



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0001777
(43) 공개일자 2020년01월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G16H 50/30 (2018.01) A61B 5/11 (2006.01)
G16H 50/50 (2018.01)
(52) CPC특허분류
G16H 50/30 (2018.01)
A61B 5/11 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0074716
(22) 출원일자 2018년06월28일
심사청구일자 2018년06월28일

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(주)비알프레임
서울특별시 강남구 삼성로103길 12 ,119호(삼성동, 삼성동신도브레뉴)
(72) 발명자
김희정
서울특별시 서대문구 연희로32길 48, 105동 1802호(연희동, 연희동성원아파트)
이상은
서울특별시 강남구 압구정로 151, 121동 901호(압구정동, 현대아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인인벤싱크

전체 청구항 수 : 총 19 항

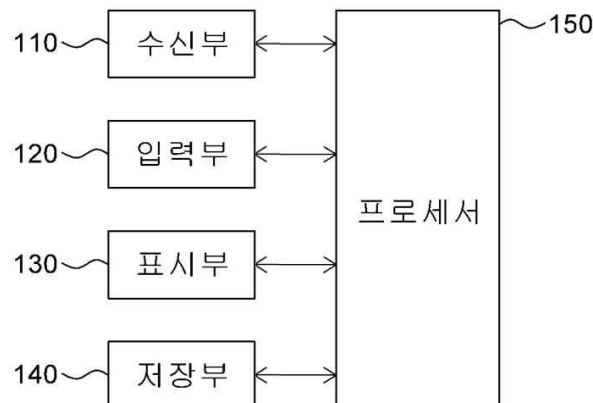
(54) 발명의 명칭 우울증 발병 예측 방법 및 이를 이용한 우울증 발병 예측 디바이스

(57) 요약

본 발명은, 프로세서에 의해 구현되는 우울증 발병 예측 방법에 있어서, 피검자가 착용한 웨어러블 디바이스로부터 피검자에 대한 순간 기분 평가 점수를 수신하는 단계, 및 피검자에 대한 순간 기분 평가 점수를 기초로 우울증 발병 여부를 예측하도록 구성된 우울증 예측 모델을 이용하여 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 평가하는 단계를 포함하는 우울증 발병 예측 방법 및 이를 이용한 우울증 발병 예측 디바이스를 제공한다.

대표도 - 도1b

100



(52) CPC특허분류

A61B 5/165 (2013.01)

G16H 50/50 (2018.01)

(72) 발명자

강희재

경기도 성남시 분당구 양현로 138, 801동 1001호(
이매동, 이매촌진흥아파트)

이성희

서울특별시 강동구 올림픽로 572, 101동 1602호(성
내동, 코오롱 2차아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2016R1D1A1B03932013

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기초연구사업

연구과제명 독거노인 우울과 자살생각 완화를 위한 생태순간중재(Ecological Momentary Intervention)

프로그램 개발 및 효과

기 여 율 9/10

주관기관 연세대학교 산학협력단

연구기간 2016.11.01 ~ 2019.10.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10060085

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 산업핵심기술개발사업

연구과제명 의료-헬스IT 분야 'Start-up'의 글로벌 기술기업 도약 지원 특화 R&D 플랫폼 및 관련 의

료기기 SW기술개발

기 여 율 1/10

주관기관 연세대학교 산학협력단

연구기간 2015.12.01 ~ 2020.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

프로세서에 의해 구현되는 우울증 발병 예측 방법에 있어서,

피검자가 착용한 웨어러블 디바이스로부터 상기 피검자에 대한 순간 기분 평가 점수를 수신하는 단계, 및

상기 피검자에 대한 순간 기분 평가 점수를 기초로 우울증 발병 여부를 예측하도록 구성된 우울증 예측 모델을 이용하여, 상기 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 평가하는 단계를 포함하는, 우울증 발병 예측 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 수신하는 단계는,

상기 웨어러블 디바이스로부터 실시간으로 측정된 활동량, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준으로 이루어진 그룹 중 선택된 적어도 하나를 더 수신하는 단계를 포함하고,

상기 우울증 예측 모델은,

상기 활동량, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준으로 이루어진 그룹 중 선택된 적어도 하나 및 상기 순간 기분 평가 점수를 기초로, 상기 피검자에게 노출된 환경에 따른 우울증 발병 여부를 예측 하도록 더 구성된, 우울증 발병 예측 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 수신하는 단계는,

상기 웨어러블 디바이스로부터 실시간으로 측정된 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준으로 이루어진 그룹 중 선택된 적어도 하나를 더 수신하는 단계를 포함하고,

상기 우울증 예측 모델은,

상기 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준으로 이루어진 그룹 중 선택된 적어도 하나 및 상기 순간 기분 평가 점수를 기초로, 상기 피검자에게 노출된 광 종류에 따른 우울증 발병 여부를 예측하도록 더 구성된, 우울증 발병 예측 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 수신하는 단계는,

미리 결정된 시간 간격으로 상기 순간 기분 평가 점수를 복수회 수신하는 단계를 포함하고,

상기 우울증 발병 여부를 평가하는 단계는,

상기 우울증 예측 모델을 이용하여, 상기 미리 결정된 시간 간격으로 상기 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 평가하는 단계를 포함하는, 우울증 발병 예측 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 수신하는 단계는,

각성 시간 (wake after sleep onset), 수면시간, 수면 중 활동량 및 기상 시 개운함 정도로 구성된 그룹 중 선

택된 적어도 하나를 포함하는 수면의 질 연관 데이터를 더 수신하는 단계를 포함하고,

상기 우울증 예측 모델은,

상기 순간 기분 평가 점수 및 상기 수면의 질 연관 데이터를 기초로 상기 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 예측 하도록 더 구성된, 우울증 발병 예측 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 우울증 예측 모델은,

상기 수신하는 단계 이전에,

상기 피검자와 상이한, 우울증 개체 및 비-우울증 개체 각각에 대하여 순간 기분 평가 점수를 수신하는 단계;

상기 우울증 개체 및 상기 비-우울증 개체에 대한 상기 순간 기분 평가 점수의 차이를 산출하는 단계, 및

산출된 상기 순간 기분 평가 점수의 차이를 기초로, 상기 우울증 개체 및 상기 비-우울증 개체와 상이한 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 예측하는 단계를 통해 학습된 모델인, 우울증 발병 예측 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 우울증 발병 여부를 평가하는 단계는,

상기 순간 기분 평가 점수를 기초로 상기 피검자에 대한 상태 패턴을 생성하도록 구성된 패턴 생성 모델을 이용하여, 상기 피검자에 대한 상태 패턴을 생성하는 단계, 및

상기 우울증 예측 모델을 이용하여 상기 상태 패턴을 기초로 상기 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 평가하는 단계를 더 포함하는, 우울증 발병 예측 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 우울증 예측 모델은,

상기 수신하는 단계 이전에, 상기 피검자와 상이한 우울증 개체 및 비-우울증 개체로 구성된 표본 개체 각각에 대하여 순간 기분 평가 점수를 수신하는 단계;

상기 패턴 생성 모델을 이용하여, 상기 표본 개체 각각에 대한 순간 기분 평가 점수를 기초로 상태 패턴을 생성하는 단계;

상기 표본 개체 각각에 대하여 생성된 복수개의 상태 패턴 중, 상기 우울증 개체 및 상기 비-우울증 개체에 대하여 미리 결정된 수준 이상의 유의한 차이를 갖는 패턴을 우울증 발병과 연관된 패턴으로 결정하는 단계, 및

상기 우울증 발병과 연관된 패턴을 기초로, 상기 우울증 개체 및 상기 비-우울증 개체와 상이한 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 예측하는 단계를 통해 학습된 모델인, 우울증 발병 예측 방법

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 우울증 발병과 연관된 패턴으로 결정하는 단계는,

상기 표본 개체 각각에 대하여 생성된 복수개의 상태 패턴 각각에 대한 오즈 비 (odds ratio), 계수 (coefficients) 및 한계효과 (marginal effect) 중 적어도 하나의 평가값을 산출하는 단계, 및

산출된 상기 평가값을 기초로 우울증 발병과 연관된 패턴을 결정하는 단계를 포함하는, 우울증 발병 예측 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,
 상기 수신하는 단계는,
 상기 피검자에 대한 나이 및 성별을 더 수신하는 단계를 포함하고,
 상기 우울증은 노인성 우울증인, 우울증 발병 예측 방법.

청구항 11

프로세서에 의해 구현되는 우울증 발병 여부를 예측하도록 구성된 디바이스로서,
 피검자가 착용한 웨어러블 디바이스로부터 상기 피검자에 대한 순간 기분 평가 점수를 수신하도록 구성된 수신부;
 상기 수신부와 통신하도록 연결된 프로세서로서,
 순간 기분 평가 점수를 기초로 우울증 발병 여부를 예측하도록 구성된 우울증 예측 모델을 이용하여, 상기 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 평가하도록 구성된 프로세서, 및
 상기 순간 기분 평가 점수 및 상기 우울증 예측 모델을 저장하도록 구성된 저장부를 포함하는, 우울증 발병 예측 디바이스.

청구항 12

제11항에 있어서,
 상기 수신부는,
 상기 웨어러블 디바이스로부터 실시간으로 측정된 활동량, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준으로 이루어진 그룹 중 선택된 적어도 하나를 더 수신하도록 구성되고,
 상기 프로세서는,
 상기 우울증 예측 모델을 이용하여, 상기 피검자에게 노출된 환경에 따른 우울증 발병 여부를 평가하도록 더 구성된, 우울증 발병 예측 디바이스

청구항 13

제12항에 있어서,
 상기 수신부는,
 상기 웨어러블 디바이스로부터 실시간으로 측정된 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준으로 이루어진 그룹 중 선택된 적어도 하나를 더 수신하도록 구성되고,
 상기 프로세서는,
 상기 우울증 예측 모델을 이용하여, 상기 피검자에게 노출된 광 종류에 따른 우울증 발병 여부를 평가하도록 더 구성된, 우울증 발병 예측 디바이스.

청구항 14

제11항에 있어서,
 데이터 전처리부를 더 포함하고,
 상기 데이터 전처리부는, 수신된 상기 순간 기분 평가 점수 중 오류값을 갖는 점수를 보정하도록 구성된, 우울증 발병 예측 디바이스.

청구항 15

제11항에 있어서,
 상기 순간 기분 평가 점수를 기초로 상기 피검자에 대하여 상태 패턴을 생성하도록 구성된 패턴 생성부를 더 포

함하는, 우울증 발병 예측 디바이스.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 패턴 생성부는,

상기 피검자와 상이한 표본 개체로부터 순간 기분 평가 점수를 기초로 우울증 발병과 연관된 패턴을 생성하도록 더 구성되고,

상기 프로세서는,

상기 우울증 예측 모델을 이용하여, 상기 우울증 발병과 연관된 패턴 및 상기 피검자에 대하여 생성된 상기 상태 패턴을 비교하고, 상기 비교의 결과를 기초로 상기 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 확률적으로 산출하도록 구성된, 우울증 발병 예측 디바이스.

청구항 17

제11항에 있어서,

상기 수신부는,

상기 피검자에 대한 각성 시간, 수면시간, 수면 중 활동량 및 기상 시 개운함 정도로 구성된 그룹 중 선택된 적어도 하나를 포함하는 수면의 질 연관 데이터를 더 수신하도록 구성되고,

상기 프로세서는,

상기 우울증 예측 모델을 이용하여, 상기 순간 기분 평가 점수 및 상기 수면의 질 연관 데이터를 기초로 상기 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 평가하도록 더 구성된, 우울증 발병 예측 디바이스.

청구항 18

제11항에 있어서,

상기 수신부는,

미리 결정된 시간 간격으로 상기 순간 기분 평가 점수를 복수회 수신하도록 더 구성되고,

상기 프로세서는,

상기 우울증 예측 모델을 이용하여, 상기 미리 결정된 시간 간격으로 상기 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 평가하도록 더 구성된, 우울증 발병 예측 디바이스.

청구항 19

제11항에 있어서,

상기 수신부는,

상기 피검자에 대한 나이 및 성별을 더 수신하도록 구성되고,

상기 우울증은 노인성 우울증인, 우울증 발병 예측 디바이스.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 우울증의 발병 예측 방법 및 이를 이용한 우울증의 발병 예측 디바이스에 관한 것으로, 보다 구체적으로 피검자가 착용한 웨어러블 디바이스로부터 수신된 다양한 주관적 또는, 객관적 데이터들을 기초로 우울증의 발병 여부를 예측할 수 있는, 방법 및 디바이스에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 우울증이란 의욕 저하와 우울감을 주요 증상으로 하여 다양한 인지 및 정신 신체적 증상을 일으켜 일상 기능의

저하를 가져오는 질환을 의미한다. 우울증에 걸린 사람들은 대개, 자신의 기분을 조절하지 못하거나, 즐거운 활동에 관심을 보이지 않는 증상을 나타낸다. 이러한 우울증의 원인으로는 신경 전달 물질에 의한 생화학적 요인, 가족력과 연관된 유전적 요인, 둘러싸고 있는 환경에 의한 환경적 요인 등이 있을 수 있다.

[0003] 한편, 우울증의 진단 방법으로는, 정신의학 관련 실무자의 심층 인터뷰와 자가보고 설문지 작성, 또는 뇌파 (electroencephalogram) 분석에 기초한 방법이 있을 수 있다. 보다 구체적으로, 뇌파 분석에 기초한 우울증 예측 방법에 따르면, 우울증이 의심되는 피검자에게 뇌에 일정한 전기적 자극이 가해지고, 이후 300 ms 내지 600 ms 시간대에 발생하는 피크의 양을 측정함으로써 우울증 여부가 판별될 수 있다. 그러나 이러한 뇌파 분석을 통한 우울증 진단은, 신호대 노이즈비 (signal to noise ratio) 가 작고, 정밀한 뇌파 측정을 위해 필요한 뇌파 전극의 구성이 복잡하며, 얻어진 뇌파를 분석하기 위해 요구되는 CPU의 성능이 높아야 하는 등의 문제점이 있다. 또한, 이러한 복잡한 측정 기기 및 방법을 이용한 진단은, 전문 의료인 없이 일반인이 간편하게 집에서 시행할 수 없는 한계가 있음에 따라, 이동에 제한이 있는 노인 또는 장애인에 대하여 큰 부담을 줄 수 있다.

[0004] 이에, 이상의 한계를 극복하고 우울증을 진단할 수 있는 시스템에 대한 개발이 지속적으로 요구되고 있는 실정이다. 특히, 우울증 여부를 종래의 방법보다 용이하게 예측할 수 있고, 의료 시스템과 연결되어 진단 정보를 제공할 수 있는 우울증 발병 예측 시스템의 개발은, 이동에 제한이 있는 피검자들에 대한 우울증 예방 및 진단에 있어서 매우 중요할 수 있다.

[0005] 발명의 배경이 되는 기술은 본 발명에 대한 이해를 보다 용이하게 하기 위해 작성되었다. 발명의 배경이 되는 기술에 기재된 사항들이 선행기술로 존재한다고 인정하는 것으로 이해되어서는 안 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 한편, 웨어러블 디바이스 (wearable device) 는 스마트 밴드, 스마트 워치, 웨어러블 글래스 등의 형태로 사용되고 있으며, 웨어러블 디바이스에 구비된 센서를 이용하여 생체리듬을 감지하고, 이를 이용한 서비스가 제공되고 있다.

[0007] 웨어러블 디바이스는 피검자에 대하여 수 일 내지 수 개월에 걸쳐서 대상의 일상생활에 지장을 주지 않으면서 연속적으로 모니터링 하는 것을 가능하게 할 수 있다. 이에, 웨어러블 디바이스로부터 획득된 관측 데이터는, 다양한 다른 임상적 진단 결과들과 함께 질환 진단이나 치료를 위해 이용될 수 있다. 그러나, 이상의 진단 시스템은 관측 데이터들의 단순한 변화만으로 질환 여부를 판단할 수 있는 질환들만으로 그 적용 범위가 제한된다. 다시 말해서, 우울증과 같이 장기적인 치료가 필요하고 외부적 요인에 따라 데이터의 특성이 쉽게 변함에 따라 진단 또는 예측이 어려운 질환들은 전술한 시스템에 적용되기 어려울 수 있다.

[0008] 한편, 본 발명의 발명자들은 우울증과 관련하여, 피검자에 의해 평가된 순간 기분 점수, 활동량, 및 환경적 요인 특히, 광 노출에 주목하였고, 이러한 요인들이 우울증과 연관되어 있음을 인식할 수 있었다.

[0009] 나아가, 본 발명의 발명자들은 우울증 발병에 대하여 예측의 정확도를 높이기 위해, 피검자의 웨어러블 디바이스로부터 수신된 우울증과 연관된 데이터에 의해 학습된 예측 모델을 이용할 수 있음을 인지하였다.

[0010] 그 결과, 본 발명의 발명자들은 피검자의 웨어러블 디바이스로부터 입력된 순간 기분 평가 점수, 실시간으로 측정된 활동량, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준과 같은 데이터를 기초로 우울증 발병 여부를 예측 하도록 구성된 예측 모델에 기초한, 새로운 우울증 예측 시스템을 개발하기에 이르렀다.

[0011] 이에, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 피검자가 착용한 웨어러블 디바이스로부터 피검자에 대하여 우울증 진단을 위한 객관적 자료로 이용될 수 있는 순간 기분 평가 점수를 수신하고, 우울증 예측 모델을 이용하여 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 평가할 수 있는, 우울증 발병 예측 방법 및 이를 이용한 우울증 발병 예측 디바이스를 제공하는 것이다.

[0012] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 웨어러블 디바이스로부터 실시간으로 측정된 활동량, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준으로 이루어진 그룹 중 선택된 적어도 하나를 더 수신하고, 우울증 예측 모델을 이용하여 피검자에게 노출된 환경에 따른 우울증 발병 여부를 평가하도록 구성된, 우울증 발병 예측 방법 및 이를 이용한 우울증 발병 예측 디바이스를 제공하는 것이다.

[0013] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는, 순간 기분 평가 점수를 기초로 피검자에 대한 상태 패턴을 생성하여, 우울증 예측 모델에서 상태 패턴을 기초로 우울증 진단 여부를 평가하도록 하고, 이러한 우울증 예측 모델에 기

초한 우울증 발병 예측 디바이스를 제공하는 것이다.

[0014] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 과제는, 피검자에 대한 성별 및 나이 정보를 입력하여, 우울증 예측 모델을 바탕으로 노인성 우울증을 예측하도록 구성된, 우울증 발병 예측 방법 및 이를 이용한 우울증 발병 예측 디바이스를 제공하는 것이다.

[0015] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0016] 진술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 우울증 발병 예측 방법이 제공된다. 프로세서에 의해 구현되는 우울증 발병 여부를 예측하는 방법으로서 본 방법은, 피검자가 착용한 웨어러블 디바이스로부터 피검자에 대한 순간 기분 평가 점수를 수신하는 단계, 및 피검자에 대한 순간 기분 평가 점수를 기초로 우울증 발병 여부를 예측하도록 구성된 우울증 예측 모델을 이용하여, 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 평가하는 단계를 포함한다.

[0017] 본 발명의 특징에 따르면, 수신하는 단계에서는 웨어러블 디바이스로부터 실시간으로 측정된 활동량, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준으로 이루어진 그룹 중 선택된 적어도 하나를 더 수신할 수 있고, 우울증 예측 모델은 활동량, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준으로 이루어진 그룹 중 선택된 적어도 하나 및 순간 기분 평가 점수를 기초로, 피검자에게 노출된 환경에 따른 우울증 발병 여부를 예측 하도록 더 구성될 수 있다.

[0018] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 수신하는 단계에서는, 웨어러블 디바이스로부터 실시간으로 측정된 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준으로 이루어진 그룹 중 선택된 적어도 하나를 더 수신할 수 있고, 우울증 예측 모델은 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준으로 이루어진 그룹 중 선택된 적어도 하나 및 순간 기분 평가 점수를 기초로, 피검자에게 노출된 광 종류에 따른 우울증 발병 여부를 예측하도록 더 구성될 수 있다.

[0019] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 수신하는 단계에서는 미리 결정된 시간 간격으로 순간 기분 평가 점수를 복수회 수신할 수 있고, 우울증 발병 여부를 평가하는 단계는 우울증 예측 모델을 이용하여 미리 결정된 시간 간격으로 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 평가할 수 있다.

[0020] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 수신하는 단계에서는 각성 시간 (wake after sleep onset), 수면시간, 수면 중 활동량 및 기상 시 개운함 정도로 구성된 그룹 중 선택된 적어도 하나를 포함하는 수면의 질 연관 데이터를 더 수신할 수 있고, 우울증 예측 모델은 순간 기분 평가 점수 및 수면의 질 연관 데이터를 기초로 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 예측 하도록 더 구성될 수 있다.

[0021] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 우울증 예측 모델은 수신하는 단계 이전에, 피검자와 상이한 우울증 개체 및 비-우울증 개체 각각에 대하여 순간 기분 평가 점수를 수신하고, 우울증 개체 및 비-우울증 개체에 대한 순간 기분 평가 점수의 차이를 산출하고, 산출된 순간 기분 평가 점수의 차이를 기초로 우울증 개체 및 비-우울증 개체와 상이한 피검자에 대하여 우울증 발병 여부를 예측하도록 학습된 모델일 수 있다.

[0022] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 우울증 발병 여부를 평가하는 단계에서는 순간 기분 평가 점수를 기초로 피검자에 대한 상태 패턴을 생성하도록 구성된 패턴 생성 모델을 이용하여, 피검자에 대한 상태 패턴을 생성하고 우울증 예측 모델을 이용하여 상태 패턴을 기초로 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 평가할 수 있다.

[0023] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 우울증 예측 모델은 수신하는 단계 이전에 피검자와 상이한 우울증 개체 및 비-우울증 개체로 구성된 표본 개체 각각에 대하여 순간 기분 평가 점수를 수신하고, 패턴 생성 모델을 이용하여 표본 개체 각각에 대한 순간 기분 평가 점수를 기초로 상태 패턴을 생성하고, 표본 개체 각각에 대하여 생성된 복수개의 상태 패턴 중, 우울증 개체 및 비-우울증 개체에 대하여 미리 결정된 수준 이상의 유의한 차이를 갖는 패턴을 우울증 발병과 연관된 패턴으로 결정하고, 우울증 발병과 연관된 패턴을 기초로, 우울증 개체 및 비-우울증 개체와 상이한 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 예측하도록 학습된 모델일 수 있다.

[0024] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 우울증 발병과 연관된 패턴으로 결정하는 단계에서는, 표본 개체 각각에 대하여 생성된 복수개의 상태 패턴 각각에 대한 오즈 비 (odds ratio), 계수 (coefficients) 및 한계효과 (marginal effect) 중 적어도 하나의 평가값을 산출하고 산출된 평가값을 기초로 우울증 발병과 연관된 패턴을 결정할 수 있다.

- [0025] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 수신하는 단계에서는 피검자에 대한 나이 및 성별을 더 수신할 수 있고, 개시된 우울증은 노인성 우울증일 수 있다.
- [0026] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 우울증 발병 예측 디바이스가 제공된다. 본 디바이스는, 프로세서에 의해 구현되는 우울증 발병 여부를 예측하도록 구성된 디바이스로서, 피검자가 착용한 웨어러블 디바이스로부터 피검자에 대한 순간 기분 평가 점수를 수신하도록 구성된 수신부, 수신부와 통신하도록 연결된 프로세서로서, 순간 기분 평가 점수를 기초로 우울증 발병 여부를 예측하도록 구성된 우울증 예측 모델을 이용하여 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 평가하도록 구성된 프로세서, 및 순간 기분 평가 점수 및 우울증 예측 모델을 저장하도록 구성된 저장부를 포함한다.
- [0027] 본 발명의 특징에 따르면, 수신부는 웨어러블 디바이스로부터 실시간으로 측정된 활동량, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준으로 이루어진 그룹 중 선택된 적어도 하나를 더 수신하도록 구성되고, 프로세서는 우울증 예측 모델을 이용하여 피검자에게 노출된 환경에 따른 우울증 발병 여부를 평가하도록 더 구성될 수 있다.
- [0028] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 수신부는 웨어러블 디바이스로부터 실시간으로 측정된 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준으로 이루어진 그룹 중 선택된 적어도 하나를 더 수신하도록 구성되고, 프로세서는 우울증 예측 모델을 이용하여 피검자에게 노출된 광 종류에 따른 우울증 발병 여부를 평가하도록 더 구성될 수 있다.
- [0029] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 디바이스는 데이터 전처리부를 더 포함하고 데이터 전처리부는 수신된 순간 기분 평가 점수 중 오류값을 갖는 점수를 보정하도록 구성될 수 있다.
- [0030] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 순간 기분 평가 점수를 기초로 피검자에 대하여 상태 패턴을 생성하도록 구성된 패턴 생성부를 더 포함할 수 있다.
- [0031] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 패턴 생성부는 피검자와 상이한 표본 개체로부터 순간 기분 평가 점수를 기초로 우울증 발병과 연관된 패턴을 생성하도록 더 구성되고, 프로세서는 우울증 예측 모델을 이용하여 우울증 발병과 연관된 패턴 및 피검자에 대하여 생성된 상태 패턴을 비교하고, 비교의 결과를 기초로 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 확률적으로 산출하도록 구성될 수 있다.
- [0032] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 수신부는 피검자에 대한 각성 시간, 수면시간, 수면 중 활동량 및 기상 시 개운함 정도로 구성된 그룹 중 선택된 적어도 하나를 포함하는 수면의 질 연관 데이터를 더 수신하도록 구성되고, 프로세서는 우울증 예측 모델을 이용하여 순간 기분 평가 점수 및 수면의 질 연관 데이터를 기초로 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 평가하도록 더 구성될 수 있다.
- [0033] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 수신부는 미리 결정된 시간 간격으로 순간 기분 평가 점수를 복수회 수신하도록 더 구성되고, 프로세서는 우울증 예측 모델을 이용하여 미리 결정된 시간 간격으로 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 평가하도록 더 구성될 수 있다.
- [0034] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 수신부는 피검자에 대한 나이 및 성별을 더 수신하도록 구성되고, 개시된 우울증은 노인성 우울증일 수 있다.

발명의 효과

- [0035] 본 발명은 피검자의 웨어러블 디바이스로부터 수신된 순간 기분 평가 점수 및 웨어러블 디바이스로부터 실시간으로 측정된 다양한 데이터에 기초한 우울증 발병 예측 방법 및 이를 이용한 우울증 발병 예측 디바이스를 제공함으로써, 피검자의 우울증의 위험성에 대하여 빠르게 감지하고, 이에 대한 정보를 피검자 및 의료인에게 제공할 수 있다. 이에, 본 발명은 피검자에 대한 처치 시점을 앞당겨 우울증 치료에 대한 좋은 예후를 제공할 수 있다.
- [0036] 특히, 본 발명은 미리 결정된 시간마다 피검자로부터 직접 입력된 순간 기분 평가를 고려하여 우울증 발병 여부를 예측함에 따라, 사용자에게 대하여 높은 정확도 및 민감도로 우울증의 발병 여부를 예측할 수 있는 효과가 있다.
- [0037] 나아가, 본 발명은 웨어러블 디바이스로부터 실시간으로 측정된 데이터를 기초로 하여 피검자에 대하여 예측된 우울증 진단과 연관된 정보를 제공함으로써, 종래의 우울증 진단 시스템이 갖는 문제들, 특히 이동에 제한이 있는 노인 또는 장애인 등의 피검자가 겪는 진단의 불편함과 같은 문제를 해결할 수 있는 효과가 있다.

[0038] 또한, 본 발명은 웨어러블 디바이스로부터 수신된 데이터를 기초로 우울증 발병 여부를 예측 하도록 구성된 우울증 예측 모델, 나아가 상태 패턴을 생성하도록 구성된 패턴 생성 모델을 이용함으로써, 피검자 개개인에 대하여 예측의 정확도가 높은 우울증 발병 예측 방법 및 이를 이용한 우울증 발병 예측 디바이스를 제공할 수 있는 효과가 있다.

[0039] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0040] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 우울증 발병 예측 디바이스를 이용한 우울증 발병 여부 예측 시스템을 예시적으로 도시한 것이다.

도 1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 우울증 발병 예측 디바이스의 구성을 도시한 것이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 우울증 발병 예측 방법의 절차를 예시적으로 도시한 것이다.

도 3a 내지 3c는 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 우울증 예측 모델 설정을 위한 입력 변수에 따른 복수개의 예측 모델들에 대한 평가 결과를 도시한 것이다.

도 4a 내지 4d는 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 우울증 예측 모델의 평가 결과를 도시한 것이다.

도 4e는 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 우울증 예측 모델의 기반 모델 설정을 위한 복수개의 모델들에 대한 평가 결과를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0041] 발명의 이점, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0042] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 본 명세서 상에서 언급된 '포함한다', '갖는다', '이루어진다' 등이 사용되는 경우, '~만'이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.

[0043] 구성요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.

[0044] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하며, 당업자가 충분히 이해할 수 있듯이 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시 가능할 수도 있다.

[0045] 본 명세서의 해석의 명확함을 위해, 이하에서는 본 명세서에서 사용되는 용어들을 정의하기로 한다.

[0046] 본 명세서에서 사용되는 용어, "우울증"은 의욕 저하와 우울감을 주요 증상으로 하여 다양한 인지 및 정신 신체적 증상을 일으켜 일상 기능의 저하를 가져오는 모든 질환 또는 장애를 의미한다. 이에, 본원 명세서에 개시된 "우울증"은 "우울 장애"와 동일한 의미로 이용될 수 있다. 한편, 우울증은 피검자의 연령에 따라, 약 65 세 이상의 노년기에 나타날 수 있는 노인성 우울증일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0047] 본 명세서에서 사용되는 용어, "피검자"는 우울증 발병 여부를 예측을 위한 대상을 의미할 수 있다. 예를 들어, 피검자는 약 60 세 이상의 노인, 특히 보호자가 없이 혼자 거주하는 독거 노인일 수 있으나, 이에 제한되지 않고 우울증이 의심되거나 우울증 발병 여부를 진단하고자 하는 모든 대상이 될 수 있다.

[0048] 본 명세서에서 사용되는 용어, "순간 기분 평가 점수"는 기분의 정도를 순간적으로 평가하는데 이용되는 척도를 의미할 수 있다. 이때, 순간 기분 평가 점수는, 일정기간 동안 일상생활 속에서 어떤 경험을 한 순간 또는 가까운 시간 내에 자기 보고를 점수화하여 나타내는 EMA (ecological momentary assessment) 점수일 수 있다.

이러한, EMA 점수는 우울한 정도와 연관될 수 있다. 예를 들어, 피검자가 우울감을 갖는 경우, EMA 점수는 0에 가까울 수 있고, 그렇지 않은 경우 EMA 점수는 10에 가까울 수 있다. 그러나, 본원 명세서에서 개시된 순간 기분 평가 점수는 EMA에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 순간 기분 평가 점수는, 피검자에 의해 평가된 HDS (Hamilton depression scale) 점수, 또는 GDS (geriatric depression scale) 점수일 수 있다.

[0049] 본 명세서에서 사용되는 용어, "웨어러블 디바이스"는 몸에 부착하거나 착용하여 사용하는 모든 전자적 디바이스를 의미할 수 있다. 이때, 웨어러블 디바이스는 가속센서, 자이로스코프, 조도센서, RGB 센서, PPG 센서, 이벤트 버튼, 시계 등을 포함할 수 있다. 이에, 웨어러블 디바이스는 실시간으로 피검자의 활동량을 측정하고, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준을 측정할 수 있다. 이때, 본 명세서에서 사용되는 용어, "실시간"은, 미리 설정된 시간 간격, 예를 들어, 30 초 간격을 의미할 수 있다.

[0050] 나아가, 웨어러블 디바이스는, 전술한 순간 기분 평가 점수를 미리 결정된 시간 간격으로 피검자로부터 직접 입력 받도록 더 구성될 수 있다. 예를 들어, 웨어러블 디바이스는 피검자로부터 4시간 간격으로 6 가지의 구간 (0시 내지 04시, 04시 내지 08시, 08시 내지 12시, 12시 내지 16시, 16시 내지 20시 및 20시 내지 24시) 별로 순간 기분 평가 점수를 입력 받을 수 있다. 그러나, 미리 결정된 시간 간격은 이에 제한되는 것은 아니다.

[0051] 한편, 웨어러블 디바이스는 각성 시간 (wake after sleep onset), 수면시간, 수면 중 활동량 및 기상 시 개운함 정도로 구성된 수면의 질과 연관된 데이터를 더 측정하고 입력 받도록 구성될 수 있다.

[0052] 웨어러블 디바이스로부터 측정되거나 직접 입력된 피검자와 연관된 데이터들은, 우울증 예측을 위해 이용될 수 있다. 예를 들어, 전술한 데이터들은 피검자의 우울증 발병 여부를 예측하도록 구성된 우울증 예측 모델에 입력 변수로서 이용될 수 있다.

[0053] 본 명세서에서 사용되는 용어, "우울증 예측 모델"은 피검자가 착용한 웨어러블 디바이스로부터 수신한 데이터를 기초로 우울증 발병 여부를 예측하도록 구성된 예측 모델을 의미할 수 있다. 보다 구체적으로, 우울증 예측 모델은, 우울증 개체 및 비-우울증 개체의 표본 개체에 각각에 대한 순간 기분 평가 점수, 측정된 활동량, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준, 청색광 수준 중 적어도 하나의 데이터를 기초로 우울증 발병과 연관된 특징 데이터를 추출하고, 이를 학습하여 우울증 발병 여부를 결정하도록 구성된 알고리즘에 기초한 모델일 수 있다. 예를 들어, 우울증 예측 모델은, Randomized Decision forest 알고리즘, Decision Tree 알고리즘, Adaptive Boosting 알고리즘, Penalized Logistic Regression 알고리즘의 기계학습에 의한 알고리즘, 또는 Deep Learning 알고리즘에 기초하여, 웨어러블 디바이스로부터 수신된 피검자에 대한 데이터를 기초로 우울증 발병 여부를 예측하도록 구성된 모델일 수 있다. 그러나, 본 발명의 우울증 예측 모델은 이에 제한되지 않고 보다 다양한 학습 알고리즘에 기초할 수 있다.

[0054] 본 명세서에서 사용되는 용어, "패턴 생성 모델"은 피검자가 착용한 웨어러블 디바이스로부터 수신한 데이터를 기초로 상태 패턴을 생성하도록 구성된 모델을 의미할 수 있다. 예를 들어, 패턴 생성 모델은 비지도학습의 k-Means, 또는 SOM의 클러스터링 알고리즘에 기초하는 모델일 수 있다. 그러나, 본 발명의 패턴 생성 모델은 이에 제한되지 않고 보다 다양한 클러스터링 알고리즘에 기초할 수 있다. 한편, 패턴 생성 모델에 의해 생성된 상태 패턴은 우울증 발병 여부에 따라 유의한 차이를 나타낼 수 있어, 우울증의 예측에 이용될 수 있다. 예를 들어, 패턴 생성 모델에 의해 생성된 상태 패턴은, 전술한 우울증 예측 모델에 입력될 수 있고, 우울증 예측 모델은 상태 패턴을 기초로 우울증 발병 여부를 예측하도록 학습될 수 있다.

[0055] 이하에서는, 도 1a 및 도 1b를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 우울증 발병 예측 디바이스 및 이를 이용한 우울증 발병 예측 시스템을 구체적으로 설명한다. 도 1a은 본 발명의 일 실시예에 따른 우울증 발병 예측 디바이스를 이용한 우울증 발병 여부 예측 시스템을 예시적으로 도시한 것이다. 도 1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 우울증 발병 예측 디바이스의 구성을 도시한 것이다.

[0056] 도 1a를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 우울증 발병 예측 시스템 (1000) 은, 우울증 발병 예측 디바이스 (100), 웨어러블 디바이스 (300), 데이터 베이스 (400) 및 의료진 디바이스 (500) 로 구성되어 있다.

[0057] 우울증 발병 예측 시스템 (1000) 에서 우울증 발병 예측 디바이스 (100) 는, 웨어러블 디바이스 (300) 로부터 수신된 데이터, 예를 들어 순간 기분 평가 점수, 활동량, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준, 청색광 수준, 각성 시간, 수면시간, 수면 중 활동량 또는 기상 시 개운함 정도를 기초로 피검자에 대한 우울증 발병 여부 또는 발병의 위험도를 확률적으로 예측하도록 구성될 수 있다. 나아가, 우울증 발병 예측 디바이스 (100) 는 외부로부터 피검자에 대한 성별, 연령, 나아가 의무기록 데이터와 같은 추가적인 데이터 베이스 (400) 를 더 수신하여, 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 예측하도록 구성될 수 있다. 한편, 우울증 발병 예측 디바이스

(100)는 웨어러블 디바이스 (300)로부터 수신된 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준을 기초로, 노출된 광 종류에 따른 우울증 발병 여부를 예측하도록 더 구성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 우울증 발병 예측 디바이스 (100)는 웨어러블 디바이스 (300)로부터 수신된 데이터에 기초하여 피검자에 대한 상태 패턴을 생성하고, 상태 패턴을 기초로 우울증 발병 여부를 예측하도록 더 구성될 수 있다.

- [0058] 웨어러블 디바이스 (300)는 피검자로부터 순간 기분 평가 점수를 입력 받거나, 피검자에 대한 활동량, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준, 청색광 수준을 측정하도록 구성될 수 있다. 나아가, 측정된 데이터의 값들 또는 입력된 순간 기분 평가 점수를, 우울증 발병 예측 디바이스 (100)에 송신하도록 구성될 수 있다.
- [0059] 의료진 디바이스 (500)는 우울증 발병 예측 디바이스 (100)에 의해 예측된 피검자에 대한 우울증 발병 여부와 연관된 정보를 수신 받고, 의료진이 수신된 정보를 기초로 피검자를 모니터링하고, 발병 여부에 따른 조치를 취할 수 있도록 피드백을 제공하도록 구성될 수 있다.
- [0060] 보다 구체적으로, 도 1b를 참조하면, 우울증 발병 예측 디바이스 (100)는 수신부 (110), 입력부 (120), 표시부 (130), 저장부 (140) 및 프로세서 (150)를 포함한다.
- [0061] 구체적으로 수신부 (110)는 피검자가 착용한 웨어러블 디바이스 (300)로부터, 순간 기분 평가 점수, 피검자에 대하여 측정된 활동량, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준을 수신할 수 있고, 성별, 나이 및 의무기록 데이터와 같은 추가적인 데이터 베이스 (400)를 수신하도록 구성될 수 있다.
- [0062] 본 발명의 일 실시예에 따르면 수신부 (110)는, 웨어러블 디바이스 (300)로부터, 피검자의 각성 시간, 수면 시간, 수면 중 활동량 및 기상 시 개운함 정도로 구성된 그룹 중 선택된 적어도 하나를 포함하는 수면의 질 연관 데이터를 더 수신하도록 구성될 수 있다.
- [0063] 입력부 (120)는 키보드, 마우스, 터치 스크린 패널 등 제한되지 않는다. 입력부 (120)는 우울증 발병 예측 디바이스 (100)를 설정하고, 우울증 발병 예측 디바이스 (100)의 동작을 지시할 수 있다.
- [0064] 한편, 표시부 (130)는 수신부 (110)에 의해 수신된 데이터들을 표시할 수 있다. 나아가, 표시부 (130)는 프로세서 (150)에 의해 생성된 피검자에 대한 상태 패턴을 표시하고, 프로세서 (150)에 의해 예측된 우울증 발병 여부를 표시할 수 있다.
- [0065] 저장부 (140)는 수신부 (110)를 통해 수신한, 웨어러블 디바이스 (300)로부터 측정되거나 입력된 피검자에 대한 데이터들 또는 추가적인 데이터 베이스 (400)를 저장하고, 입력부 (120)를 통해 설정된 우울증 발병 예측 디바이스 (100)의 지시를 저장하도록 구성될 수 있다. 나아가, 저장부 (140)는 후술될 프로세서 (150)에 의해 생성된 피검자에 대한 상태 패턴을 저장하고, 예측된 피검자에 대한 우울증 발병 여부에 대한 결과를 저장하도록 구성된다. 그러나, 전술한 것에 제한되지 않고 저장부 (140)는 우울증 발병 예측을 위해 프로세서 (150)에 의해 결정된 다양한 정보들을 저장할 수 있다.
- [0066] 프로세서 (150)는 우울증 발병 예측 디바이스 (110)의 정확한 예측 결과를 제공하기 위한 구성요소일 수 있다. 이때, 정확한 예측을 위해 프로세서 (150)는 수신부 (110)로부터 수신한 피검자에 대한 데이터를 기초로 우울증 발병 여부를 예측하도록 구성된 우울증 예측 모델을 이용하여, 피검자에 대한 우울증 발병 여부를 평가하도록 구성될 수 있다.
- [0067] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 프로세서 (150)는 우울증 예측 모델을 이용하여 수신부 (110)로부터 수신된 피검자에 대한 순간 기분 평가 점수, 활동량, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준을 기초로 피검자에게 노출된 환경에 따른 우울증 발병 여부를 평가하도록 더 구성될 수 있다.
- [0068] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 프로세서 (150)는 우울증 예측 모델을 이용하여 수신부 (110)로부터 수신된 피검자에 대한 순간 기분 평가 점수, 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준을 기초로 피검자에게 노출된 광 종류에 따른 우울증 발병 여부를 평가하도록 더 구성될 수 있다.
- [0069] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 우울증 예측 디바이스 (100)는 수신부 (110)를 통해 수신한 데이터를 기초로 피검자에 대한 상태 패턴을 생성하도록 구성된 패턴 생성부를 더 포함할 수 있다. 이때, 패턴 생성부는 피검자와 상이한 표본 개체로부터 획득된 데이터를 기초로 우울증 발병과 연관된 패턴을 생성하도록 더 구성될 수 있고, 프로세서 (150)는 우울증 예측 모델을 이용하여, 우울증 발병과 연관된 패턴 및 피검자에 대하여 생성된 상태 패턴을 비교하여 우울증 발병 여부를 확률적으로 산출하도록 더 구성될 수 있다.
- [0070] 이에, 우울증 발병 예측 시스템 (1000)에 따라, 본 발명의 우울증 발병 예측 디바이스 (100)는 웨어러블 디바

이스 (300)로부터 수신한 피검자에 대한 데이터와 추가적인 데이터 베이스 (400)를 기초로, 피검자의 우울증 발병 여부 및 위험도를 예측할 수 있다. 나아가, 우울증 발병 예측 디바이스 (100)는 예측된 우울증 발병 여부에 대한 정보를 의료진 디바이스 (500)에 제공함에 따라, 의료진은 피검자에 대한 우울증의 발병 여부를 보다 빠르게 인지할 수 있다. 즉, 우울증 발병 예측 디바이스 (100)에 기초한 우울증 발병 예측 시스템 (1000)에 따라, 특히 보호자 없이 혼자 거주하는 노인과 같은, 의료 서비스로부터 벗어나 있는 피검자들에 대한 우울증 발병 및 우울증 발병에 따른 2차 사고가 예방될 수 있고, 우울증을 갖는 피검자에 대한 치료 모니터링이 또한 용이할 수 있다.

[0071] 이하에서는 도 2를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 우울증 발병 예측 방법을 구체적으로 설명한다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 우울증 발병 예측 방법의 절차를 예시적으로 도시한 것이다.

[0072] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 우울증 발병 예측의 절차는 다음과 같다. 먼저, 피검자가 착용한 웨어러블 디바이스로부터 순간 기분 평가 점수, 활동량, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준으로 이루어진 그룹 중 선택된 적어도 하나를 수신한다 (S210). 선택적으로, 패턴 생성 모델을 이용하여 웨어러블 디바이스로부터 수신된 데이터를 기초로 상태 패턴을 생성한다 (S220). 다음으로, 우울증 예측 모델을 이용하여, 우울증 발병 여부를 평가 한다 (S230).

[0073] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 수신하는 단계 (S210)에서는 미리 결정된 시간 간격으로 순간 기분 평가 점수, 활동량, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준으로 이루어진 그룹 중 선택된 적어도 하나를 복수회 수신할 수 있다.

[0074] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 수신하는 단계 (S210)에서는 웨어러블 디바이스로부터 측정된 각성 시간, 수면시간, 수면 중 활동량 및 기상 시 개운함 정도로 구성된 그룹 중 선택된 적어도 하나를 포함하는 수면의 질 연관 데이터를 더 수신할 수 있다.

[0075] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 수신하는 단계 (S210)에서는 피검자에 대한 나이 또는 성별을 더 수신할 수 있다.

[0076] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상태 패턴을 생성하는 단계 (S220)에서는 웨어러블 디바이스로부터 획득된 데이터를 기초로 상태 패턴을 생성하도록 학습된 패턴 생성 모델을 이용하여, 피검자에 대한 상태 패턴을 생성할 수 있다. 이때, 패턴 생성 모델은 클러스터링 알고리즘에 기초하는 모델일 수 있다. 예를 들어, 상태 패턴을 생성하는 단계 (S220)에서는 클러스터링 알고리즘을 반복적으로 수행하여, 웨어러블 디바이스로부터 수신한 데이터의 값들에 의해 생성된 패턴들 중 유사성이 높은 패턴들을 그룹핑할 수 있다.

[0077] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 우울증 발병 여부를 평가하는 단계 (S230)에서는, 우울증 예측 모델을 이용하여 웨어러블 디바이스로부터 수신된 데이터들, 예를 들어, 순간 기분 평가 점수, 활동량, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준으로 이루어진 그룹 중 선택된 적어도 하나를 기초로 피검자에 대한 발병 여부를 평가할 수 있다.

[0078] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 우울증 발병 여부를 평가하는 단계 (S230)에서는, 우울증 예측 모델을 이용하여 피검자가 착용한 웨어러블 디바이스로부터 수신된 순간 기분 평가 점수, 활동량, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준 중 적어도 하나에 기초하여 피검자에게 노출된 환경에 따른 우울증 발병 여부를 평가할 수 있다.

[0079] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 우울증 발병 여부를 평가하는 단계 (S230)에서는, 우울증 예측 모델을 이용하여 피검자가 착용한 웨어러블 디바이스로부터 수신된 순간 기분 평가 점수, 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준 중 적어도 하나에 기초하여 피검자에게 노출된 광 종류에 따른 우울증 발병 여부를 평가할 수 있다.

[0080] 본 발명의 또 다른 실시예에서, 우울증 발병 여부를 평가하는 단계 (S230)에서, 우울증 예측 모델은 전술한 패턴 생성 단계 (S220)에서 생성된 피검자에 대한 상태 패턴과 미리 결정된 우울증과 연관된 상태 패턴을 기초로 우울증 발병 여부를 평가할 수 있다. 보다 구체적으로, 피검자와 상이한 우울증 개체 및 비-우울증 개체로 구성된 표본 개체 각각에 대하여 데이터를 수신한 후, 패턴 생성 모델을 이용하여 표본 개체 각각에 대한 상태 패턴을 생성하고, 생성된 복수개의 상태 패턴 중 우울증 개체 및 비-우울증 개체에 대하여 미리 결정된 수준 이상의 유의한 차이를 갖는 패턴이, 우울증과 연관된 패턴으로 결정될 수 있다. 본 발명의 또 다른 실시예에서, 표본 개체 각각에 대하여 생성된 복수개의 상태 패턴 각각에 대한 오즈 비, 계수 및 한계효과 중 적어도 하나의

평가값을 산출하고, 이를 기초로 우울증 발병과 연관된 패턴이 결정될 수 있다.

[0081] 결과적으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 우울증 발병 예측 방법에 따라, 피검자에 대한 우울증 발병 여부가 예측될 수 있다. 이에, 의료진은 복수의 피검자에 대하여 효율적으로 모니터링할 수 있고, 피검자에 대한 우울증 발병의 위험도에 따른 조치를 보다 용이하게 취할 수 있게 된다.

[0082] 실시예 1: 우울증 예측 모델의 설정

[0083] 이하에서는, 도 3a 내지 3c를 참조하여 본 발명의 다양한 실시예에서 이용되는 우울증 예측 모델에 대한 설정 과정에 대하여 설명한다. 도 3a 내지 3c는 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 우울증 예측 모델 설정을 위한 입력 변수에 따른 복수개의 예측 모델들에 대한 평가 결과를 도시한 것이다. 보다 구체적으로, 모델 1은 입력 변수로 연령, 성별, 활동량을 이용하는 모델이고, 모델 2는 입력 변수로 연령, 성별, 활동량, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준을 이용하는 모델이고, 모델 3은 입력 변수로 연령, 성별, 활동량, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준, 청색광 수준, EMA 점수를 이용하는 모델이다. 이때, 각 모델의 평가를 위해, GDS 및 HDS 평가 기초하여 우울증으로 결정된 19 명의 우울증 그룹에 대한 데이터 및 28 명의 비-우울증 그룹에 대한 데이터를 이용한다. 나아가, 평가 기준으로서, 우울증 그룹과 비-우울증 그룹을 정확하게 예측한 비율인 정확도 (accuracy), 예측된 우울증 의심 그룹에 대한 실제 우울증 그룹의 비율인 정밀도 (precision), 실제 우울증 그룹에 대한 예측된 우울증 의심 그룹에 대한 비율인 리콜 (recall 또는 sensitivity), 실제 비-우울증 그룹에 대한 예측된 비-우울증 그룹의 비율인 특이도 (specificity), 정밀도 및 리콜의 조화 평균인 F-점수, 및 ROC 커브의 면적을 나타내는 AUC 값이 설정되었다.

[0084] 도 3a를 참조하면, 입력 변수로 연령, 성별, 활동량, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준, 청색광 수준, EMA 점수를 이용하는 모델인 모델 3은, 정확도, 정밀도, 리콜, 특이도, F-점수 및 AUC 값의 모든 평가에서 다른 모델들 보다 높은 수준을 나타낸다. 보다 구체적으로 도 3b를 참조하면, 모델 1, 모델 2 및 모델 3은 실제 28 명의 비-우울증 그룹에 대하여 높은 수준의 예측률을 갖는 것으로 나타난다. 그러나, 우울증 그룹을 참조했을 때, 실제 19 명으로 구성된 우울증 그룹에 대하여 모델 1은 7 명, 모델 2는 9 명을 우울증 그룹으로 예측함에 따라 저조한 예측률을 보인다. 이와 대조적으로 모델 3은 13명을 우울증 그룹으로 예측하여, 다른 모델들 보다 우울증 그룹 예측에 있어서 높은 예측률을 갖는 것으로 나타난다. 나아가, 도 3c를 참조하면 각각의 모델에 대한 ROC 곡선에 대한 AUC 값이 나타난다. 이때, AUC 값이 1에 가까울수록 우울증 진단 능력이 높은 모델일 수 있다. 입력 변수로서 연령, 성별, 활동량을 이용하는 모델인 모델 1의 AUC 값은 0.69 이고, 입력 변수로서 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광을 더 이용하는 모델 2의 AUC 값은 0.76으로 나타난다. 입력 변수로서 EMA 점수를 더 이용하도록 구성된 모델 3의 AUC 값은 0.84로서 나머지 모델보다 높은 값을 나타냄에 따라, 모델 3은 우울증 예측에 관한 진단에 있어서 높은 예측 능력을 가진 모델일 수 있다.

[0085] 이상의 실시예 1의 결과에 따라, 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 우울증 예측 모델은, 입력 변수로 연령, 성별, 활동량, 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준, 청색광 수준, EMA 점수를 이용하는 모델 3으로 설정될 수 있다. 그러나, 본 발명의 우울증 예측 모델은 이에 제한되는 것이 아니며, 입력 변수로서 본 명세서에 개시된 데이터들을 다양한 조합으로 이용하여 우울증의 위험도를 예측하도록 구성될 수 있다.

[0086] 실시예 2: 우울증 예측 모델의 평가

[0087] 이하에서는, 도 4a 내지 4e를 참조하여 본 발명의 다양한 실시예에서 이용되는 우울증 예측 모델에 대한 평가 결과에 대하여 설명한다. 도 4a 내지 4d는 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 우울증 예측 모델의 평가 결과를 도시한 것이다. 도 4e는 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 우울증 예측 모델의 기반 모델 설정을 위한 복수개의 모델들에 대한 평가 결과를 도시한 것이다. 이때, 우울증 예측 모델은 전술한 실시예 1에서 우울증 예측에 있어서 높은 수준을 나타낸 모델 3에 기초하여, 성별 및 연령을 제외한 조도량, 적색광 수준, 녹색광 수준, 청색광 수준 및 EMA 점수들을 입력 변수로하는 예측 모델을 이용하였다. 나아가, 정확도, 정밀도, 리콜, 특이도, AUC 값 및 F-점수는 평가 기준으로서 설정되었다.

[0088] 보다 구체적으로, 본 평가에서는 하기 [표 1] 에 나타난 바와 같이 우울증 예측 모델의 학습에 이용되는 학습 데이터 및 이들의 평가에 이용되는 테스트 데이터가 구분되어 이용된다.

표 1

구분	NORMAL	DEPRESSION	계
학습 데이터	20	10	30
테스트 데이터	9	8	17
계	29	18	47

[0089]

[0090] 보다 구체적으로, 총 47 명의 표본 개체들 중, 19 명의 비-우울증 그룹 및 11 명의 우울증 그룹에 대한 데이터를 학습 데이터로 설정하였고, 9 명의 비-우울증 그룹 및 8 명의 우울증 그룹에 대한 데이터를 평가를 위한 테스트 데이터로 설정하였다. 본 평가에서 학습 데이터 및 테스트 데이터로의 데이터 분할은 무작위 추출 방법에 의해 수행되었고, 무작위 추출 과정을 약 200 회 반복하여 200 회의 예측을 수행한 후 평균적인 예측 정확도 수준이 산출되었다. 이때, 학습 데이터는 계수 추정에 이용되었고 테스트 데이터는 예측 평가에 직접적으로 이용되었다.

[0091] 도 4a의 (a) 및 (b)를 참조하면, 전술한 바와 같이 200 회의 예측이 수행된 우울증 예측 모델에 의한 누적 결과값 및 평균 결과값이 도시된다.

[0092] 보다 구체적으로, 누적 결과값에 기초한 평가 결과는 하기의 [표 2]에 나타난다.

표 2

Measure	Accuracy	Precision	Recall (Sensitivity)	Specificity	F-score	AUC
Estimates	0.7050	0.7701	0.5319	0.8589	0.6292	0.7540

[0093]

[0094] 우울증 예측 모델에 대하여 우울증 발병 여부의 예측의 정확도는 $0.7050 ((1546 + 851) / (1546 + 254 + 749 + 851))$ 이고, 정밀도는 $0.7701 ((851) / (245+851))$ 이고, 민감도를 의미하는 리콜은 $0.5319 ((851) / (749 + 851))$ 이고, 특이도는 $0.8589 ((1546) / (1546 + 254))$ 이고 F-점수 및 AUC는 각각 0.6292 및 0.7540으로 나타난다. 이와 같이, 본 발명의 다양한 실시예에서 이용되는 우울증 예측 모델은 이상의 평가 기준에 대하여 높은 수준을 갖는 것으로 나타난다. 특히, 0.7701의 높은 정밀도와 0.7540의 높은 AUC 값을 갖는 우울증 예측 모델은, 우울증의 발병 여부를 예측하는 것에 있어서 적합한 모델일 수 있다.

[0095] 도 4b의 (a), (b), (c), (d), (e) 및 (f)를 참조하면, 정확도, 정밀도, 리콜, 특이도, AUC 값 및 F-점수의 평가 기준 각각에 대하여 산출된, 200 회에 걸친 반복 예측 각각에 대한 추정 결과값의 빈도를 나타내는 결과가 도시된다. 보다 구체적으로, 200 회의 예측에서 정확도는 약 0.7 내지 0.8의 범위에서 일정한 값을 갖는 것으로 나타나고, AUC 값 또한 약 0.7 내지 0.8의 범위에서 일정한 값을 갖는 것으로 나타난다.

[0096] 도 4c의 (a), (b), (c), (d), (e) 및 (f)를 참조하면, 정확도, 정밀도, 리콜, 특이도, AUC 값 및 F-점수의 평가 기준 각각에 대하여 산출된, 200 회에 걸친 반복 예측에 의한 결과의 누적값에 대한 평균 수준이 도시된다. 보다 구체적으로, 정확도, 정밀도, 리콜, 특이도, AUC 값 및 F-점수의 평가 기준 각각에 대하여 산출된 평균 수

준은, 전술한 [표 2]와 유사한 수준으로 나타난다.

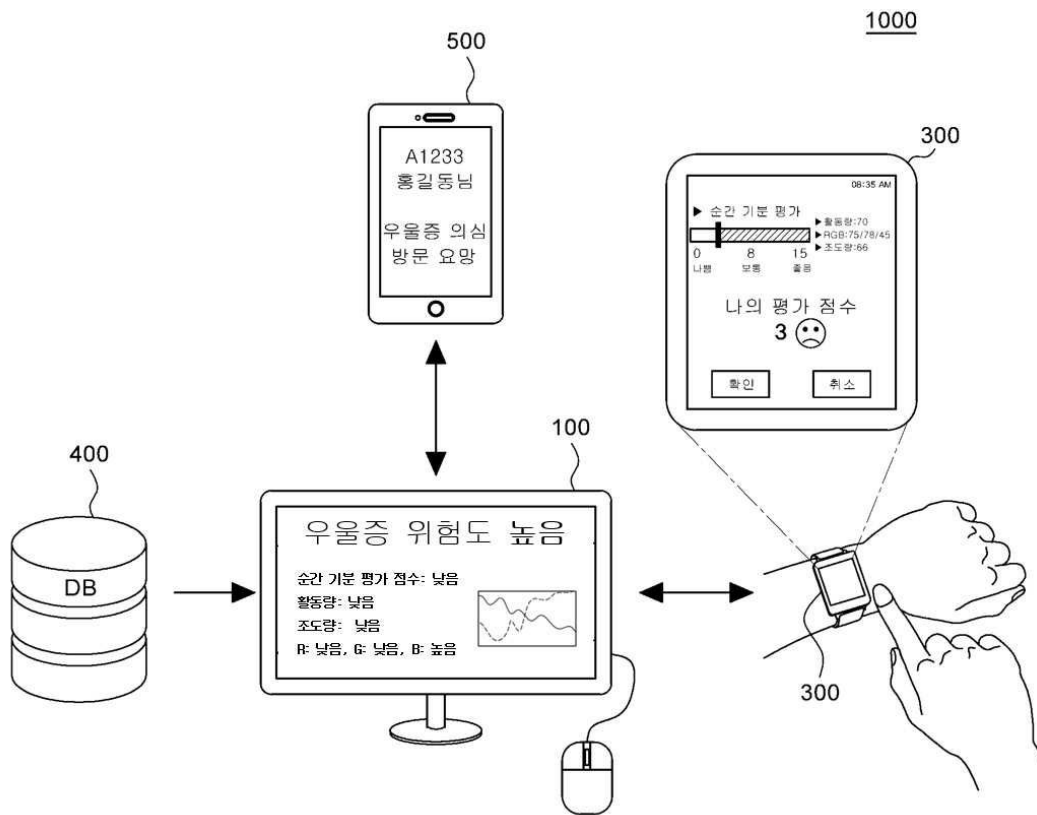
- [0097] 도 4d의 (a), (b), (c), (d), (e) 및 (f)를 참조하면, 1 회, 5 회, 10 회, 50 회, 100 회 및 150 회의 예측 반복 수 증가에 따른 AUC 값이 도시된다. 보다 구체적으로, 예측 모델에 의한 예측 횟수가 200 회에 가까워 질수록, AUC 값은 0.70에 가까워지는 것으로 나타나고, 예측의 정확도는 70 %의 수준에서 형성되는 것으로 나타난다.
- [0098] 도 4e를 참조하면, 우울증 예측 모델에 대한, Logit Model, Decision Tree, Boosting 및 Random Forest의 알고리즘 종류에 따른 평가 결과가 도시된다. 보다 구체적으로, Logit Model을 이용했을 때의 AUC 값은 0.7540으로, 정확도는 0.7050으로, 정밀도는 0.7701로 나타나고, 특이도는 0.8589로 높은 수준을 갖는 것으로 나타난다. 즉, 본 발명의 우울증 예측 모델은 Logit Model에 기초했을 때, 높은 예측률로 우울증의 발병 여부를 평가할 수 있다. 그러나, Logit Model에 제한하지 않고 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 예측 모델은, 보다 다양한 알고리즘에 기초하여 우울증 발병 여부를 예측할 수 있다.
- [0099] 이상의 실시예 2의 결과로, 높은 정확도, 정밀도로 우울증 발병의 여부를 예측하는 예측 모델을 이용한 본 발명의 일 실시예에 따른 우울증 발병 예측 방법 및 디바이스는, 피검자의 우울증 진단에 대한 정보를 제공할 수 있는 효과가 있다. 본 발명은, 특히 보호자 없이 혼자 거주하는 노인과 같은 의료 서비스에서 떨어져 있는 피검자들에 대한 우울증 발병 및 우울증 발병에 따른 2차 사고가 예방될 수 있고, 우울증을 갖는 피검자에 대한 치료 모니터링이 또한 용이할 수 있다.
- [0100] 특히, 본 발명은 피검자가 착용한 웨어러블 디바이스로부터 측정된 조도량, 활동량, 적색광 수준, 녹색광 수준 및 청색광 수준에 기초하여 피검자의 노출 환경 나아가 노출된 광 종류에 따른 우울증의 발병 여부를 예측할 수 있다.
- [0101] 한편, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 우울증 예측 방법 및 이를 이용한 디바이스는, 패턴 생성 모델을 이용하여 우울증의 발병 여부를 예측할 수 있다. 특히, 본 발명은, 우울증과 연관된 상태 패턴을 기초로 우울증의 발병 여부를 예측할 수 있어, 웨어러블 디바이스의 오작동 및 미착용 등에 의해 결측된 데이터가 있더라도 정확도 및 정밀도 높게 우울증 발병 여부를 예측할 수 있는 효과가 있다.
- [0102] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시 예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

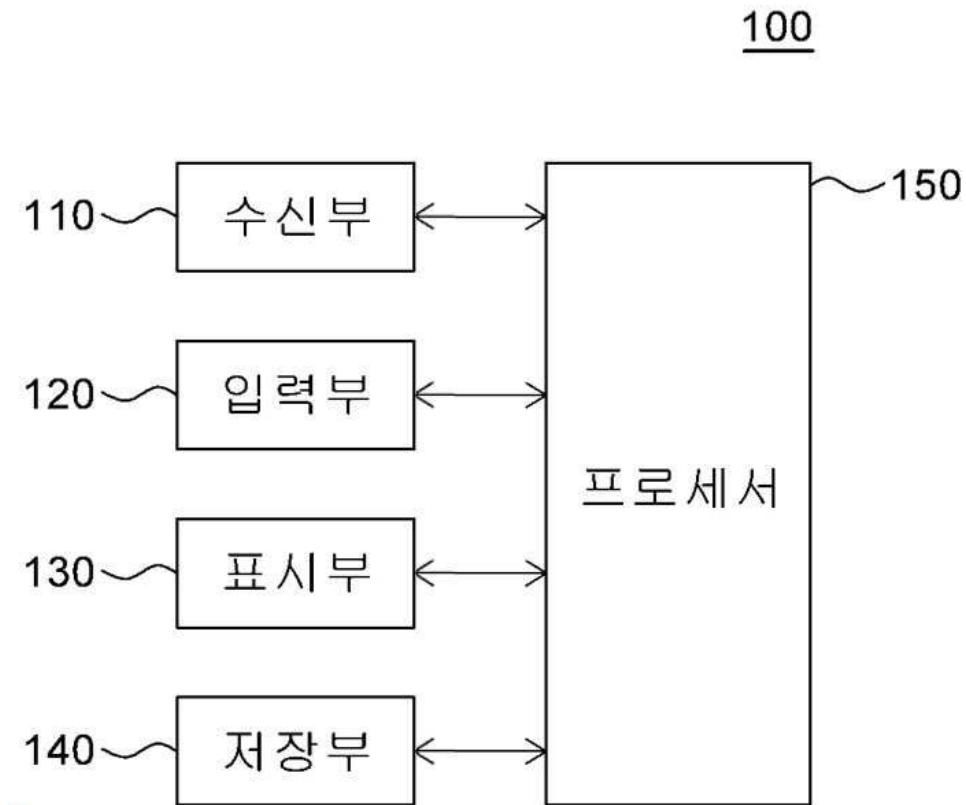
- [0103] 100: 우울증 발병 예측 디바이스
 110: 수신부
 120: 입력부
 130: 표시부
 140: 저장부
 150: 프로세서
 300: 계측 디바이스
 400: 데이터 베이스
 500: 의료진 단말기
 1000: 우울증 발병 예측 시스템

도면

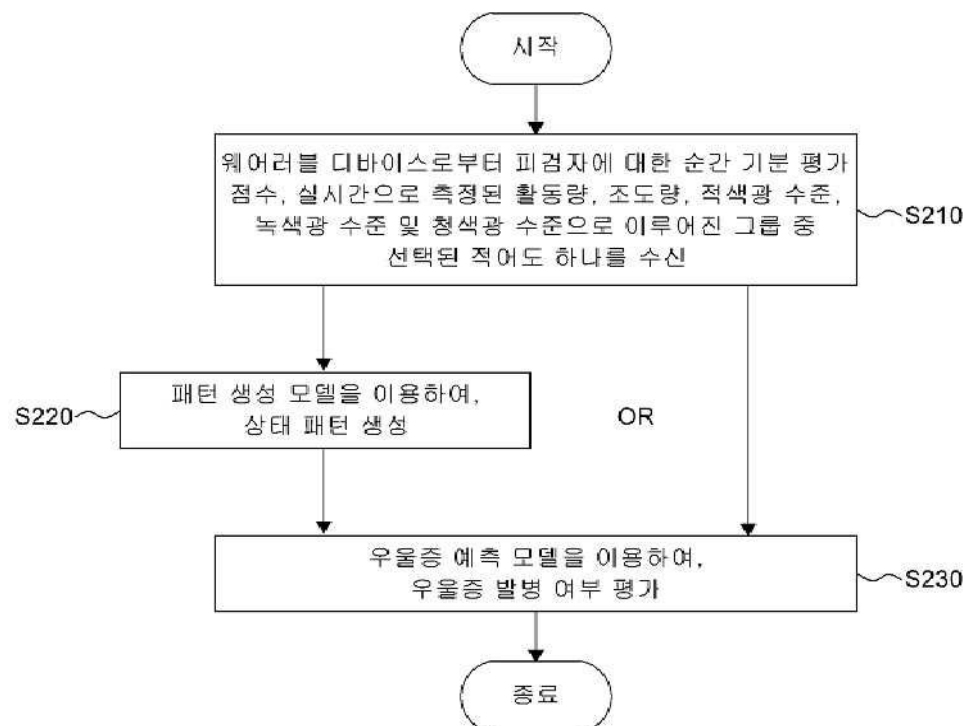
도면1a



도면1b



도면2



도면3a

	Model1					Model2					Model3				
variables	Coef.	OR	ME	P		Coef.	OR	ME	P		Coef.	OR	ME	P	
[Intercept]	-2.0581			0.6975		-3.1786			0.5780		-1.9211			0.7576	
AGE	0.0449	1.0459	0.0104	0.4779		0.0457	1.0468	0.0103	0.4890		0.0725	1.0752	0.016	0.3263	
Sex	0.0582	1.06	0.0134	0.9639		0.1053	1.1111	0.0233	0.9415		-0.0972	0.9074	-0.0217	0.9445	
Activity	-0.0250	0.9754	-0.0058	0.0774+		-0.0247	0.9756	-0.0055	0.1702		-0.0225	0.9777	-0.005	0.2336	
White Light	-	-	-	-		0.0800	1.0833	0.018	0.2965		0.2096	1.2332	0.0461	0.0751+	
Red Light	-	-	-	-		-0.0585	0.9432	-0.0131	0.0678+		-0.0896	0.9143	-0.0197	0.0282+	
Green Light	-	-	-	-		-0.0273	0.973	-0.0061	0.5905		-0.0324	0.9681	-0.0071	0.5421	
Blue Light	-	-	-	-		0.0551	1.0566	0.0124	0.6854		0.0443	0.9567	-0.0097	0.7748	
EWA	-	-	-	-		-	-	-	-		-0.6755	0.5089	-0.1487	0.0190+	
Accuracy		0.6809					0.7021					0.8085			
Precision		0.6364					0.6429					0.7647			
Recall		0.3889					0.5000					0.7222			
Specificity		0.8621					0.8276					0.8621			
F-Score		0.4828					0.5625					0.7429			
AUC		0.69					0.76					0.84			

도면3b

(a)

모델 1

Predicted

NORMAL DEPRESSION

Observed
NORMAL

25

4

DEPRESSION

11

7

Accuracy=0.6809
 Precision=0.6364
 Recall=0.3889
 Specificity=0.8621
 F-Score=0.4828
 AUC=0.69

(b)

모델 2

Predicted

NORMAL DEPRESSION

Observed
NORMAL

24

5

DEPRESSION

9

9

Accuracy=0.7021
 Precision=0.6429
 Recall=0.5000
 Specificity=0.8276
 F-Score=0.5625
 AUC=0.76

(c)

모델 3

Predicted

NORMAL DEPRESSION

Observed
NORMAL

25

4

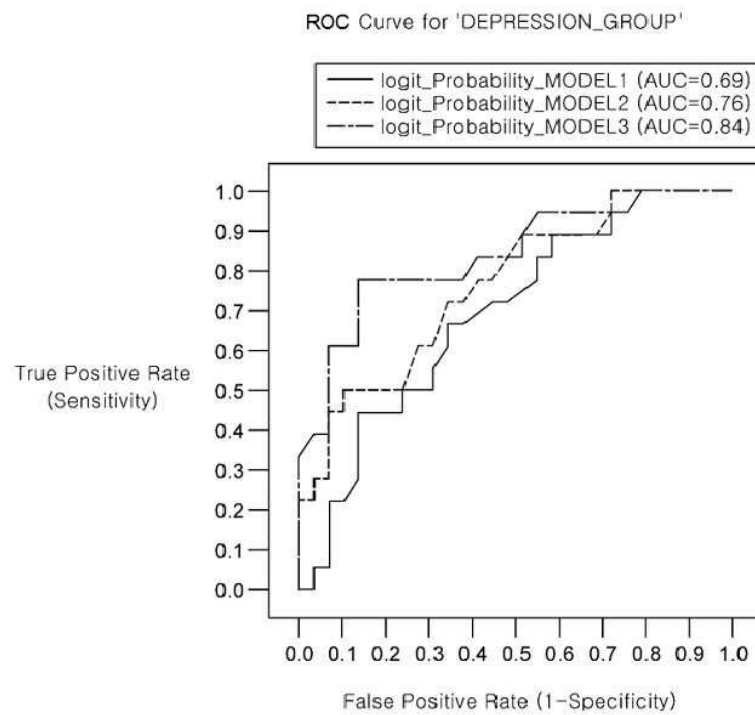
DEPRESSION

5

13

Accuracy=0.8085
 Precision=0.7647
 Recall=0.7222
 Specificity=0.8621
 F-Score=0.7429
 AUC=0.84

도면3c



도면4a

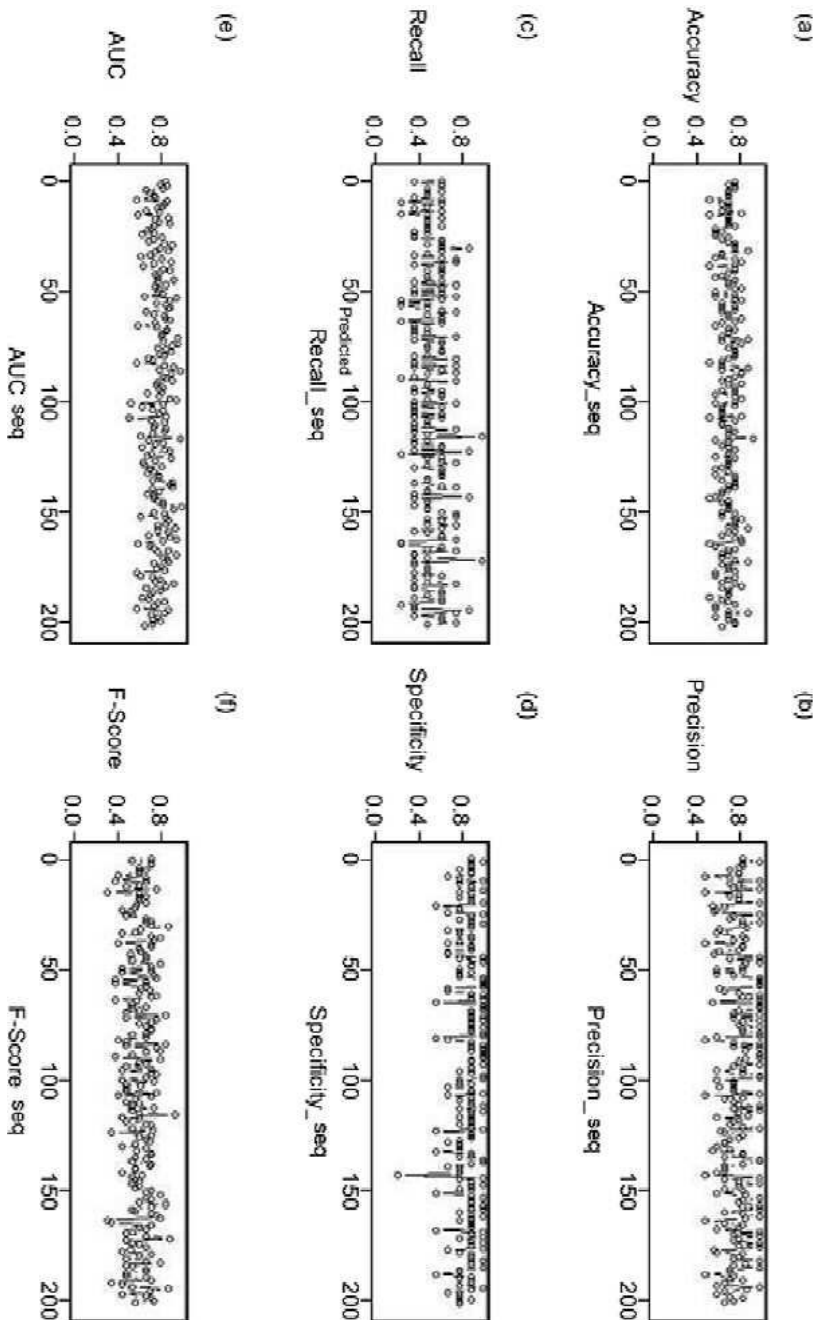
(a) 누적값

		Predicted	
		NORMAL	DEPRESSION
Observed	NORMAL	1546	254
	DEPRESSION	749	851

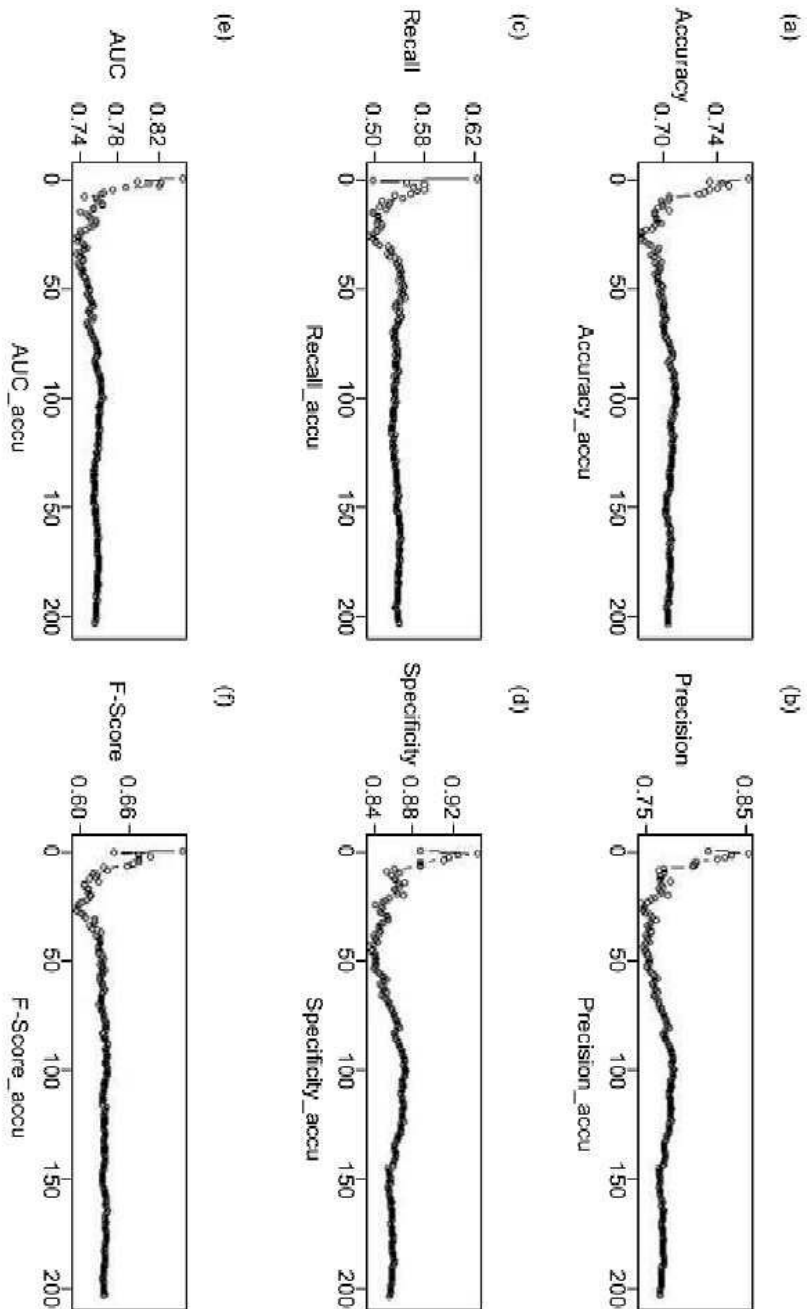
(b) 평균

		Predicted	
		NORMAL	DEPRESSION
Observed	NORMAL	8	1
	DEPRESSION	4	4

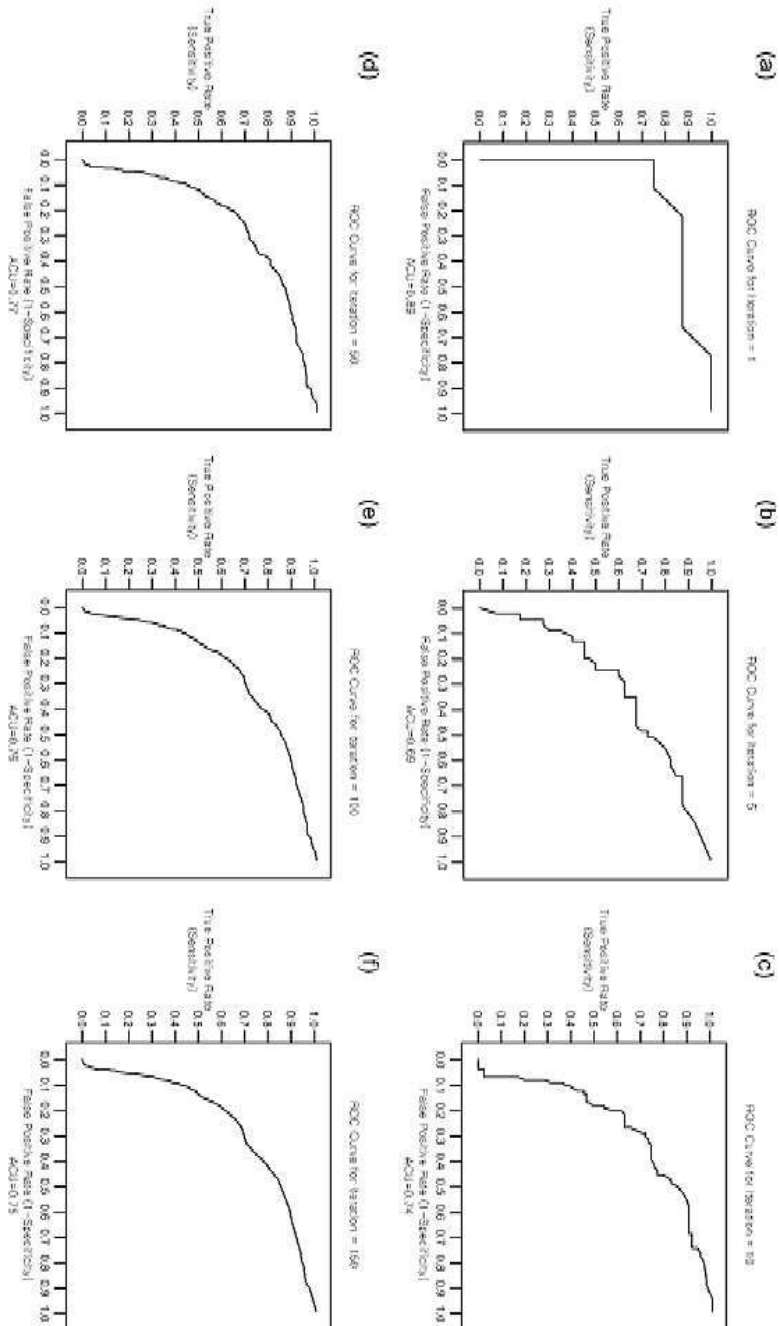
도면4b



도면4c



도면4d



도면4e

Model	T P	F P	F N	T N	AUC	F-score	Accuracy	Precision	Recall	Specificity
Logit Model	1546	749	254	851	0.7549	0.6292	0.7069	0.7701	0.5319	0.8989
Decision Tree	1263	899	537	701	0.5342	0.4940	0.5776	0.5662	0.4381	0.7017
Boosting	1292	728	508	672	0.6122	0.5209	0.6138	0.5695	0.4800	0.7178
Random Forest	1542	1028	258	672	0.5807	0.3665	0.5981	0.5905	0.2657	0.8967