(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0017854
(43) 공개일자 2018년02월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2006.01) *A61B 5/024* (2006.01)
A61B 5/11 (2006.01) *G06N 99/00* (2010.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/4857 (2013.01)
A61B 5/024 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0102332
(22) 출원일자 2016년08월11일
심사청구일자 2016년08월11일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이택
충청남도 아산시 충무로 73-5 (권곡동)
김민관
경기도 성남시 분당구 내정로 10, 703동 902호 (정자동, 정든마을한진7단지아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인충정

전체 청구항 수 : 총 14 항

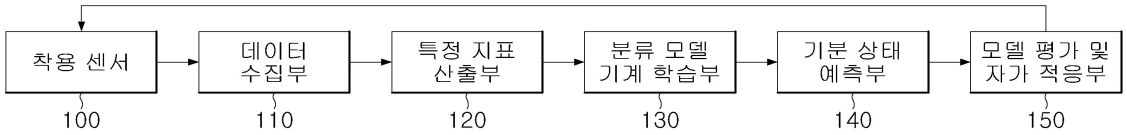
(54) 발명의 명칭 **착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 장치 및방법에 관한 것으로, 발명에 따르면, 착용 센서로부터 맥박 정보, 빛 노출 정보 및 움직임 정보를 수집하는 데이터 수집부; 상기 데이터 수집부에서 수집된 맥박 정보로부터 맥박 특징 지표를 산출하고, 빛 노출 정보로부터 조도 특징 지표를 산출하며, 움직임 정

(뒷면에 계속)

대 표 도



보로부터 활동량 특징 지표와 수면 특징 지표를 산출하는 특징 지표 산출부; 훈련 집합을 구성하는 다수의 사용자로부터 측정된 맥박 특징 지표, 조도 특징 지표, 활동량 특징 지표 및 수면 특징 지표와 정상 상태 또는 비정상 상태 정보를 입력받아 기계학습을 수행하여 분류기 모델을 설계하고, 설계된 분류기 모델을 이용하여 상기 특징 지표 산출부에서 입력되는 맥박 특징 지표, 조도 특징 지표, 활동량 특징 지표 및 수면 특징 지표를 근거로 정상 상태 또는 비정상 상태로 분류하는 분류 모델 기계 학습부; 및 상기 분류 모델 기계 학습부에서 출력되는 정상 상태 또는 비정상 상태의 분류에 기반하여 기분 상태를 예측하는 기분 상태 예측부를 포함하는 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 장치 및 방법을 제공한다.

(52) CPC특허분류

A61B 5/1118 (2013.01)
A61B 5/7264 (2013.01)
A61B 5/7271 (2013.01)
G06N 99/005 (2013.01)

(72) 발명자

인호

서울특별시 용산구 이촌로88길 15, 3동 106호(이촌동, 왕궁아파트)

이헌정

서울특별시 광진구 아차산로 262, D동 2205호 (자양동, 더샵스타시티)

조철현

서울특별시 성북구 보국문로30길 15, 102동 1503호 (정릉동, 정릉대우아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	HI14C3212
부처명	보건복지부
연구관리전문기관	한국보건산업진흥원
연구사업명	첨단의료기술개발
연구과제명	우울-조울증 및 수면장애 관리를 위한 생체리듬 조절 ICT 융합 치료기술 및 서비스 개발
기 여 율	1/1
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2015.11.09 ~ 2016.11.08

명 세 서

청구범위

청구항 1

착용 센서로부터 맥박 정보, 빛 노출 정보 및 움직임 정보를 수집하는 데이터 수집부;

상기 데이터 수집부에서 수집된 맥박 정보로부터 맥박 특징 지표를 산출하고, 빛 노출 정보로부터 조도 특징 지표를 산출하며, 움직임 정보로부터 활동량 특징 지표와 수면 특징 지표를 산출하는 특징 지표 산출부;

훈련 집합을 구성하는 다수의 사용자로부터 측정된 맥박 특징 지표, 조도 특징 지표, 활동량 특징 지표 및 수면 특징 지표와 정상 상태 또는 비정상 상태 정보를 입력받아 기계학습을 수행하여 분류기 모델을 설계하고, 설계된 분류기 모델을 이용하여 상기 특징 지표 산출부에서 입력되는 맥박 특징 지표, 조도 특징 지표, 활동량 특징 지표 및 수면 특징 지표를 근거로 정상 상태 또는 비정상 상태로 분류하는 분류 모델 기계 학습부; 및

상기 분류 모델 기계 학습부에서 출력되는 정상 상태 또는 비정상 상태의 분류에 기반하여 기분 상태를 예측하는 기분 상태 예측부를 포함하는 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 장치.

청구항 2

청구항 1항에 있어서,

상기 기분상태 예측부의 기분 상태 예측 결과를 전송받아 상기 분류기 모델을 평가하고 분류기 모델을 튜닝하여 세팅하므로 자가적응할 수 있도록 하는 모델 평가 및 자가 적응부를 더 포함하는 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 장치.

청구항 3

청구항 2항에 있어서,

상기 모델 평가 및 자가 적응부는 생체리듬의 이상여부 판단을 위해 분류 모델 기계 학습부에서 사용되는 기계 학습 분류기 모델을 훈련 집합, 훈련 기간 및 특징 지표를 튜닝하는 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 장치.

청구항 4

청구항 1항에 있어서,

상기 특징 지표 산출부는 상기 데이터 수집부에서 수집한 일정시간 동안 단위 시간당 맥박수 데이터에 대하여 함수적합화 과정을 수행하여 맥박 피팅 커브를 도출하여, 생체리듬의 이상여부를 판단하기 위하여 정점 위상, 진폭 및 결정계수를 맥박 특징 지표로 선별하는 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 장치.

청구항 5

청구항 1항에 있어서,

상기 특징 지표 산출부는 일출 8시간 전에서 일출 시간까지 사용자가 노출된 빛의 누적양(light exposure before sunrise)인 야간 광노출량과 일출 시간에서 일몰 시간까지 낮시간동안 사용자가 노출된 빛의 누적양(light exposure during daytime)인 주간 광노출량을 조도 특징지표로 산출하는 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 장치.

청구항 6

청구항 1항에 있어서,

상기 특징 지표 산출부는 상기 데이터 수집부에서 수집한 사용자의 움직임 정보를 이용하여 일출 8시간 전에서 일출 새벽 시간까지 누적 걸음 수(steps before sunrise)인 야간 누적 걸음수와 일출시간에서 일몰 낮 시간 동안 누적 걸음 수(steps during daytime)인 주간 누적 걸음수를 활동량 특징지표로 산출하는 착용형 센서를 이용

한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 장치.

청구항 7

청구항 1항에 있어서,

상기 특징 지표 산출부는 일일 수면 시간과 일일 수면 질을 수면 특징 지표로 산출하는 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 장치.

청구항 8

(A) 데이터 수집부가 착용 센서로부터 맥박 정보, 빛 노출 정보 및 움직임 정보를 수집하는 단계;

(B) 특징 지표 산출부가 상기 데이터 수집부에서 수집된 맥박 정보로부터 맥박 특징 지표를 산출하고, 빛 노출 정보로부터 조도 특징 지표를 산출하며, 움직임 정보로부터 활동량 특징 지표와 수면 특징 지표를 산출하는 단계;

(C) 분류 모델 기계 학습부가 훈련 집합을 구성하는 다수의 사용자로부터 측정된 맥박 특징 지표, 조도 특징 지표, 활동량 특징 지표 및 수면 특징 지표와 정상 상태 또는 비정상 상태 정보를 입력받아 기계학습을 수행하여 분류기 모델을 설계하는 단계;

(D) 분류 모델 기계 학습부가 설계된 분류기 모델을 이용하여 상기 특징 지표 산출부에서 입력되는 맥박 특징 지표, 조도 특징 지표, 활동량 특징 지표 및 수면 특징 지표를 근거로 정상 상태 또는 비정상 상태로 분류하는 단계; 및

(E) 기분 상태 예측부가 상기 분류 모델 기계 학습부에서 출력되는 정상 상태 또는 비정상 상태의 분류에 기반하여 기분 상태를 예측하는 단계를 포함하는 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 방법.

청구항 9

청구항 8항에 있어서,

(F) 모델 평가 및 자가 적응부가 상기 기분상태 예측부의 기분 상태 예측 결과를 전송받아 상기 분류기 모델을 평가하고 분류기 모델을 튜닝하여 세팅하므로 자가적응할 수 있도록 하는 단계를 더 포함하는 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 방법.

청구항 10

청구항 9항에 있어서,

상기 모델 평가 및 자가 적응부는 생체리듬의 이상여부 판단을 위해 분류 모델 기계 학습부에서 사용되는 기계학습 분류기 모델을 훈련 집합, 훈련 기간 및 특징 지표를 튜닝하는 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 방법.

청구항 11

청구항 8항에 있어서,

상기 (B) 단계는

(B-1)상기 특징 지표 산출부는 상기 데이터 수집부에서 수집한 일정시간 동안 단위 시간당 맥박수 데이터에 대하여 함수적합화 과정을 수행하여 맥박 피팅 커브를 도출하는 단계; 및

(B-2) 상기 특징 지표 산출부는 생체리듬의 이상여부를 판단하기 위하여 정점 위상, 진폭 및 결정계수를 맥박 특징 지표로 선별하는 단계를 포함하는 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 방법.

청구항 12

청구항 8항에 있어서,

상기 (B) 단계의 상기 특징 지표 산출부는 일출 8시간 전에서 일출 시간까지 사용자가 노출된 빛의 누적양(light exposure before sunrise)인 야간 광노출량과 일출 시간에서 일몰 시간까지 낮시간동안 사용자가 노출된

빛의 누적양(light exposure during daytime)인 주간 광노출량을 조도 특징지표로 산출하는 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 방법.

청구항 13

청구항 8항에 있어서,

상기 (B) 단계의 상기 특징 지표 산출부는 상기 데이터 수집부에서 수집한 사용자의 움직임 정보를 이용하여 일출 8시간 전에서 일출 새벽 시간까지 누적 걸음 수(steps before sunrise)인 야간 누적 걸음수와 일출시간에서 일몰 낮 시간 동안 누적 걸음 수(steps during daytime)인 주간 누적 걸음수를 활동량 특징지표로 산출하는 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 방법.

청구항 14

청구항 8항에 있어서,

상기 (B) 단계의 상기 특징 지표 산출부는 일일 수면 시간과 일일 수면 질을 수면 특징 지표로 산출하는 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 장치 및방법에 관한 것으로, 특히 본 발명은 헬스케어 분야에서 착용형 센서(예: fitness tracker)를 통해 수집되는 정보를 이용해 사용자의 일주기 생체리듬을 정량적으로 측정하고 대상자의 기분상태에 영향을 미칠 수 있는 비정상적인 생체리듬을 탐지하기 위한 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현대인의 과도한 스트레스와 정신건강상의 문제는 상당한 연관이 있으나, 스트레스와 정신건강의학의 문제를 중계하는 것이 생활리듬의 교란이다.

[0003] 스트레스에 의해서 흔하게 경험하는 불면증과, 우울증, 조울증의 재발에 이르기까지 다양한 정신질환의 발병 또는 재발은 생체리듬의 교란과 밀접한 연관이 있으며 생체리듬을 조절하는 크로노테라피(Chronotherapy)의 중요성이 강조되고 있다.

[0004] 하지만, 생체리듬을 관리하고 변화를 감지할 수 있는 기술들의 부재로, 불면증의 예방 치료, 재발성 우울증과 조울증의 재발을 방지하기 어려워 정신건강상의 교란을 미리 예방하고 치료하는데 어려움이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 국내공개번호 10-2016-0039506호

(특허문헌 0002) 국내등록번호 10-0794516

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 생체리듬의 관리에 앞서 생체리듬을 정의하고 정량적으로 측정하며 나아가 기분상태에 영향을 미칠 수 있는 비정상적인 생체리듬을 탐지하기 위한 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

[0007]

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 측면은 착용 센서로부터 맥박 정보, 빛 노출 정보 및 움직임 정보를 수집하는 데이터 수집부; 상기 데이터 수집부에서 수집된 맥박 정보로부터 맥박 특징 지표를 산출하고, 빛 노출 정보로부터 조도 특징 지표를 산출하며, 움직임 정보로부터 활동량 특징 지표와 수면 특징 지표를 산출하는 특징 지표 산출부; 훈련 집합을 구성하는 다수의 사용자로부터 측정된 맥박 특징 지표, 조도 특징 지표, 활동량 특징 지표 및 수면 특징 지표와 정상 상태 또는 비정상 상태 정보를 입력받아 기계학습을 수행하여 분류기 모델을 설계하고, 설계된 분류기 모델을 이용하여 상기 특징 지표 산출부에서 입력되는 맥박 특징 지표, 조도 특징 지표, 활동량 특징 지표 및 수면 특징 지표를 근거로 정상 상태 또는 비정상 상태로 분류하는 분류 모델 기계 학습부; 및 상기 분류 모델 기계 학습부에서 출력되는 정상 상태 또는 비정상 상태의 분류에 기반하여 기분 상태를 예측하는 기분 상태 예측부를 포함한다.

[0009] 또한, 본 발명의 일 측면은 상기 기분상태 예측부의 기분 상태 예측 결과를 전송받아 상기 분류기 모델을 평가하고 분류기 모델을 튜닝하여 세팅하므로 자가적응할 수 있도록 하는 모델 평가 및 자가 적응부를 더 포함한다.

[0010] 또한, 본 발명의 일 측면의 상기 모델 평가 및 자가 적응부는 생체리듬의 이상여부 판단을 위해 분류 모델 기계 학습부에서 사용되는 기계학습 분류기 모델을 훈련 집합, 훈련 기간 및 특징 지표를 튜닝한다.

[0011] 또한, 본 발명의 일 측면의 상기 특징 지표 산출부는 상기 데이터 수집부에서 수집한 일정시간 동안 단위 시간당 맥박수 데이터에 대하여 함수적합화 과정을 수행하여 맥박 피팅 커브를 도출하여, 생체리듬의 이상여부를 판단하기 위하여 정점 위상, 진폭 및 결정계수를 맥박 특징 지표로 선별한다.

[0012] 또한, 본 발명의 일 측면의 상기 특징 지표 산출부는 일출 8시간 전에서 일출 시간까지 사용자가 노출된 빛의 누적양(light exposure before sunrise)인 야간 광노출량과 일출 시간에서 일몰 시간까지 낮시간동안 사용자가 노출된 빛의 누적양(light exposure during daytime)인 주간 광노출량을 조도 특징지표로 산출한다.

[0013] 또한, 본 발명의 일 측면의 상기 특징 지표 산출부는 상기 데이터 수집부에서 수집한 사용자의 움직임 정보를 이용하여 일출 8시간 전에서 일출 새벽 시간까지 누적 걸음 수(steps before sunrise)인 야간 누적 걸음수와 일출시간에서 일몰 낮 시간 동안 누적 걸음 수(steps during daytime)인 주간 누적 걸음수를 활동량 특징지표로 산출한다.

[0014] 또한, 본 발명의 일 측면의 상기 특징 지표 산출부는 일일 수면 시간과 일일 수면 질을 수면 특징 지표로 산출한다.

[0015] 한편, 본 발명의 다른 측면은 (A) 데이터 수집부가 착용 센서로부터 맥박 정보, 빛 노출 정보 및 움직임 정보를 수집하는 단계; (B) 특징 지표 산출부가 상기 데이터 수집부에서 수집된 맥박 정보로부터 맥박 특징 지표를 산출하고, 빛 노출 정보로부터 조도 특징 지표를 산출하며, 움직임 정보로부터 활동량 특징 지표와 수면 특징 지표를 산출하는 단계; (C) 분류 모델 기계 학습부가 훈련 집합을 구성하는 다수의 사용자로부터 측정된 맥박 특징 지표, 조도 특징 지표, 활동량 특징 지표 및 수면 특징 지표와 정상 상태 또는 비정상 상태 정보를 입력받아 기계학습을 수행하여 분류기 모델을 설계하는 단계; (D) 분류 모델 기계 학습부가 설계된 분류기 모델을 이용하여 상기 특징 지표 산출부에서 입력되는 맥박 특징 지표, 조도 특징 지표, 활동량 특징 지표 및 수면 특징 지표를 근거로 정상 상태 또는 비정상 상태로 분류하는 단계; 및 (E) 기분 상태 예측부가 상기 분류 모델 기계 학습부에서 출력되는 정상 상태 또는 비정상 상태의 분류에 기반하여 기분 상태를 예측하는 단계를 포함한다.

[0016] 또한, 본 발명의 다른 측면은 (F) 모델 평가 및 자가 적응부가 상기 기분상태 예측부의 기분 상태 예측 결과를 전송받아 상기 분류기 모델을 평가하고 분류기 모델을 튜닝하여 세팅하므로 자가적응할 수 있도록 하는 단계를 더 포함한다.

[0017] 또한, 본 발명의 다른 측면의 상기 모델 평가 및 자가 적응부는 생체리듬의 이상여부 판단을 위해 분류 모델 기계 학습부에서 사용되는 기계학습 분류기 모델을 훈련 집합, 훈련 기간 및 특징 지표를 튜닝한다.

[0018] 또한, 본 발명의 다른 측면의 상기 (B) 단계는 (B-1)상기 특징 지표 산출부는 상기 데이터 수집부에서 수집한 일정시간 동안 단위 시간당 맥박수 데이터에 대하여 함수적합화 과정을 수행하여 맥박 피팅 커브를 도출하는 단계; 및 (B-2) 상기 특징 지표 산출부는 생체리듬의 이상여부를 판단하기 위하여 정점 위상, 진폭 및 결정계수를 맥박 특징 지표로 선별하는 단계를 포함한다.

[0019] 또한, 본 발명의 다른 측면의 상기 (B) 단계의 상기 특징 지표 산출부는 일출 8시간 전에서 일출 시간까지 사용

자가 노출된 빛의 누적양(light exposure before sunrise)인 야간 광노출량과 일출 시간에서 일몰 시간까지 낮 시간동안 사용자가 노출된 빛의 누적양(light exposure during daytime)인 주간 광노출량을 조도 특징지표로 산출한다.

[0020] 또한, 본 발명의 다른 측면의 상기 (B) 단계의 상기 특징 지표 산출부는 상기 데이터 수집부에서 수집한 사용자의 움직임 정보를 이용하여 일출 8시간 전에서 일출 새벽 시간까지 누적 걸음 수(steps before sunrise)인 야간 누적 걸음수와 일출시간에서 일몰 낮 시간 동안 누적 걸음 수(steps during daytime)인 주간 누적 걸음수를 활동량 특징지표로 산출한다.

[0021] 또한, 본 발명의 다른 측면의 상기 (B) 단계의 상기 특징 지표 산출부는 일일 수면 시간과 일일 수면 질을 수면 특징 지표로 산출한다.

발명의 효과

[0022] 상기와 같은 본 발명에 따르면, 대상자의 일주기 생체리듬의 변화를 실시간으로 감지하여 이상여부(비정상성)를 자동으로 판단하고, 필요시 해당 정보를 예측하여 대상자나 대상자의 보호자(또는 의료진)에게 전달할 수 있다.

[0023] 이처럼 생체리듬의 교란을 미리 감지하여 적시에 적절한 선제적 치료와 중재가 이루어질 수 있도록 한다.

[0024] 또한, 조울증-재발성우울증은 대상자의 수면각성주기, 적절한 시간대의 빛 노출과 활동 등의 생체리듬의 조절이 매우 중요한 바, 본 발명의 생체리듬 이상여부 탐지 기술을 이용하면 지속적인 대상자 관리가 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 장치의 구성도이다.

도 2는 도 1의 특징 지표 산출부에서 사용하는 맥박 피팅 커브의 예시도이다.

도 3은 감독형학습 방법 중에 하나인 랜덤 포레스트(Random Forest) 기계학습 알고리즘을 이용하여 평가한 성능 결과치이다.

도 4는 현 시점이 t에서 미래 시점 n일 동안에 사용자들의 기분상태가 어떻게 될 것인가를 예측하기 위해 과거 m일 동안의 생체리듬 특징지표들을 학습하고자 하는 과정을 설명한다.

도 5는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 설명하기 위하여 이하에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하고 이를 참조하여 살펴본다.

[0027] 먼저, 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니며, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 또한 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0028] 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0029] 생체리듬의 비정상성 탐지 기술 구현을 위해서는 일단 정상에 대한 정의부터 이루어져야 할 것이다. 이를 통해 관찰 대상이 정상 범주를 벗어나는 경우 적절한 알람을 주어 이상여부를 탐지할 수 있다.

[0030] 본 발명에서 비정상적인 생체리듬이란 통상적인 경우가 아닌 이상치 범주의 기분상태를 보이는 대상자들을 추적하여 정의할 수 있는 생체리듬 정보를 의미한다. 또는 통계적으로 이상치 범위에 속하는 생체리듬 특징지표 값을 보이는 경우를 의미한다.

[0031] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 장치의

구성도이다.

[0032] 도 1을 참조하면, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 장치는 착용형 센서(100), 데이터 수집부(110), 특징지표 산출부(120), 분류 모델 기계 학습부(130), 기분상태 예측부(140) 및 모델 평가 및 자가 적응부(150)를 포함하고 있다.

[0033] 상기 착용형 센서(100)는 사용자에 탈부착가능하며, 맥박을 측정할 수 있는 맥박 센서와, 사용자의 빛노출 정보를 감지하는 조도 센서와, 사용자의 움직임 정보를 측정하는 움직임 센서를 포함한다.

[0034] 이와 같은 착용형 센서(100)로는 Fitbit, Jawbone Up, Nike+ FuelBand, Apple Watch, Samsung Gear 등 손목형 장치가 사용 가능하다.

[0035] 상기 착용형 센서(100)의 맥박 센서에서 측정되는 맥박의 경우 일반적으로 하루를 기준으로 보았을 때 뚜렷한 주기성을 갖는다.

[0036] 예를 들어 오전 0시에서 6시까지 수면 중에는 분당 맥박수가 60이하로 떨어지고 왕성하게 활동중인 오전 8시에서 오후 5시 정도까지는 분당 맥박수가 100이상으로 올라가게 된다.

[0037] 그리고 밤시간이 되면 다시 떨어진다. 따라서 하루 동안의 맥박 변화를 그래프로 살펴보면 흡사 코사인함수 모양의 커브가 관찰된다.

[0038] 데이터 수집부(110)는 상기 착용형 센서(100)의 맥박 센서로부터 기본적으로 48시간 동안 단위 시간당 맥박수 데이터를 수집(일주기리듬을 유추하기 위해서는 최소 24시간*2회 분량의 시계열 데이터가 필요)한다.

[0039] 그리고, 특징 지표 산출부(120)는 상기 데이터 수집부(110)에서 수집한 기본적으로 48시간 동안 단위 시간당 맥박수 데이터에 대하여 노이즈를 고려하여 수학적으로 함수적합화 과정(curve fitting 또는 cosinor analysis라고 칭함)을 수행하여 코사인파(cosine wave) 형태의 맥박 피팅 커브를 도출한다.

[0040] 이처럼 맥박 피팅 커브를 사용하게 되면 특징 지표 산출부(120)는 용이하게 도 2에 도시된 바와 같이 주기(Period), 정점위상(Acrophase), 진폭(Amplitude), 진동 중앙(Mesor)과 같은 4가지 모델 파라미터 값들을 도출할 수 있으며 추가적으로 얼마나 맥박 피팅 커브가 피팅이 잘 되었는가를 나타내는 결정 계수(R^2:R-squared)를 도출할 수 있다.

[0041] 여기에서, 결정계수는 맥박 피팅 커브가 원래의 샘플 데이터들을 얼마나 잘 충실하게 표현하는지 나타낸다. 0~1 사이의 값을 갖고 있으며, 1에 가까울수록 확실하게 코사인 커브 피팅이 잘된 것을 의미한다. 그리고 0에 가까울수록 코사인 커브 피팅이 잘 안된 것을 의미한다.

[0042] 그리고, 특징 지표 산출부(120)는 생체리듬의 이상여부를 판단하는데 정점 위상(Acrophase), 진폭(Amplitude), 결정계수(R^2)가 중요한 지표가 되며, 이러한 파라미터를 맥박 특징 지표로 선별한다.

[0043] 여기에서, 정점 위상(Acrophase)이란 생체리듬이 시간 축 상에서 밀리거나 당겨지는 현상을 정량화한 것이다.

[0044] 이처럼 생체리듬이 밀리거나 당겨지는 현상은 조증 및 우울증 유발에 연관성이 높은 것으로 학계에서 보고되고 있기 때문에 본 발명에서 중요한 지표로 이용한다.

[0045] 진폭(Amplitude)과 결정계수(R^2)는 일주기리듬이 얼마나 깨끗한가 여부를 판단하는데 참조가능하며, 예를 들어 밤낮에 각각 정상적인 수면과 활동을 하지 않은 사람은 맥박 피팅 커브의 진폭(Amplitude)과 결정계수(R^2)가 낮게 관찰될 것이고 이상적인 수면과 활동을 수행한 사람은 상대적으로 진폭(Amplitude)과 결정계수(R^2)가 높게 관찰될 것이다.

[0046] 한편, 착용형 센서(100)는 조도 센서를 구비하고 있어 사용자의 빛 노출량 등을 측정할 수 있다.

[0047] 일반적으로 빛 노출량을 측정하는 것 또한 생체리듬 이상여부를 판단하는데 중요한 간접 지표가 된다.

[0048] 인체의 생체리듬을 관장하는 멜라토닌 호르몬을 동기화시키는 외적 자극 중에 빛은 매우 중요한 역할을 한다.

[0049] 중요한 것은 밤시간에는 수면을 취하고 많은 빛에 노출되면 안된다. 반대로 낮 시간에는 수면을 취하면 안되고 적절한 빛에 충분히 노출되어야 한다. 이처럼 빛을 봐야 할 때 적절히 봐주고 빛을 보지 말아야 할 때 차단을 하는 습관이 건강한 생체리듬을 만들 수 있다.

[0050] 따라서 착용형 센서(100)에 있는 조도 센서는 사용자의 빛 노출 시점, 빛 노출 시간, 및 빛 노출 정도를 감지할 수 있다. 빛의 노출유무뿐만 아니라 빛 노출 시점, 빛 노출 시간, 및 빛 노출 정도(강도)를 감지하여 더욱 상세한 빛 노출 정보를 생성하는데 이용할 수 있다.

[0051] 상기 조도 센서는 기기에 따라 측정되는 최대값이 다를 수 있겠으나 통상적으로 실내 및 야외활동을 구분하기에는 충분하며 기기간에 상이한 측정값들은 정규화 과정을 통해 일관되게 맞춘다.

[0052] 상기 데이터 수집부(110)는 이와 같은 착용형 센서(100)에 있는 조도 센서로부터 사용자의 빛 노출 시점, 빛 노출 시간, 및 빛 노출 정도를 포함한 빛 노출 정보를 수집한다.

[0053] 그리고, 특징지표 산출부(120)는 그날의 일출 8시간 전에서 일출 시간까지 사용자가 노출된 빛의 누적양(light exposure before sunrise)(야간 광노출량)을 특징 지표로 이용하고, 일출 시간에서 일몰 시간까지 낮시간동안 사용자가 노출된 빛의 누적양(light exposure during daytime)(주간 광노출량)을 조도 특징지표로 산출한다.

[0054] 다음으로, 착용 센서(100)는 움직임 감지 센서를 구비하고 있으며, 구비된 움직임 감지 센서는 사용자의 움직임을 감지한다.

[0055] 보다 구체적으로, 움직임 감지 센서는 사용자의 활동정보를 생성하기 위하여, 사용자의 움직임을 감지한다.

[0056] 움직임 감지 센서는 모션센서(actigraphy sensor), 가속도센서, 또는 자이로센서일 수 있다.

[0057] 데이터 수집부(110)는 움직임 감지 센서에서 감지한 사용자의 움직임 정보를 수집한다.

[0058] 그리고, 특징 지표 산출부(120)는 데이터 수집부(110)에서 수집한 사용자의 움직임 정보를 이용하여 사용자의 움직임 강도와 시간을 산출할 수 있다.

[0059] 움직임에 따른 이동거리 또는 이동속도 등은 통상적으로 지피에스시스템을 이용하거나 움직임 감지 센서로부터 시간당 걸음 수를 측정하여 산출할 수 있다.

[0060] 일반적으로, 활동량을 조사하는 것 또한 생체리듬의 이상여부를 판단하는데 중요한 증거가 된다. 앞서 빛 노출량과 마찬가지로 활동을 많이 해야하는 낮시간과 활동을 자제해야 하는 밤시간의 누적 활동량에 따라 생체리듬이 영향을 받을 수 있다.

[0061] 잠을 자야 하는 밤시간에 너무 많은 활동량이 없어야 하며 왕성하게 활동해야 하는 낮 시간에는 적절한 활동량이 있어야 한다.

[0062] 본 발명에서는 착용형 센서(100)의 움직임 감지 센서에서 측정되는 움직임 정보를 특히 단위시간당 걸음수를 이용하여 활동량을 측정한다.

[0063] 특히, 특징 지표 산출부(120)는 그날의 일출 8시간 전에서 일출 새벽 시간까지 누적 걸음 수(steps before sunrise)(야간 누적 걸음수)와 일출시간에서 일몰 낮 시간 동안 누적 걸음 수(steps during daytime)(주간 누적 걸음수)를 활동량 특징지표로 산출한다.

[0064] 다음으로 대상자의 생체리듬을 교란하는데 큰 영향력이 있는 수면의 양과 질에 대해 조사한다. 적절한 길이의 수면과 숙면 여부는 중요한 특징 지표로 이용될 수 있다. 따라서 본 발명에서는 특징 지표 산출부(120)는 두가지 주요 특징 지표 로 그날의 수면시간(sleep length)(일일 수면 시간)과 그날의 수면의 질(sleep quality)(일일 수면 질)을 산출하여 수면 특징 지표로 산출한다.

[0065] 수면 시간은 착용형 센서(100) 내의 움직임 센서와 맥박 센서로부터 데이터 수집부(110)가 수집한 정보를 근거로 특징 지표 산출부(120)가 수면 길이를 추출하여 이용한다.

[0066] 특징 지표 산출부(120)는 상기 감지된 사용자의 움직임으로부터 활동량을 산출하고, 상기 산출된 활동량의 변화를 추적하여 상기 사용자의 수면 상태를 도출함으로써 활동 정보 및 수면 정보를 생성한다.

[0067] 보다 구체적으로, 움직임 감지 센서가 감지한 사용자의 움직임을 이용하여 활동 정도, 조도센서 측정치, 일출, 일몰시 등의 자료를 종합하여 사용자의 수면상태를 도출함으로써 활동 정보 및 수면 정보를 생성한다.

[0068] 사용자의 움직임을 감지하여, 일정 시간 이상 움직임의 정도가 임계치 이하로 떨어지는 구간을 수면 상태로 도출하여, 상기 사용자의 일주기를 수면 상태와 활동 상태로 나눌 수 있다. 임계치 판단 만으로 오류 가능성이 있다면 시간 정보와 조도 센서 정보를 복합적으로 이용해 상태 판단의 정확도를 높일 수 있다. 예를 들어 낮 시간에 움직임 없이 가만히 의자에 장시간 앉아 공부를 한다면 움직임 센서만으로는 수면상태로 오판 가능하나, 조

도센서(어두운 공간인 경우)와 움직임 관찰 시간대(야간인 경우) 정보를 함께 참고하면 오판 가능성을 크게 낮출 수있다. 이를 통해, 상기 수면 상태의 움직임 정도와 수면 상태의 지속 시간 및 수면의 시작시간 및 종료시간을 포함하는 수면 정보를 생성할 수 있다. 수면 이외의 시간인 동안 활동시간 동안, 움직임 강도, 지속시간 등을 포함하는 활동 정보를 생성할 수 있다.

[0069] 특징 지표 산출부(120)는 앞서 구한 수면 길이에서 뒷척임으로 잠을 설치거나 낮은 단계의 수면을 취한 시간을 빼서 백분율로 수면의 질을 산출한다.

[0070] 예를 들어 수면 시간이 8시간이고 수면의 질이 80%라면 실제 숙면 시간은 6.4시간이 될 것이다.

[0071] 마지막으로 위에서 거론된 주요 특징지표들(맥박 특징 지표, 조도 특징 지표, 활동량 특징 지표, 수면 특징지표)을 확장할 수 있다.

[0072] 예를 들어 해당 관심 특징 지표들의 과거 3일 동안, 과거 1주일 동안, 과거 2주 동안의 평균과 표준편차 특징을 추적 조사할 수 있다.

[0073] 그리고 점차적으로 특징 지표들이 증가 추세에 있는가 감소 추세에 있는가 등에 관한 추가 특징 지표도 조사 가능하다. 예를 들어 맥박, 빛 노출, 활동량, 수면 상태가 양호한 대상자들이 있다 하더라도 어떤 이는 과거 2주 동안 꾸준히 양호 상태를 유지해온 반면에 어떤 이는 들쭉날쭉 편차가 큰 사람도 있을 것이다.

[0074] 따라서 본 발명에서는 특징 지표 산출부(120)는 기본 특징 지표들의 과거 평균, 편차, 추세에 관한 확장 특징 지표들 또한 생체리듬 이상 여부 판단에 이용할 수 있도록 확장 특징 지표로 추출하고 이를 선별한다.

[0075] 다음으로, 분류 모델 기계 학습부(130)는 특징 지표 산출부(120)에서 생체리듬을 포착하기 위해 추출된 주요 특징지표들을 기계학습하여 어떤 지표들이 정상 기분상태를 유도하고 어떤 지표들이 비정상 기분상태를 유도할 수 있는가 분석한다.

[0076] 즉, 데이터 수집부(110)가 사용자들로부터 착용 센서를 이용하여 맥박, 빛 노출, 활동량 등에 대한 데이터를 수집하고 특징 지표 산출부(120)가 수집된 데이터에서 특징 지표를 산출하면, 분류 모델 기계 학습부(130)는 사용자들로부터 기분의 이상여부에 관한 정보를 획득(예를 들어 조증-우울증 정도에 따른 기분점수를 설문방식을 통해 획득) 하여 기계 학습하여 정상 상태와 비정상 상태를 분류할 수 있도록 한다. 여기에서, 비정상 상태는 기분이 업된 상태와 기분이 가라앉은 상태로 구분할 수 있다.

[0077] 일예로 기계학습의 훈련 집합은 약 30여명의 조울증-우울증 환자들을 대상으로 약 1년여 기간 이상 기분상태를 추적 조사하여 형성할 수 있다.

[0078] 이러한 분류 모델 기계 학습부(130)가 기계 학습하는 기본 특징 지표들은 맥박 특징 지표(진폭, 정점위상, 결합계수(R^2)), 조도 특징 지표(야간 광노출량, 주간 광노출량), 활동량 특징 지표(야간 누적 걸음수, 주간 누적 걸음수) 및 수면 특징 지표(일일 수면시간, 일일 수면질)을 포함한다.

[0079] 이에 더하여 분류 모델 기계 학습부(130)는 기본 특징 지표의 각각에 대한 평균, 편차 및 추세에 관한 확장 특징 지표들을 포함할 수 있다.

[0080] 상기 분류 모델 기계 학습부(130)는 기본 특징 지표들과 확장 특징 지표들을 이용하여 정상과 비정상을 분류할 수 있는 분류기를 모델링 한다.

[0081] 본 발명의 기술은 생체리듬 이상여부 판단에 있어서 특정 분류 알고리즘에 특별히 국한되지 않으며, 모든 알고리즘이 가용하다. 기술을 사용하는 사용자들로부터 기분의 이상여부에 관한 정보를 획득(예를 들어 조증-우울증 정도에 따른 기분점수를 설문방식을 통해 획득) 가능하다면 감독형학습(supervised learning) 알고리즘을 이용하고 분류기의 정확도 성능을 평가할 수 있다.

[0082] 만약 그렇지 않고 기분 점수를 얻기 불가능하다면 비감독형학습(unsupervised learning) 알고리즘을 이용하면 된다. 예를 들어 통계적 임계치 접근 방식을 이용하거나 k-NN 클러스터링 알고리즘 등을 이용하면 된다. 통계적 임계치 접근법이란 첫번째 단계에서 구한 주요 특징 지표들의 기술통계량(평균, 표준편차, 분포)을 구해 분포상에서 양쪽 꼬리 특정 경계를 넘는 이상치를 탐지하는 것이다. 클러스터링 알고리즘을 이용할 때는 어떤 클러스터에도 포함되거나 근접하지 않고 클러스터 중심점(core point)으로부터 거리가 가장 먼 이상점들을 순차적으로 발견하여 비정상성 범주로 규정하면 된다.

[0083] 비감독형학습의 경우는 대상자들의 기분상태와 연관 분석 해석은 불가하나 생체리듬 모델의 이상여부 판단은 가

능하다.

[0084] 감독형 학습법이던 비감독형 학습법이던 상황에 맞는 적절한 알고리즘을 채택하여 구현하면 된다.

[0085] 이처럼 분류 모델 기계 학습부(130)는 특징 지표에 대하여 기계적인 학습을 진행하여 정상 상태와 비정상 상태를 구별할 수 있는 임계치들을 설정하고 이를 근거로 입력되는 특징 지표들을 판단하여 정상 상태인지 비정상상태인지 분류한다.

[0086] 다음으로, 기분상태 예측부(140)는 분류 모델 기계 학습부(130)에서 분류된 정상 상태 또는 비정상 상태를 이용하여 사용자의 향후 기분상태를 탐지하거나 예측한다.

[0087] 그리고 모델 평가 및 자가 적응부(150)는 얼마나 정상/비정상 기분 상태를 잘 예측하는가 분류기 모델을 평가하고 좀 더 정확하게 예측하기 위해 모델 구성의 3요소(training dataset, training period, feature selection)를 지속적으로 튜닝하여 세팅하므로 자가적응 할 수 있는 진화형 기계학습과정을 거치도록 한다.

[0088] 생체리듬을 추적 관찰하기 위해서는 계속해서 입력으로 들어오는 스트리밍 데이터를 저장/가공/분석하여 최소 하루 단위로 앞서 거론한 주요 특징지표들을 추출하는 과정을 반복적으로 처리하여야 한다.

[0089] 또한 생체리듬의 이상여부 판단을 위해 분류 모델 기계 학습부(130)에서 사용되는 기계학습 분류기 모델을 구축해야 하는데 분류기 모델은 모델 학습에 이용된 데이터가 무엇인가(훈련 집합)(training dataset), 어느 기간 데이터로 모델 학습을 하였는가(훈련 기간)(training period), 모델 학습에 이용되는 특징지표들을 어떻게 정하였는가(특징 지표)(feature selection)에 따라 분류기 모델의 이상여부 판단 성능이 달라질 수 있다.

[0090] 따라서 모델 평가 및 자가 적응부(150)는 모델 학습을 한번만 수행하는 것이 아니라 사용자 개개인별로 계속해서 자동화되고 반복적인 기계학습 프로세스를 통해 세가지 구성요소(training dataset, training period, feature selection)를 평가하고 최적의 조합을 선정한다. 이 같은 모든 과정은 자동화가 가능하다.

[0091] 아울러 비정상성 생체리듬을 결정하는 가장 영향력 있는 특징 정보를 매순간 선별할 수가 있다. 이 같은 정보는 생체리듬에 관심이 있는 사용자들에게 훌륭한 피드백이 된다. 예를 들어, 기분상태가 계속해서 좋지 않은 환자가 있다면 생활속에서 어떤 주요 특징지표들이 나빠져 그 같은 상태에 빠졌는지 정상적인 일반인들을 대상으로 비교하는 인과관계 분석 작업을 수행할 수 있다.

[0092] 이러한 과정은 계속해서 반복된다. 즉, 도 1의 과정 속 단계들은 개개인별로 동적인 부분(달라지는 부분)이 많다. 특징지표의 선택, 최적 알고리즘의 선택, 대상자들의 기분상태 피드백과의 인과관계분석, 모델 수정과 개선 최적화 단계 모두가 개개인별로 달라질 수 있는 요소이다. 따라서 본 발명 기술의 구현을 위해 범용 모델 보다는 개인맞춤형 모델을 구현하는 것이 바람직하다.

[0093] 예를 들어 다음 결과는 본 발명에서 제안된 특징지표들을 이용하여 비정상성 상태 분류기를 설계하였을 때 얻은 분류 모델의 정확도 성능 평가치이다(제안한 발명 아이디어의 유의성을 검증하기 위한 실험결과를 첨부하였음).

[0094] 약 30여명의 조울증-우울증 환자들을 대상으로 약 1년여 기간 이상 기분상태를 추적 조사하였고 감독형학습 방법 중에 하나인 랜덤 포레스트(Random Forest) 기계학습 알고리즘을 이용하여 평가한 성능 결과치이다.

[0095] 분류기 모델을 설계할 때 대상자들의 기분은 세가지 상태로 규정하였다(ZERO: 정상상태, UP: 기분이 뜬 상태, DOWN: 기분이 가라앉은 상태).

[0096] 도 3의 결과표의 빨간색에서 표시하듯 세가지 기분상태를 평균적으로 약 70%의 정확도(True Positive)로 분류할 수 있는 것을 확인 할 수 있었다.

[0097] 한편, 도 1의 분류모델 기계 학습부(130)에서 모델을 학습하는 기간이 민감하고 중요할 수 있다.

[0098] 본 발명은 대상자의 미래 시점의 기분을 좌우 할 수 있는 현 시점(또는 과거 시점)의 비정상적인 생체리듬 특징을 발견하는 것이다.

[0099] 또한 제안 기술은 일시적으로 비정상성 탐지를 행하는 것이 아니라 지속적인 스트리밍 데이터에 대해 탐지 알고리즘을 학습시키고 구동시켜야 하기 때문에 모델 학습과 테스팅(예측)에 관한 기간 설정 업데이트 및 튜닝작업이 중요하다.

[0100] 도 1의 모델 평가 및 자가 적응부(150)가 관련 판단을 한다. 이와 관련하여 도 4는 현 시점이 t에서 미래 시점 n일 동안에 사용자들의 기분상태가 어떻게 될 것인가를 예측하기 위해 과거 m일 동안의 생체리듬 특징지표들을

학습하고자 하는 과정을 설명한다.

[0101] 예를 들어 m은 과거 3일, 과거 1주일, 과거 2주일 등이 될 수 있으며, n은 경우에 따라 미래 3일, 미래 1주일, 미래 2주일 등으로 정할 수 있을 것이다.

[0102] 여기서 파라미터 m과 n을 어떻게 설정하느냐에 따라 기분상태 예측 정확도가 달라질 수 있으며 기분상태의 비정상성을 결정하는 특징지표가 달라질 수 있다.

[0103] 또한 스트리밍 데이터가 입력으로 주어지는 상황을 고려할 때 t는 시간 축에서 계속해서 오른쪽으로 슬라이딩하며 이동할 것이다.

[0104] 결론적으로 이동되는 t를 기준으로 m과 n을 어떻게 결정할 것인가를 도 1의 모델 평가 및 자가 적응부(150)에서 계속해서 최적화 튜닝 세팅을 결정하고 결정된 세팅은 과정이 반복되는 도 1의 분류 모델 기계 학습부(130)에 지속적으로 반영되어 성능 개선 업데이터가 이루어진다.

[0105] 도 5는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 방법의 흐름도이다.

[0106] 도 5를 참조하면, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 착용형 센서를 이용한 일주기 생체리듬의 비정상성 탐지 방법은 먼저, 데이터 수집부가 착용형 센서의 맥박 센서로부터 48시간 동안 단위 시간당 맥박수 데이터를 수집(일주기리듬을 유추하기 위해서는 최소 24시간*2회 분량의 시계열 데이터가 필요)한다(S100).

[0107] 그리고, 특징 지표 산출부는 상기 데이터 수집부에서 수집한 48시간 동안 단위 시간당 맥박수 데이터에 대하여 노이즈를 고려하여 수학적으로 함수적합화 과정(curve fitting 또는 cosinor analysis라고 칭함)을 수행하여 코사인파(cosine wave) 형태의 맥박 피팅 커브를 도출하여, 생체리듬의 이상여부를 판단하기 위하여 정점 위상(Acrophase), 진폭(Amplitude), 결정계수(R^2)를 맥박 특징 지표로 선별한다(S110).

[0108] 또한, 상기 데이터 수집부는 착용형 센서에 있는 조도 센서로부터 사용자의 빛 노출 시점, 빛 노출 시간, 및 빛 노출 정도를 포함한 빛 노출 정보를 수집한다(S100).

[0109] 그리고, 특징지표 산출부는 그날의 일출 8시간 전에서 일출 시간까지 사용자가 노출된 빛의 누적양(light exposure before sunrise)인 야간 광노출량과 일출 시간에서 일몰 시간까지 낮시간동안 사용자가 노출된 빛의 누적양(light exposure during daytime)인 주간 광노출량을 조도 특징지표로 산출한다(S110).

[0110] 또한, 데이터 수집부는 착용 센서의 움직임 감지 센서에서 감지한 사용자의 움직임 정보를 수집한다(S100).

[0111] 그리고, 특징 지표 산출부는 데이터 수집부에서 수집한 사용자의 움직임 정보를 이용하여 그날의 일출 8시간 전에서 일출 새벽 시간까지 누적 걸음 수(steps before sunrise)인 야간 누적 걸음수와 일출시간에서 일몰 낮 시간 동안 누적 걸음 수(steps during daytime)인 주간 누적 걸음수를 활동량 특징지표로 산출한다(S110).

[0112] 또한, 특징 지표 산출부는 그날의 수면시간(sleep length)인 일일 수면 시간과 그날의 수면의 질(sleep quality)인 일일 수면 질을 산출하여 수면 특징 지표로 산출한다(S110).

[0113] 여기에서, 일일 수면 시간은 착용형 센서내의 움직임 센서와 맥박 센서로부터 데이터 수집부가 수집한 정보를 근거로 특징 지표 산출부가 수면 길이를 추출하여 이용한다.

[0114] 사용자의 움직임을 감지하여, 일정 시간 이상 움직임의 정도가 임계치 이하로 떨어지는 구간을 수면 상태로 도출하여, 상기 사용자의 일주기를 수면 상태와 활동 상태로 나눌 수 있다. 임계치 판단 만으로 오류 가능성이 있다면 시간 정보와 조도 센서 정보를 복합적으로 이용해 상태 판단의 정확도를 높일 수 있다. 예를 들어 낮 시간에 움직임 없이 가만히 의자에 장시간 앉아 공부를 한다면 움직임 센서만으로는 수면상태로 오판 가능하나, 조도센서(어두운 공간인 경우)와 움직임 관찰 시간대(야간인 경우) 정보를 함께 참고하면 오판 가능성을 크게 낮출 수있다. 이를 통해, 상기 수면 상태의 움직임 정도와 수면 상태의 지속 시간 및 수면의 시작시간 및 종료시간을 포함하는 수면 정보를 생성할 수 있다. 수면 이외의 시간인 동안 활동시간 동안, 움직임 강도, 지속시간 등을 포함하는 활동 정보를 생성할 수 있다.

[0115] 그리고, 일일 수면 질은 특징 지표 산출부가 앞서 구한 수면 길이에서 뒷척임으로 잠을 설치거나 낮은 단계의 수면을 취한 시간을 빼서 백분율로 수면의 질을 산출한다.

[0116] 추가적으로 특징 지표 산출부는 위에서 거론된 주요 특징지표들(맥박 특징 지표, 조도 특징 지표, 활동량 특징

지표, 수면 특징지표)을 확장할 수 있다.

[0117] 예를 들어 해당 관심 특징 지표들의 과거 3일 동안, 과거 1주일 동안, 과거 2주 동안의 평균과 표준편차 특징을 추적 조사할 수 있다.

[0118] 그리고 점차적으로 특징 지표들이 증가 추세에 있는가 감소 추세에 있는가 등에 관한 추가 특징 지표도 조사 가능하다.

[0119] 따라서 본 발명에서는 특징 지표 산출부는 기본 특징 지표들의 과거 평균, 편차, 추세에 관한 확장 특징 지표들 또한 생체리듬 이상 여부 판단에 이용할 수 있도록 확장 특징 지표로 추출하고 이를 선별한다.

[0120] 다음으로, 분류 모델 기계 학습부는 특징 지표 산출부에서 생체리듬을 포착하기 위해 추출된 주요 특징지표들을 기계학습하여 어떤 지표들이 정상 기분상태를 유도하고 어떤 지표들이 비정상 기분상태를 유도할 수 있는가 분석한다(S120).

[0121] 여기에서, 비정상 상태는 기분이 업된 상태와 기분이 가라앉은 상태로 구분할 수 있다.

[0122] 즉, 데이터 수집부가 사용자들로부터 착용 센서를 이용하여 맥박, 빛 노출, 활동량 등에 대한 데이터를 수집하고 특징 지표 산출부(120)가 수집된 데이터에서 특징 지표를 산출하면, 분류 모델 기계 학습부(130)는 사용자들로부터 기분의 이상여부에 관한 정보를 획득(예를 들어 조증-우울증 정도에 따른 기분점수를 설문방식을 통해 획득) 하여 기계 학습하여 정상 상태와 비정상 상태를 분류할 수 있도록 한다. 여기에서, 비정상 상태는 기분이 업된 상태와 기분이 가라앉은 상태로 구분할 수 있다.

[0123] 일예로 기계학습의 훈련 집합은 약 30여명의 조울증-우울증 환자들을 대상으로 약 1년여 기간 이상 기분상태를 추적 조사하여 형성할 수 있다.

[0124] 이러한 분류 모델 기계 학습부가 기계 학습하는 기본 특징 지표들은 맥박 특징 지표(진폭, 정점위상, 결합계수(R^2)), 조도 특징 지표(야간 광노출량, 주간 광노출량), 활동량 특징 지표(야간 누적 걸음수, 주간 누적 걸음수) 및 수면 특징 지표(일일 수면시간, 일일 수면질)을 포함한다.

[0125] 이에 더하여 분류 모델 기계 학습부는 기본 특징 지표의 각각에 대한 평균, 편차 및 추세에 관한 확장 특징 지표들을 포함할 수 있다.

[0126] 상기 분류 모델 기계 학습부는 기본 특징 지표들과 확장 특징 지표들을 이용하여 정상과 비정상을 분류할 수 있는 분류기를 모델링 한다.

[0127] 이처럼 분류 모델 기계 학습부는 특징 지표에 대하여 기계적인 학습을 진행하여 정상 상태와 비정상 상태를 구별할 수 있는 임계치들을 설정하고 이를 근거로 입력되는 특징 지표들을 판단하여 정상 상태인지 비정상상태인지 분류한다.

[0128] 다음으로, 기분상태 예측부는 분류 모델 기계 학습부에서 분류된 정상 상태 또는 비정상 상태를 이용하여 사용자의 향후 기분상태를 탐지하거나 예측한다(S130).

[0129] 그리고 모델 평가 및 자가 적응부는 얼마나 정상/비정상 기분 상태를 잘 예측하는가 분류기 모델을 평가하고 좀 더 정확하게 예측하기 위해 모델 구성의 3요소(training dataset, training period, feature selection)를 지속적으로 튜닝하여 세팅하므로 자가적응 할 수 있는 진화형 기계학습과정을 거치도록 한다(S140).

[0130] 생체리듬을 추적 관찰하기 위해서는 계속해서 입력으로 들어오는 스트리밍 데이터를 저장/가공/분석하여 최소 하루 단위로 앞서 거론한 주요 특징지표들을 추출하는 과정을 반복적으로 처리하여야 한다.

[0131] 또한 생체리듬의 이상여부 판단을 위해 분류 모델 기계 학습부에서 사용되는 기계학습 분류기 모델을 구축해야 하는데 분류기 모델은 모델 학습에 이용된 데이터가 무엇인가(훈련 집합)(training dataset), 어느 기간 데이터로 모델 학습을 하였는가(훈련 기간)(training period), 모델 학습에 이용되는 특징지표들을 어떻게 정하였는가(특징 지표)(feature selection)에 따라 분류기 모델의 이상여부 판단 성능이 달라질 수 있다.

[0132] 상기와 같은 본 발명에 따르면, 대상자의 일주기 생체리듬의 변화를 실시간으로 감지하여 이상여부(비정상성)를 자동으로 판단하고, 필요시 해당 정보를 예측하여 대상자나 대상자의 보호자(또는 의료진)에게 전달할 수 있다.

[0133] 이처럼 생체리듬의 교란을 미리 감지하여 적시에 적절한 선제적 치료와 중재가 이루어질 수 있도록 한다.

[0134] 또한, 조울증-재발성우울증은 대상자의 수면각성주기, 적절한 시간대의 빛 노출과 활동 등의 생체리듬의 조절이

매우 중요한 바, 본 발명의 생체리듬 이상여부 탐지 기술을 이용하면 지속적인 대상자 관리가 가능하다.

[0135] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 발명에 기재된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상이 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의해서 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0136]

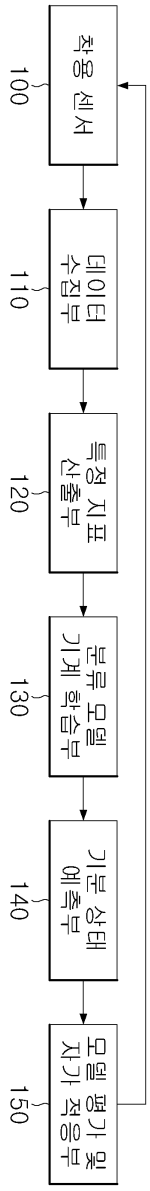
100 : 착용 센서 110 : 데이터 수집부

120 : 특징 지표 산출부 130 : 분류 모델 기계 학습부

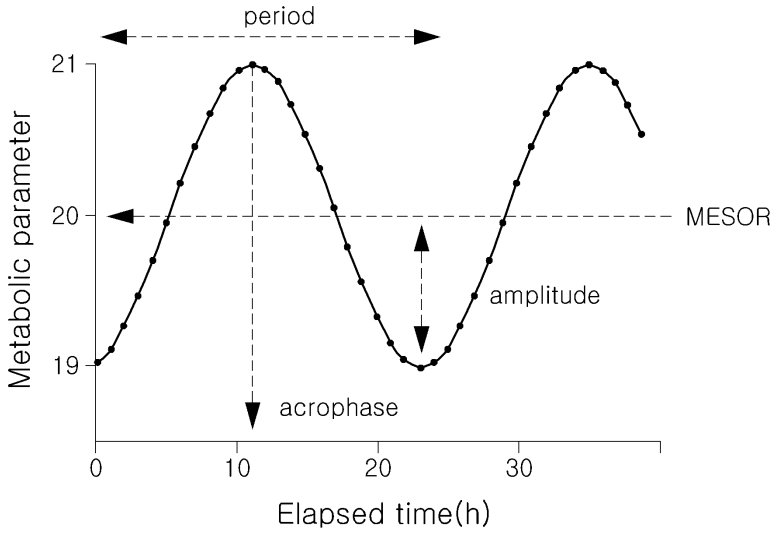
140 : 기분상태 예측부 150 : 모델 평가 및 자가 적응부

도면

도면1



도면2


period
21
20
19
Metabolic parameter
MESOR
amplitude
acrophase
0
10
20
30
Elapsed time(h)

도면3

=== Detailed Accuracy BY Class ===

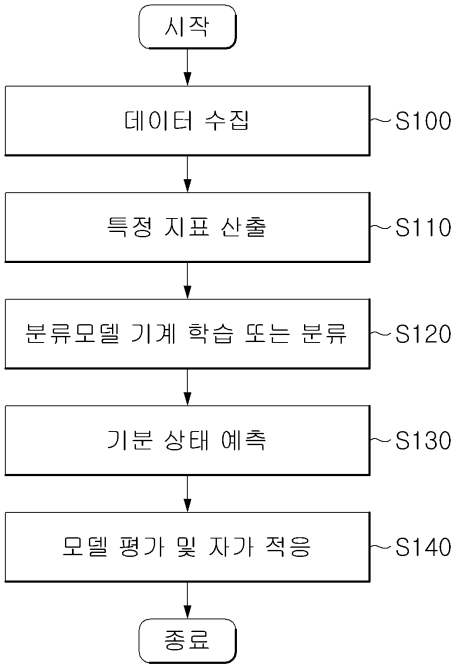
	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	MCC	ROC Area	PRC Area	Class
	0.61	0.146	0.689	0.61	0.647	0.478	0.848	0.752	DOWN
	0.385	0.027	0.717	0.385	0.501	0.471	0.89	0.642	UP
	0.845	0.378	0.695	0.845	0.762	0.479	0.841	0.854	ZERO
Weighted Avg.	0.695	0.245	0.696	0.695	0.683	0.478	0.851	0.787	

=== Confusion Matrix ===

a	b	c	<--classified as
1714	77	1020 |	a=DOWN
246	467	499 |	b=UP
529	107	3455 |	c=ZERO

도면4

도면5


시작
데이터 수집
S100
특정 지표 산출
S110
분류모델 기계 학습 또는 분류
S120
기분 상태 예측
S130
모델 평가 및 자가 적응
S140
종료