HRV-RMSSD), 제3 심박수 변이 메트릭스(HRV-LF/HF), 평균 확장기 혈압(mBP-dias), 평균 수축기 혈압(mBP-sys), 평균 동맥 혈압(mBP-mean), 평균 산소 포화도(mSpO2) 평균 호흡(mRespiration), 및 광혈류 측정 피크 진폭의 분산(vPPG-amp)을 포함하는 특징 셋을 기계 학습 모델(106a)에 입력하고, 기계 학습 모델(106a)에서 예측한 결과(즉, 환자의 수혈 필요 여부)와 정답 값(실제 환자의 수혈 여부)를 비교하여 그 차이가 최소화 되도록 기계 학습 모델(106a)의 파라미터 또는 가중치를 조절할 수 있다.

[0051] 여기서는, 14가지의 특징을 포함하는 특징 셋을 기계 학습 모델(106a)에 입력하여 기계 학습 모델(106a)을 학습하는 것으로 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며 그 중 일부의 특징을 포함하는 특징 셋을 입력하여 기계 학습 모델(106a)을 학습할 수도 있다.

[0052] 기계 학습 모델(106a)이 학습 완료된 경우, 혈액 수혈 판단 장치(100)는 외상 센터 응급실에 입원하는 환자를

대상으로 수혈 필요 여부를 판단할 수 있다. 즉, 외상 센터 응급실에 입원하는 환자로부터 생체 정보를 획득하고, 생체 정보에 기반하여 특징 셋을 생성한 후, 특징 셋을 기계 학습 모델(106a)에 입력하여 해당 환자의 수혈 필요 여부를 판단할 수 있다.

[0053] 한편, 학습 모듈(106)은 복수 개의 기계 학습 모델을 이용하여 환자의 수혈 필요 여부를 판단하도록 학습시킬 수도 있다. 예를 들어, 학습 모듈(106)은 제1 기계 학습 모델로 특징 셋을 입력하여 제1 기계 학습 모델이 예측한 제1 결과 값과 제2 기계 학습 모델로 특징 셋을 입력하여 제2 기계 학습 모델이 예측한 제2 결과 값을 평균하여 환자의 수혈 필요 여부를 판단하도록 할 수도 있다. 여기서, 기계 학습 모델로는 XGBoost(eXtra Gradient Boosting), RF(Random Forest), AdaBoost, GBM(Gradient Booting Machine) 등이 있을 수 있다.

[0054] 또한, 학습 모듈(106)에 특징 셋에 포함된 특징들 중 어느 특징이 환자의 수혈 필요 여부를 판단하는데 중요한지 정도(즉, 특징 중요도)를 분석할 수도 있다. 도 3은 본 발명의 일 실시예에서 특징 셋에 포함된 특징들의 특징 중요도를 분석한 상태를 나타낸 도면이다. 도 3의 (a)는 기계 학습 모델로 XGBoost(eXtra Gradient Boosting)를 이용한 경우이고, 도 3의 (b)는 기계 학습 모델로 RF(Random Forest)를 이용한 경우이며, 도 3의 (c)는 기계 학습 모델로 GBM(Gradient Booting Machine)을 이용한 경우이고, 도 3의 (d)는 기계 학습 모델로 XGBoost와 RF을 이용한 경우를 나타내었다.

[0055] 개시되는 실시예에 의하면, 환자로부터 생체 정보만을 획득하여 환자의 수혈 필요 여부를 판단할 수 있는 바, CT와 같은 별도의 검사 없이도 신속하게 환자의 수혈 필요 여부를 판단할 수 있게 된다.

[0056] 본 명세서에서 모듈이라 함은, 본 발명의 기술적 사상을 수행하기 위한 하드웨어 및 상기 하드웨어를 구동하기 위한 소프트웨어의 기능적, 구조적 결합을 의미할 수 있다. 예컨대, 상기 "모듈"은 소정의 코드와 상기 소정의 코드가 수행되기 위한 하드웨어 리소스의 논리적인 단위를 의미할 수 있으며, 반드시 물리적으로 연결된 코드를 의미하거나, 한 종류의 하드웨어를 의미하는 것은 아니다.

[0058] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 혈액 수혈 판단 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 도시된 흐름도에서는 상기 방법을 복수 개의 단계로 나누어 기재하였으나, 적어도 일부의 단계들은 순서를 바꾸어 수행되거나, 다른 단계와 결합되어 함께 수행되거나, 생략되거나, 세부 단계들로 나뉘어 수행되거나, 또는 도시되지 않은 하나 이상의 단계가 부가되어 수행될 수 있다.

[0059] 도 4를 참조하면, 혈액 수혈 판단 장치(100)는 환자들로부터 기 설정된 시간 동안 생체 정보를 측정하여 측정 생체 정보를 획득할 수 있다(S 101).

[0060] 여기서, 측정되는 생체 정보는 심전도(ECG) 파형, 광혈류 측정(PPG) 파형, 혈압, 호흡, 및 산소 포화도를 포함할 수 있다. 혈액 수혈 판단 장치(100)는 외상 센터 응급실에 입원하여 수혈을 하고 퇴원을 하는 환자들을 대상으로 생체 정보를 측정할 수 있다. 혈액 수혈 판단 장치(100)는 수혈 전과 수혈 후에 각각 환자들을 대상으로 생체 정보를 기 설정된 시간(예를 들어, 30분) 동안 측정할 수 있다.

[0061] 다음으로, 혈액 수혈 판단 장치(100)는 기 설정된 시간 동안 측정된 측정 생체 정보에 기반하여 단위 시간의 분석 생체 정보를 생성할 수 있다(S 103).

[0062] 여기서, 단위 시간의 분석 생체 정보는 단위 시간의 심전도 파형, 광혈류 측정 파형, 확장기(diastolic) 혈압, 수축기(systolic) 혈압, 평균 혈압, 산소 포화도, 및 평균 호흡수를 포함할 수 있다. 단위 시간은 1분일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0063] 다음으로, 혈액 수혈 판단 장치(100)는 단위 시간의 분석 생체 정보로부터 기계 학습 모델(106a)의 학습 데이터가 되는 특징 셋을 생성할 수 있다(S 105).

[0064] 여기서, 특징 셋은 펄스 트랜짓 타임 피크의 평균(mPPT-peak), 펄스 트랜짓 타임 피크의 분산(vPPT-peak), 펄스 트랜짓 파임 풋의 평균(mPPT-foot), 펄스 트랜짓 타임 풋의 분산(vPPT-foot), 심박수 평균(mHR), 제1 심박수 변이 메트릭스(HRV-SDNN), 제2 심박수 변이 메트릭스(HRV-RMSSD), 제3 심박수 변이 메트릭스(HRV-LF/HF), 평균 확장기 혈압(mBP-dias), 평균 수축기 혈압(mBP-sys), 평균 동맥 혈압(mBP-mean), 평균 산소 포화도(mSpO2) 평균 호흡(mRespiration), 및 광혈류 측정 피크 진폭의 분산(vPPG-amp)을 포함할 수 있다.

[0065] 다음으로, 혈액 수혈 판단 장치(100)는 특징 셋을 기계 학습 모델(106a)에 입력하여 기계 학습 모델(106a)을 학습할 수 있다(S 107).

[0066] 여기서, 혈액 수혈 판단 장치(100)는 특징 셋이 입력되는 경우 특징 셋에 기반하여 환자의 수혈 필요에 대한 정도를 예측하도록 기계 학습 모델(106a)을 학습할 수 있다. 기계 학습 모델(106a)은 하나의 모델 일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며 복수 개의 모델을 이용할 수도 있다.

[0067] 기계 학습 모델(106a)의 학습이 완료된 경우, 혈액 수혈 판단 장치(100)는 기계 학습 모델(106a)을 이용하여 환자의 수혈 필요 여부를 판단할 수 있다(S 109).

[0069] 도 5는 예시적인 실시예들에서 사용되기에 적합한 컴퓨팅 장치를 포함하는 컴퓨팅 환경(10)을 예시하여 설명하기 위한 블록도이다. 도시된 실시예에서, 각 컴포넌트들은 이하에 기술된 것 이외에 상이한 기능 및 능력을 가질 수 있고, 이하에 기술된 것 이외에도 추가적인 컴포넌트를 포함할 수 있다.

[0070] 도시된 컴퓨팅 환경(10)은 컴퓨팅 장치(12)를 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨팅 장치(12)는 혈액 수혈 판단 장치(100)일 수 있다.

[0071] 컴퓨팅 장치(12)는 적어도 하나의 프로세서(14), 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16) 및 통신 버스(18)를 포함한다. 프로세서(14)는 컴퓨팅 장치(12)로 하여금 앞서 언급된 예시적인 실시예에 따라 동작하도록 할 수 있다. 예컨대, 프로세서(14)는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)에 저장된 하나 이상의 프로그램들을 실행할 수 있다. 상기 하나 이상의 프로그램들은 하나 이상의 컴퓨터 실행 가능 명령어를 포함할 수 있으며, 상기 컴퓨터 실행 가능 명령어는 프로세서(14)에 의해 실행되는 경우 컴퓨팅 장치(12)로 하여금 예시적인 실시예에 따른 동작들을 수행하도록 구성될 수 있다.

[0072] 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)는 컴퓨터 실행 가능 명령어 내지 프로그램 코드, 프로그램 데이터 및/또는 다른 적합한 형태의 정보를 저장하도록 구성된다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)에 저장된 프로그램(20)은 프로세서(14)에 의해 실행 가능한 명령어의 집합을 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)는 메모리(랜덤 액세스 메모리와 같은 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리, 또는 이들의 적절한 조합), 하나 이상의 자기 디스크 저장 디바이스들, 광학 디스크 저장 디바이스들, 플래시 메모리 디바이스들, 그 밖에 컴퓨팅 장치(12)에 의해 액세스되고 원하는 정보를 저장할 수 있는 다른 형태의 저장 매체, 또는 이들의 적합한 조합일 수 있다.

[0073] 통신 버스(18)는 프로세서(14), 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)를 포함하여 컴퓨팅 장치(12)의 다른 다양한 컴포넌트들을 상호 연결한다.

[0074] 컴퓨팅 장치(12)는 또한 하나 이상의 입출력 장치(24)를 위한 인터페이스를 제공하는 하나 이상의 입출력 인터페이스(22) 및 하나 이상의 네트워크 통신 인터페이스(26)를 포함할 수 있다. 입출력 인터페이스(22) 및 네트워크 통신 인터페이스(26)는 통신 버스(18)에 연결된다. 입출력 장치(24)는 입출력 인터페이스(22)를 통해 컴퓨팅 장치(12)의 다른 컴포넌트들에 연결될 수 있다. 예시적인 입출력 장치(24)는 포인팅 장치(마우스 또는 트랙패드 등), 키보드, 터치 입력 장치(터치패드 또는 터치스크린 등), 음성 또는 소리 입력 장치, 다양한 종류의 센서 장치 및/또는 촬영 장치와 같은 입력 장치, 및/또는 디스플레이 장치, 프린터, 스피커 및/또는 네트워크 카드와 같은 출력 장치를 포함할 수 있다. 예시적인 입출력 장치(24)는 컴퓨팅 장치(12)를 구성하는 일 컴포넌트로서 컴퓨팅 장치(12)의 내부에 포함될 수도 있고, 컴퓨팅 장치(12)와는 구별되는 별개의 장치로 컴퓨팅 장치(12)와 연결될 수도 있다.

[0076] 이상에서 본 발명의 대표적인 실시예들을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

[0078] 100 : 혈액 수혈 판단 장치

102 : 생체 정보 획득 모듈

104 : 특징 추출 모듈

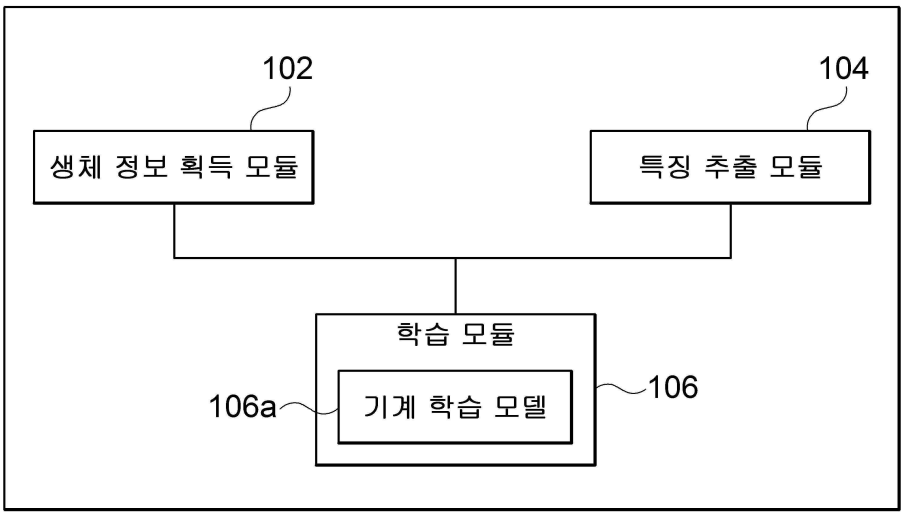
106 : 학습 모듈

106a : 기계 학습 모델

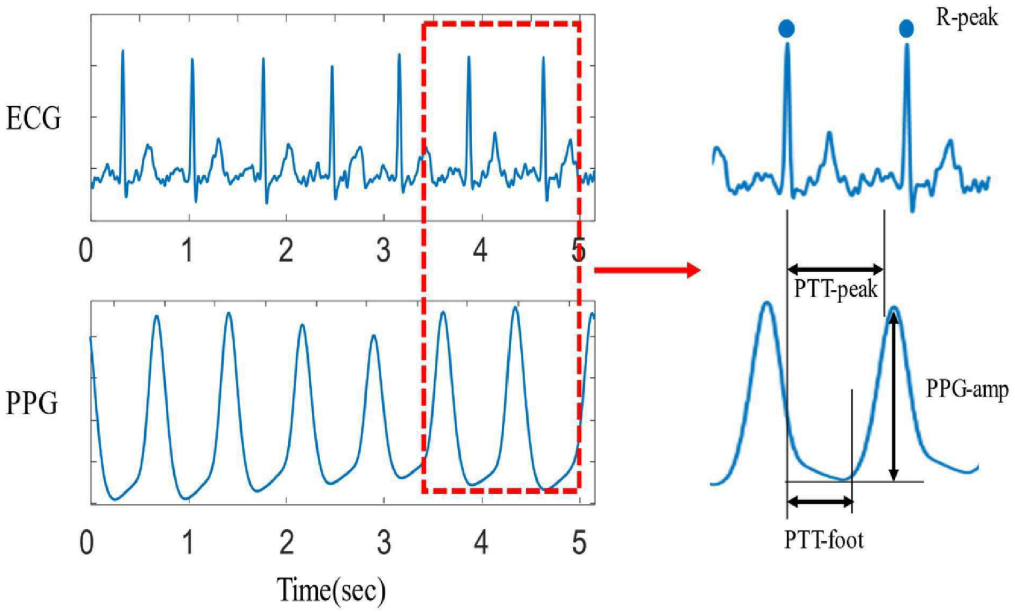
도면

도면1

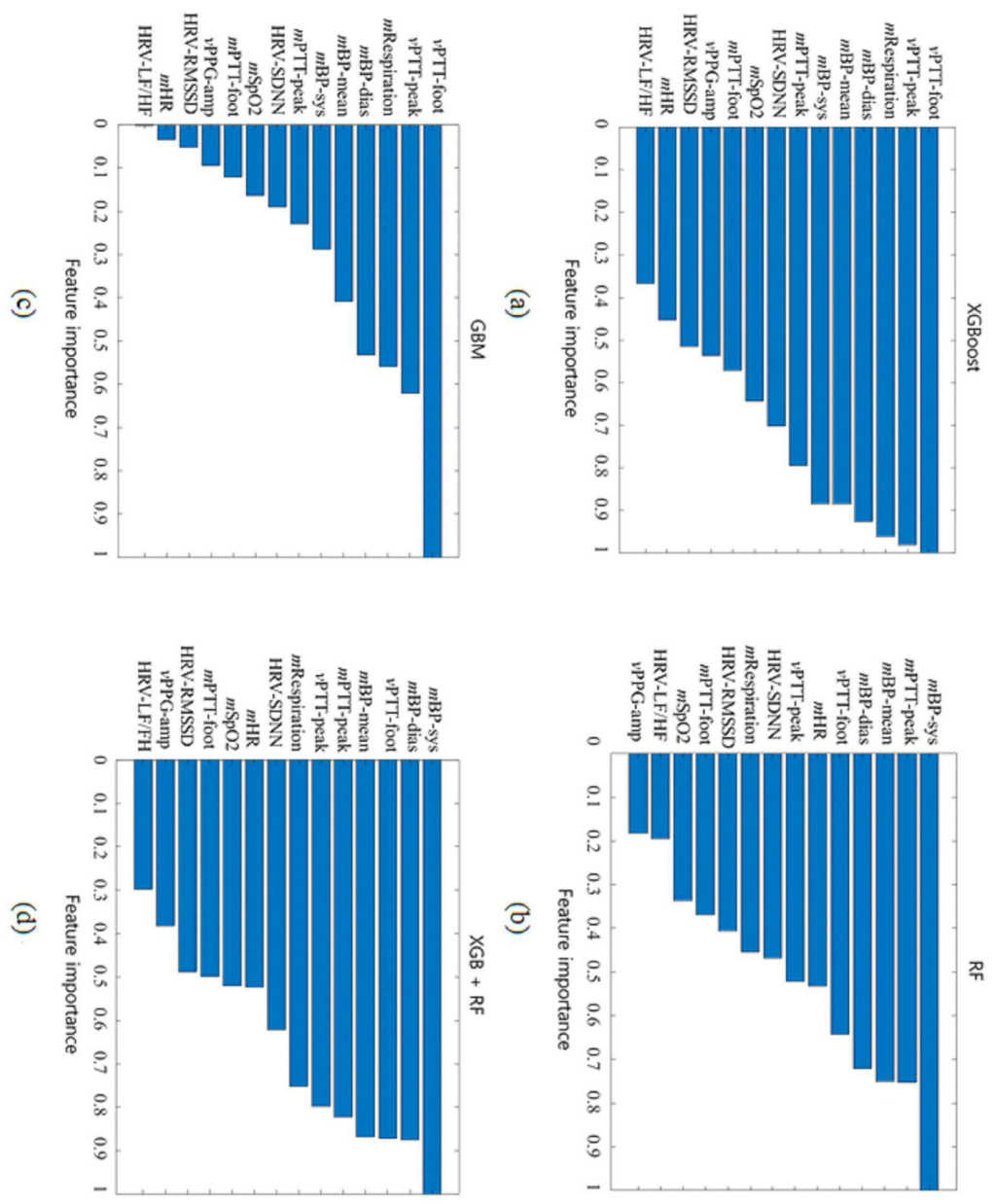
100



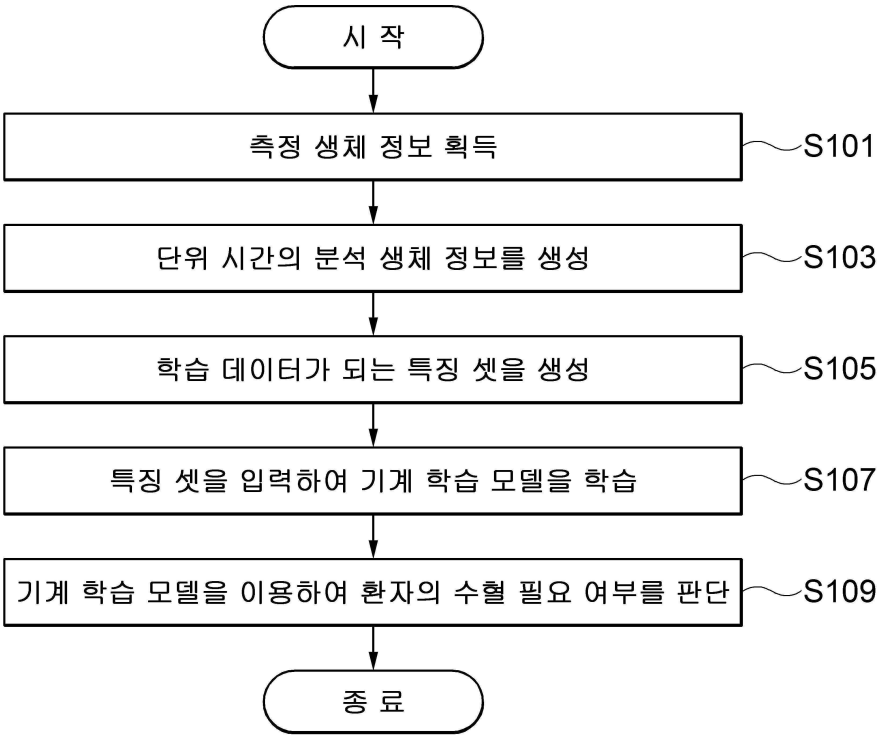
도면2



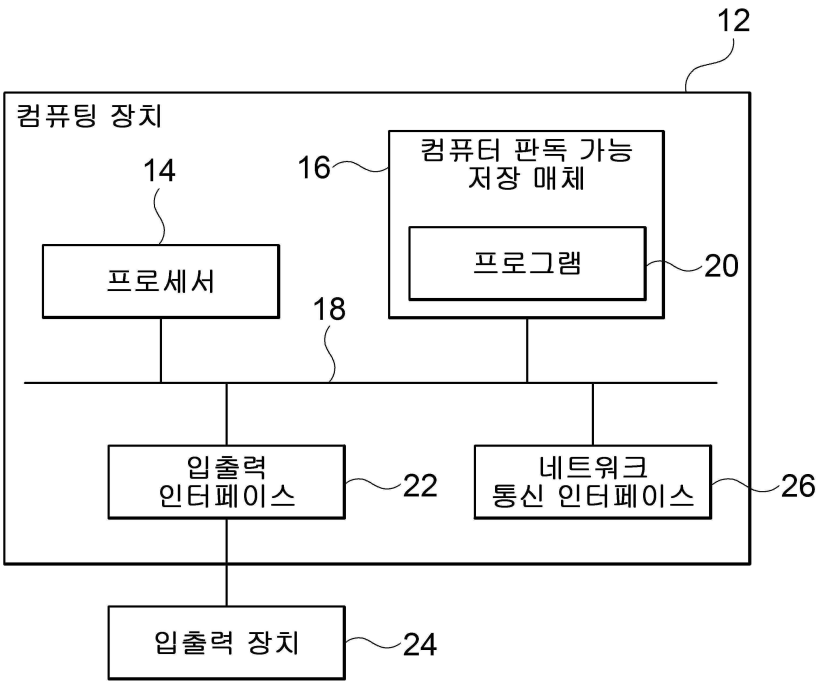
도면3


XGBoost
vPTT-foot
vPTT-peak
mRespiration
mBP-dias
mBP-mean
mBP-sys
mPTT-peak
HRV-SDNN
mSpO2
mPTT-foot
vPPG-amp
HRV-RMSSD
mHR
HRV-LF/HF
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1
Feature importance
(a)
RF
mBP-sys
mPTT-peak
mBP-mean
mBP-dias
vPTT-foot
mHR
vPTT-peak
HRV-SDNN
mRespiration
HRV-RMSSD
mPTT-foot
mSpO2
HRV-LF/HF
vPPG-amp
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1
Feature importance
(b)
GBM
vPTT-foot
vPTT-peak
mRespiration
mBP-dias
mBP-mean
mBP-sys
mPTT-peak
HRV-SDNN
mSpO2
mPTT-foot
vPPG-amp
HRV-RMSSD
mHR
HRV-LF/HF
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1
Feature importance
(c)
XGB + RF
mBP-sys
mBP-dias
vPTT-foot
mBP-mean
mPTT-peak
vPTT-peak
mRespiration
HRV-SDNN
mHR
mSpO2
mPTT-foot
HRV-RMSSD
vPPG-amp
HRV-LF/FH
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1
Feature importance
(d)

도면4


시 작
측정 생체 정보 획득
S101
단위 시간의 분석 생체 정보를 생성
S103
학습 데이터가 되는 특징 셋을 생성
S105
특징 셋을 입력하여 기계 학습 모델을 학습
S107
기계 학습 모델을 이용하여 환자의 수혈 필요 여부를 판단
S109
종 료

도면5


10
12
컴퓨팅 장치
14
프로세서
16
컴퓨터 판독 가능
저장 매체
프로그램
20
18
입출력
인터페이스
22
네트워크
통신 인터페이스
26
입출력 장치
24