



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0027359

(43) 공개일자 2016년03월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G05B 11/01 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0113705

(22) 출원일자 2014년08월29일

심사청구일자 2014년08월29일

(71) 출원인

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

신동규

서울 강남구 언주로 201, 1903호 (도곡동, 에스케이이리더스뷰)

신동일

서울 송파구 올림픽로35길 94, 2동 401호 (신천동, 장미3차맨션)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양정보

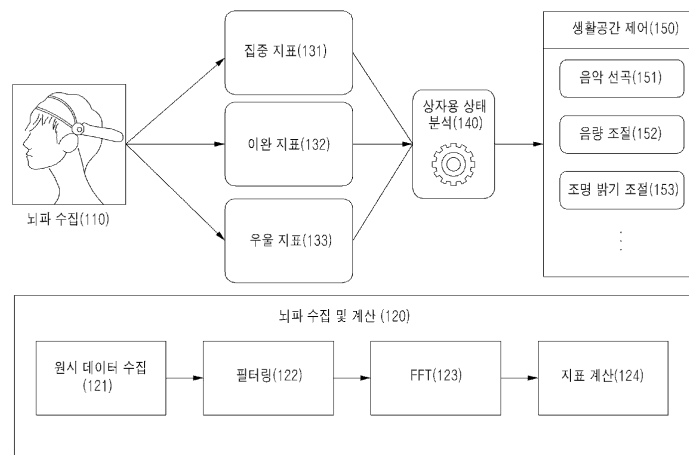
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 뇌파 생체신호를 이용한 사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 방법 및 시스템

(57) 요약

뇌파 생체신호를 이용한 사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 방법 및 시스템이 제시된다. 본 발명에서 제안하는 뇌파 생체신호를 이용한 사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 방법은 평상 시의 사용자의 뇌파를 수집하여 상기 사용자 상태 분석을 위한 복수의 지표들을 계산하는 단계, 실시간으로 측정된 사용자의 뇌파를 상기 복수의 지표들을 기준으로 하여 분석하는 단계, 상기 분석결과에 따른 상기 사용자 상태에 대하여 생활환경을 최적화하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도



(72) 발명자

신동민

서울특별시 성동구 송정동 72-11번지

안소영

경기 수원시 장안구 장안로54번길 27-12, 1층 (영화동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NIPA(H0502-13-1072)1711002562

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신산업진흥원

연구사업명 정보통신기술인력양성

연구과제명 뇌파 기반 감정인식 인터페이스 기술과 우울증 진단 SW 개발

기 여 율 1/1

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2013.09.01 ~ 2014.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 방법에 있어서,
평상 시의 사용자의 뇌파를 수집하여 상기 사용자 상태 분석을 위한 복수의 지표들을 계산하는 단계;
실시간으로 측정된 사용자의 뇌파를 상기 복수의 지표들을 기준으로 하여 분석하는 단계; 및
상기 분석결과에 따른 상기 사용자 상태에 대하여 생활환경을 최적화하는 단계
를 포함하는 사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 사용자 상태 분석을 위한 지표들은 집중 지표, 이완 지표, 일반 지표, 우울 지표를 포함하는
사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 실시간으로 측정된 사용자의 뇌파를 상기 복수의 지표들을 기준으로 하여 분석하는 단계는,
상기 실시간으로 측정된 사용자의 뇌파를 분석하여 상기 사용자의 상태를 집중, 이완, 우울, 일반 상태 중 하나로 분류하는
사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 분석결과에 따른 상기 사용자 상태에 대하여 생활환경을 최적화하는 단계는,
상기 사용자 상태에 적합하도록 상기 생활환경의 조명 밝기를 최적화하는
사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 분석결과에 따른 상기 사용자 상태에 대하여 생활환경을 최적화하는 단계는,
상기 사용자 상태에 적합한 음악을 선곡하고, 상기 음악의 음량을 조절하여 제공하는
사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 방법.

청구항 6

사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 시스템에 있어서,
평상 시의 사용자의 뇌파를 수집하고, 상기 사용자 상태 분석을 위한 복수의 지표들을 계산하는 뇌파 수집 및
계산부;
실시간으로 측정된 사용자의 뇌파를 상기 복수의 지표들을 기준으로 하여 분석하는 뇌파 분석부; 및
상기 분석결과에 따른 상기 사용자 상태에 대하여 생활환경을 최적화하는 생활환경 제어부

를 포함하는 사용자 상태 분석에 따른 생활환경 시스템 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 사용자 상태 분석을 위한 지표들은 집중 지표, 이완 지표, 일반 지표, 우울 지표를 포함하는 사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 시스템.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 뇌파 분석부는,

상기 실시간으로 측정된 사용자의 뇌파를 분석하여 상기 사용자의 상태를 집중, 이완, 우울, 일반 상태 중 하나로 분류하는

사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 시스템.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 생활환경 제어부는,

상기 사용자 상태에 적합하도록 상기 생활환경의 조명 밝기를 최적화하고, 상기 사용자 상태에 적합한 음악을 선곡하고, 상기 음악의 음량을 조절하는

사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제어부의 제어에 따라 조명 밝기가 조절되어 상기 사용자 상태에 적합하도록 조명 밝기를 제공하는 조명부; 및

상기 제어부의 제어에 따라 상기 사용자 상태에 적합한 음악을 제공하는 오디오

를 더 포함하는 사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 생체신호를 통해 사용자의 상태를 분석하여 생활공간을 자동 제어하기 위한 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 인간의 신체와 정신적 특성 외에 인간의 상태와 기분까지도 고려하며 인체의 특성을 최대한 반영한 기술인 인간 중심적 기술 개발이 각광을 받고 있다. 특히, 인간 중심적인 생활공간과 서비스를 제공하며, 모든 사물들은 공간의 제약이 없는 자유공간 속에서 인간에게 언제 어디서 어떠한 서비스도 제공할 수 있도록 준비된다. 이는 인간에게 쉽고 재미있는 미래 생활환경을 가능하게 한다.

[0003] 인간의 상태와 감성을 고려한 시스템들은 꾸준히 출시되고 있다. 사용자의 생체리듬에 적합하도록 조명뿐만 아니라 온도와 습도를 조절하는 필립스 사의 수면 방 서비스, 국내 최초로 적용한 바이오 라이팅 시스템을 우울증이나 정서불안, 시차적응 등의 치료를 위해 아파트에 적용하여 조명을 이용한 라이팅 테라피(Lighting-Therapy) 기술인 대우건설의 라이트 시스템 등이 있다.

[0004] 현재 조명의 색이나 사운드를 이용하여 사람의 상태와 감정을 조절하는 연구가 많이 진행되고 있다. Georg

Hoffmann 외 6명은 사무실과 침실에서 다른 조명 조건에 있을 때, 사용자가 느끼는 분위기가 어떻게 달라지는지에 대하여 연구하였다. 또한, 최나홍 외 2명은 피실험자들에게 스트레스를 가한 후에 사운드 테라피를 진행하여 스트레스 완화에 긍정적인 효과가 있다는 결론을 도출하였다. Young-Oh Han과 Dong-woo Kim은 생체신호인 광적용적맥파(PPG), 피부전도반응(GSR) 신호의 변화에 따라 구동되는 LED감성 조명 시스템을 구현하였다. 이 연구는 GSR(Galvanic skin response) 및 PPG(Photo-Plethysmography) 센서 모듈로부터 인체의 생체신호를 측정하고, 측정된 생체신호를 이용해 LED 조명색상의 변화를 주어 안정된 감정을 유도하는 시스템이다. 이 외에도 인간의 감정이나 상태를 이용하는 감성 조명, 감성 사운드 등이 다수 연구되고 있다.

[0005] 하지만 이러한 연구들 중에서 조명이나 사운드에 따라 변하는 사람의 감정을 파악하여 실생활에 적용한 예는 찾기 힘들다. 또한 변화에 대해 주관적인 판단으로 정확도가 낮은 경우도 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 생체신호 중 뇌파를 통해 사용자의 상태를 분석하여, 지능적으로 조명과 음악 볼륨을 제어하고 사용자 상태에 적합한 음악을 선곡하는 방법 및 시스템을 제공하는데 있다. 다시 말해, 사용자의 뇌파 분석을 통해 사용자 상태에 적합하도록 생활공간을 자동 제어하는 방법 및 시스템을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 일 측면에 있어서, 뇌파 생체신호를 이용한 사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 방법은 평상 시의 사용자의 뇌파를 수집하여 상기 사용자 상태 분석을 위한 복수의 지표들을 계산하는 단계, 실시간으로 측정된 사용자의 뇌파를 상기 복수의 지표들을 기준으로 하여 분석하는 단계, 상기 분석결과에 따른 상기 사용자 상태에 대하여 생활환경을 최적화하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 사용자 상태 분석을 위한 지표들은 집중 지표, 이완 지표, 일반 지표, 우울 지표를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 실시간으로 측정된 사용자의 뇌파를 상기 복수의 지표들을 기준으로 하여 분석하는 단계는 상기 실시간으로 측정된 사용자의 뇌파를 분석하여 상기 사용자의 상태를 집중, 이완, 우울, 일반 상태 중 하나로 분류할 수 있다.

[0010] 상기 분석결과에 따른 상기 사용자 상태에 대하여 생활환경을 최적화하는 단계는 상기 사용자 상태에 적합하도록 상기 생활환경의 조명 밝기를 최적화할 수 있다.

[0011] 상기 분석결과에 따른 상기 사용자 상태에 대하여 생활환경을 최적화하는 단계는 상기 사용자 상태에 적합한 음악을 선곡하고, 상기 음악의 음량을 조절하여 제공할 수 있다.

[0012] 또 다른 일 측면에 있어서, 뇌파 생체신호를 이용한 사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 시스템은 평상 시의 사용자의 뇌파를 수집하고, 상기 사용자 상태 분석을 위한 복수의 지표들을 계산하는 뇌파 수집 및 계산부, 실시간으로 측정된 사용자의 뇌파를 상기 복수의 지표들을 기준으로 하여 분석하는 뇌파 분석부, 상기 분석결과에 따른 상기 사용자 상태에 대하여 생활환경을 최적화하는 생활환경 제어부를 포함할 수 있다. 그리고, 상기 제어부의 제어에 따라 조명 밝기가 조절되어 상기 사용자 상태에 적합하도록 조명 밝기를 제공하는 조명부, 상기 제어부의 제어에 따라 상기 사용자 상태에 적합한 음악을 제공하는 오디오를 더 포함할 수 있다.

[0013] 상기 사용자 상태 분석을 위한 지표들은 집중 지표, 이완 지표, 일반 지표, 우울 지표를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 뇌파 분석부는 상기 실시간으로 측정된 사용자의 뇌파를 분석하여 상기 사용자의 상태를 집중, 이완, 우울, 일반 상태 중 하나로 분류할 수 있다.

[0015] 상기 생활환경 제어부는 상기 사용자 상태에 적합하도록 상기 생활환경의 조명 밝기를 최적화하고, 상기 사용자 상태에 적합한 음악을 선곡하고, 상기 음악의 음량을 조절할 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명의 실시예들에 따르면 뇌파를 통해 사용자의 상태를 분석하여 조명과 볼륨을 제어하고 음악을 선곡하는 자동 제어 방법 및 시스템을 제공할 수 있다. 이러한 방법 및 시스템은 에너지 절감뿐만 아니라 쾌적한 실내환경을 제공하는 지능형 아파트, 빛이나 소리를 통해 우울증, 수면장애 등의 치료에 사용되는 광선 요법(Light

Therapy), 음악 요법(Sound Therapy) 등 다양한 분야에 활용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017]

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌파 생체신호를 이용한 사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 시스템이 전체 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌파 생체신호를 이용한 사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌파 생체신호를 이용한 사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 알고리즘을 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 집중 상태의 시뮬레이션 결과이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌파 생체신호를 이용한 사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018]

이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0019]

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌파 생체신호를 이용한 사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 시스템이 전체 동작을 설명하기 위한 도면이다.

[0020]

제안하는 시스템은 사용자의 뇌파를 측정하여 상태를 분석한 뒤, 그에 맞게 생활환경을 제어하도록 구성되어 있다. 먼저 평상시 사용자의 뇌파를 수집(110)하여 사용자 상태 분석을 위한 복수의 지표들을 계산할 수 있다. 뇌파 수집 및 계산(120) 과정은 사용자로부터 뇌파, 다시 말해 원시 데이터를 수집(121)하고, 수집된 데이터를 필터링(122)하는 과정을 포함할 수 있다. 이후, FFT(123)를 거쳐 사용자의 뇌파를 분리하고, 이렇게 분리된 데이터를 이용하여 지표를 계산(124)할 수 있다.

[0021]

실시간으로 측정된 사용자의 뇌파를 상기 복수의 지표들을 기준으로 하여 분석할 수 있다. 이때 복수의 지표들은 집중 지표(131), 이완 지표(132), 우울 지표(133)를 포함할 수 있다. 뿐만 아니라, 일반 지표, 주의 지표 등 사용자의 상태를 나타내는 다양한 지표를 더 포함할 수도 있다. 그리고, 이러한 복수의 지표들을 기준으로 하여 사용자의 상태를 분석(140)할 수 있다. 이렇게 분석된 결과에 기반하여 사용자의 상태에 적합하도록 사용자의 생활환경을 제어(150)할 수 있다. 사용자의 생활환경을 제어(150)하는 방법은 사용자의 상태를 고려하여 현재 상태에 적합한 음악을 선곡(151)하여 제공하는 방법, 사용자의 상태를 고려하여 선곡된 음악의 음량을 조절(152)하는 방법, 및 사용자의 상태를 고려하여 생활환경의 조명 밝기를 조절(153)하는 방법 등을 포함할 수 있다. 이러한 방법은 실시예일뿐 이와 유사한 다른 방법을 이용하여 사용자의 상태에 적합하도록 생활환경을 제어할 수 있다.

[0022]

표 1은 실내에서 생활할 때, 작업에 따른 쾌적하다고 느끼는 조명과 소리의 적절한 밝기와 크기이다. 각 작업에 사용자의 상태를 알맞게 대입하여 뇌파 생체신호를 이용한 사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 시스템을 제안하였다. 예를 들어, 우울한 상태에서 전깃불 10000 룩스를 하루에 30분씩 조사하는 효과는 태양빛을 40분간 조사하는 효과와 같다고 한다. 제안하는 발명에서는 표 1을 참조하여 사용자 상태에 적합한 조명 밝기를 설정하고 이에 따라 생활환경을 제어할 수 있다.

[0023]

<표 1>

Task(state)	Illumination(lux)	Loudness(dB)
독서, 공부(집중)	500-700	30-40
휴식(이완)	70-150	10-20
평상시(일반)	150-300	40-50
우울	10000	20-30

[0024]

[0025] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌파 생체신호를 이용한 사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0026] 뇌파 생체신호를 이용한 사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 방법은 평상 시의 사용자의 뇌파를 수집하여 상기 사용자 상태 분석을 위한 복수의 지표들을 계산하는 단계(210), 실시간으로 측정된 사용자의 뇌파를 상기 복수의 지표들을 기준으로 하여 분석하는 단계(220), 상기 분석결과에 따른 상기 사용자 상태에 대하여 생활환경을 최적화하는 단계(230)를 포함할 수 있다.

[0027] 단계(210)에서, 평상 시의 사용자의 뇌파를 수집하여 상기 사용자 상태 분석을 위한 복수의 지표들을 계산할 수 있다. 상기 사용자 상태 분석을 위한 지표들은 집중 지표, 이완 지표, 일반 지표, 우울 지표를 포함할 수 있다. 이러한 사용자의 상태 지표는 실시예일뿐 이와 유사한 다른 지표들을 더 포함할 수 있다.

[0028] 뇌파의 파형은 다른 진폭 및 주기를 갖는 여러 사인파나 코사인파로 표현될 수 있다. 그리고 각각의 사인파나 코사인파로 분리될 수 있다. 이러한 푸리에 이론에 따라 뇌파의 파형을 여러 개의 파로 분리해 내기 위해 고속 푸리에 변환(FFT, Fast Fourier Transform) 분석법을 이용할 수 있다. 고속 푸리에 변환(FFT, Fast Fourier Transform) 분석 방법은 다음 수학적 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$H(f_n) = \sum_{k=0}^{N-1} h_k e^{-\frac{j2\pi kn}{N}} = H_n$$

$$h_k = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} H_n e^{-2\pi kn/N}$$

[0029] 수학적식(1)

[0030] 이때, 시간에 따라 변화하는 시계열 신호를 주파수 영역으로 변환하여 주파수 변화에 따른 신호의 양상을 판단할 수 있다. 이러한 분석법을 이용하여 데이터를 주파수 성분 별로 분류하고, 분류된 주파수 성분들의 밀도와 분포를 파악할 수 있다. 여기에서 나온 정보들을 이용하여 집중 지표, 이완 지표, 일반 지표 및 우울 지표를 계산할 수 있다.

[0031] 먼저, 뇌파 분류를 통한 집중 지표를 계산하는 방법에 대하여 상세히 설명한다. 집중 훈련은 SMR과 M-Beta를 강화시키고 Theta파를 약화시키는 바이오피드백 훈련으로, 뇌파 분류를 통한 집중 지표는 수학적식(2)와 같이 Theta에 대한 SMR과 M-Beta파위의 비율로 나타낼 수 있다.

$$\text{Power Ratio of (SMR + M-Beta) / Theta} \quad \text{수학적식(2)}$$

[0033] 집중상태에서는 Theta 리듬은 줄어들면서 비 집중(unfocused attention)을 의미하는 SMR리듬(12 ~ 15Hz)과 집중(focused attention)을 의미하는 Mid-Beta리듬(16 ~ 20Hz)이 증가할 수 있다. 따라서 집중 지표는 수학적식(3)과 같이 Theta 파에 대한 SMR과 M-Beta리듬비율로 나타낼 수 있다.

$$\text{Power Ratio of (SMR + M-Beta) / Theta} \quad \text{수학적식(3)}$$

[0035] 두 번째로, 뇌파 분류를 통한 이완 지표를 계산하는 방법에 대하여 상세히 설명한다. 전방 전두엽은 인지 및 사고의 작용, 그리고 창의성에 중요한 기능을 가지고 있어 학습내용과 관련된 두뇌기능의 중심역할을 하는 부위이다. 이완은 긴장을 풀 상태를 의미하며, 이완 지표(Relaxation, 안정), 다시 말해 스트레스 지표는 수학적식(4)과 같이 High-Beta파에 대한 Alpha파의 비율로 나타낼 수 있다. Alpha파는 정신 및 육체적 긴장이 이완되어 스트레스가 해소되는 것과 관련이 있다.

[0036] Alpha / H-Beta, (8-12Hz) / (20-30Hz) 수학식(4)

[0037] 세 번째로, 뇌파 분류를 통한 주의 지표를 계산하는 방법에 대하여 상세히 설명한다. 주의는 어떤 한 곳이나 일에 관심을 집중한 상태이며 주의 지표(Vigilance, 경계)는 주의, 경계 시에 활성화되는 것으로 알려진 SMR파로 나타낼 수 있다(주의 지표 = SMR, (12-15Hz의 세기)). SMR파는 감각운동피질(Sensory Motor Cortex)부분에서 주로 나타나며 각성 준비상태 또는 운동계의 대기 상태로 주의 집중과 관련이 있다.

[0038] 마지막으로, 뇌파 분류를 통한 우울 지표를 계산하는 방법에 대하여 상세히 설명한다. 우울 지표(FBA: Frontal brain asymmetry)는 감정에서 기본적인 차원 외의 다른 부분과 연관되는 EEG신호를 측정하는 것으로 우울증과 관련된다. 뇌의 활동의 증가 시 오른쪽 전 반구는 부정적인 부분과 연관되지만, 이와 대조적으로 지극히 높은 활동은 왼쪽 전반구의 긍정적인 부분과 연관된다. 그리고, FBA에 의한 EEG 신호는 Alpha 파와 뇌의 활동과 관련된다. 거대한 Alpha파는 뇌의 비 활동상태 또는 각성상태의 대역폭 파워를 갖게 되며, 뇌의 활동이 더 많아질 때 특정한 부분과 Alpha파를 감소시킬 수 있다. 뇌에서 주어진 활동은 일반적으로 Alpha파에 반비례하므로 이를 AIM(Alpha inactivity mechanism)에 적용할 수 있다. 뇌의 불균형을 좌 전뇌피질과 우 전뇌피질 사이의 활동의 차이로 추론하여 활용 하였으며, 우울 지표(FBA: Frontal brain asymmetry)는 좌, 우 뇌의 활동의 차이를 수치화 하여 측정된 것으로 수학식(6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{1}{P_{aL}} - \frac{1}{P_{aR}} / \frac{1}{P_{aL}} + \frac{1}{P_{aR}} = \frac{P_{aR} - P_{aL}}{P_{aR} + P_{aL}} \quad \text{수학식(5)}$$

[0040] 여기에서 P_{aL} 는 왼쪽의 Alpha파를 의미하고, P_{aR} 는 오른쪽의 Alpha 파를 의미한다. 표 2는 뇌파 유형에 따른 대역폭 및 사용자의 상태를 나타낸 표이다.

[0041] 이와 같이 집중, 이완, 주의, 우울의 각 지표는 프로파일 된 사용자의 상태 평균에 미리 정해진 오차범위를 설정하여 판단할 수 있다. 다시 말해, 실시간으로 측정된 사용자의 뇌파를 분석하여 상기 4가지 지표들 중 적어도 하나의 지표의 오차범위 안에 포함될 경우, 해당 상태로 판단될 수 있다. 반면에 실시간으로 측정된 사용자의 뇌파를 분석하여 상기 4가지 지표들의 오차범위 안에 모두 포함되지 않을 경우에는 일반 상태라고 판단할 수 있다.

[0042] <표 2>

Type	Frequency band	State of Mind
Delta	0~4Hz	generating deep sleep
Theta	4~8Hz	meditation, being sleepy, Hallucinations, spiritual experience
Alpha	8~13Hz	relaxation, calm state, light hypnotic, depressed
Beta	13~30Hz	the active awareness, An "active" state, awareness, cognitive processing, tension,
Gamma	30~50Hz	memory, learning, reminiscence, Selective concentration, highest level cognitive processing, judgment
Fast Alpha	11~13Hz	calming, concentration, creative states, a state of tension
Slow Alpha	8~11Hz	Relaxation, rest, predormition
Low Beta	13~15Hz	SMR, attention, vigilance, concentration
Mid Beta	15~20Hz	the active awareness
High Beta	20~30Hz	anxiety, stress, tension, mental strain

[0043]

[0044]

단계(220)에서, 실시간으로 측정된 사용자의 뇌파를 상기 복수의 지표들을 기준으로 하여 분석할 수 있다. 이때, 실시간으로 측정된 사용자의 뇌파를 분석하여 상기 사용자의 상태를 집중, 이완, 우울, 일반 상태 중 하나로 분류할 수 있다.

[0045]

단계(230)에서, 상기 분석결과에 따른 상기 사용자 상태에 대하여 생활환경을 최적화할 수 있다. 예를 들어, 사용자 상태에 적합하도록 상기 생활환경의 조명 밝기를 최적화할 수 있다. 그리고, 사용자 상태에 적합한 음악을 선곡하고, 상기 음악의 음량을 조절하여 제공할 수 있다. 분석결과에 따른 상기 사용자 상태에 대하여 생활환경을 최적화하는 과정은 도 3 내지 도 4를 참조하여 더욱 상세히 설명한다.

[0046]

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌파 생체신호를 이용한 사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 알고리즘을 나타내는 도면이다.

[0047]

도 3에 나타난 사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 알고리즘은 표 1을 참조하여 만든 알고리즘이다. 여기에서 I는 집중, 이완, 일반, 우울의 네 가지의 각 상태를 의미한다. 예를 들어, 각 상태는 프로파일 된 사용자의 상태 평균에 미리 정해진 오차범위를 설정하여 판단할 수 있다. 그리고, 판단된 상태에 따라 사용자 생활환경의 조명 밝기, 음악 선곡, 및 선곡된 음악의 볼륨을 제어할 수 있다. 음악 선곡은 네 가지 상태 그룹 A, B, C, D 내에 있는 곡 중에서 랜덤으로 플레이될 수 있다. 이때, 음악 목록은 각 상태에 효과적인 곡으로 선정할 수 있다.

[0048]

예를 들어, 사용자의 상태 I가 집중(concentration) 상태로 판단되었을 경우, A 그룹 내에 있는 곡 중 랜덤으로 선곡하여 플레이될 수 있다. A 그룹은 사용자의 집중력을 높이는데 도움을 줄 수 있는 음악들을 포함할 수 있다. 또한, 사용자의 상태 I가 우울(depression) 상태로 판단되었을 경우, C 그룹 내에 있는 곡 중 랜덤으로 선곡하여 플레이될 수 있다. C 그룹은 사용자의 우울증을 해소하는데 도움을 줄 수 있는 음악들을 포함할 수 있다.

[0049]

예를 들어, A 그룹은 집중(concentration) 상태에 적합한 음악들을 포함하고, 바흐 - 브란덴부르크협주곡 5번 제1악장 Allegro, 바흐 - 두 대의 바이올린을 위한 협주곡, 바흐 - 평균율 클라비어 1번 C장조 등을 포함할 수 있다.

[0050]

B 그룹은 이완(relaxation) 상태에 적합한 음악들을 포함하고, 비발디 - 사계 중 가을, 바흐 - 브란덴부르크 협주곡 제3번, 드뷔시 - 베르가마스크 중 달빛 등을 포함할 수 있다. 이러한 이완 상태에 적합한 음악들은 사람이 편안히 쉬고 있을 때의 심장 박동수와 비슷하여 듣는 이의 마음을 편안하게 하고 안정감을 느낄 수 있게

해준다.

- [0051] C 그룹은 우울(depression) 상태에 적합한 음악들을 포함하고, 본 윌리엄스 - 푸른 옷소매의 환상곡, 차이코프스키 - 6번 교향곡 1악장, 차이코프스키 - 로코코 주제에 의한 변주곡 작품 33 안단테 그라지오소 등을 포함할 수 있다. 우울할 때는 오히려 슬픈 음악을 듣는 것이 카타르시스에 도움이 될 수 있다.
- [0052] D 그룹은 일반(normal) 상태에 적합한 음악들을 포함하고, 모차르트 - 디베르티멘토 제1번 D장조 3악장, 샤르팡티에 - 테데움 전주곡, 조지 거윈 - 파리의 아메리카인 등을 포함할 수 있다. 이러한 일반 상태에 적합한 음악들은 소하나 두통에 좋은 음악, 일상 생활에서 듣기 좋은 음악들을 포함할 수 있다.
- [0053] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 집중 상태의 시뮬레이션 결과이다.
- [0054] 실험에 사용된 뇌파 측정 장치는 예를 들어, Emotive EPOC 장비를 사용할 수 있다. Emotive EPOC은 14개의 채널과 2개의 그라운드 센서들로 구성되어 있고 초당 128Hz의 테이터를 수신할 수 있다. 그리고, 집중과 우울에 관련된 뇌파는 전두엽과 밀접한 관련이 있다는 기존의 이론을 바탕으로 F3, F4 채널에서 측정된 뇌파를 이용하였다.
- [0055] 실험은 3일 동안 20대 여성 실험자를 대상으로 진행하였으며 2일 동안의 뇌파를 기준으로 3일째 측정된 뇌파 신호에 따라 제안하는 시스템을 적용하였다. 도 4는 적용된 시스템의 시뮬레이션에서 집중 상태(410)의 결과를 나타내는 도면이다. 이때, 사용자가 집중할 수 있도록 생활환경의 조명 밝기(420)를 적절하게 조절할 수 있다. 그리고, 집중력을 높일 수 있는 음악(440)을 선곡하고, 선곡된 음악의 음량(430)을 조절하여 제공할 수 있다. 예를 들어, 집중력을 높이는데 도움을 줄 수 있는 음악으로 바흐-클라비어 1번 C장조(Bach-Das Wohltemperierte Clavier I No.1 In C Major)를 제공할 수 있다.
- [0056] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌파 생체신호를 이용한 사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.
- [0057] 뇌파 생체신호를 이용한 사용자 상태 분석에 따른 생활환경 제어 시스템(500)은 뇌파 수집 및 계산부(510), 뇌파 분석부(520), 생활환경 제어부(530), 조명부(540), 오디오(550)를 포함할 수 있다.
- [0058] 뇌파 수집 및 계산부(510)는 평상 시의 사용자의 뇌파를 수집하고, 상기 사용자 상태 분석을 위한 복수의 지표들을 계산할 수 있다. 상기 사용자 상태 분석을 위한 지표들은 집중 지표, 이완 지표, 일반 지표, 우울 지표를 포함할 수 있다.
- [0059] 뇌파 분석부(520)는 실시간으로 측정된 사용자의 뇌파를 상기 복수의 지표들을 기준으로 하여 분석할 수 있다. 실시간으로 측정된 사용자의 뇌파를 뇌파 수집 및 계산부(510)에서 계산된 복수의 지표들을 기준으로 하여 분석할 수 있다. 이때, 실시간으로 측정된 사용자의 뇌파를 분석하여 상기 사용자의 상태를 집중, 이완, 우울, 일반 상태 중 하나로 분류할 수 있다.
- [0060] 생활환경 제어부(530)는 분석결과에 따른 상기 사용자 상태에 대하여 생활환경을 최적화할 수 있다. 예를 들어, 사용자 상태에 적합하도록 상기 생활환경의 조명 밝기를 최적화할 수 있다. 그리고, 사용자 상태에 적합한 음악을 선곡하고, 상기 음악의 음량을 조절하여 제공할 수 있다.
- [0061] 조명부(540)는 제어부의 제어에 따라 조명 밝기가 조절되어 상기 사용자 상태에 적합하도록 조명 밝기를 제공할 수 있다.
- [0062] 오디오(550)는 제어부의 제어에 따라 상기 사용자 상태에 적합한 음악을 제공할 수 있다.
- [0063] 이와 같이 뇌파를 통해 사용자의 상태를 분석하여 지능형으로 조명과 볼륨을 제어하고 음악을 선곡해주는 자동 제어 시스템을 제안하였다. 이러한 방법 및 시스템은 에너지 절감뿐만 아니라 쾌적한 실내환경을 제공하는 지능형 아파트, 빛이나 소리를 통해 우울증, 수면장애 등의 치료에 사용되는 광선 요법(Light Therapy), 음악 요법(Sound Therapy) 등 다양한 분야에 활용될 수 있다.
- [0064] 하지만 인간의 심리상태나 행동을 유추하기 위한 정확한 지표가 정해져 있지 않아 측정된 뇌파를 분류하는데 있어 정확도가 낮을 수 있다. 이러한 뇌파 분석의 신뢰도를 높이고 사용자의 상태에 대한 분류를 더욱 정확하게 하기 위해 SVM(Support Vector Machine)과 같은 비선형 알고리즘이나 확률에 따른 알고리즘인 HMM(Hidden

Markov model) 등을 적용할 수 있다.

[0065]

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.

[0066]

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, 가상 장치(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.

[0067]

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.

[0068]

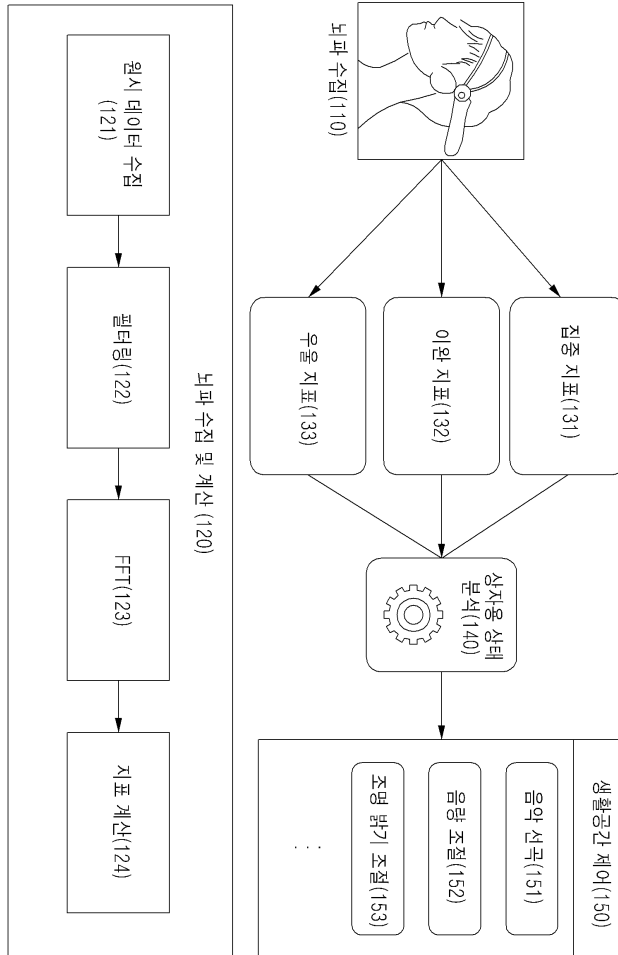
이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0069]

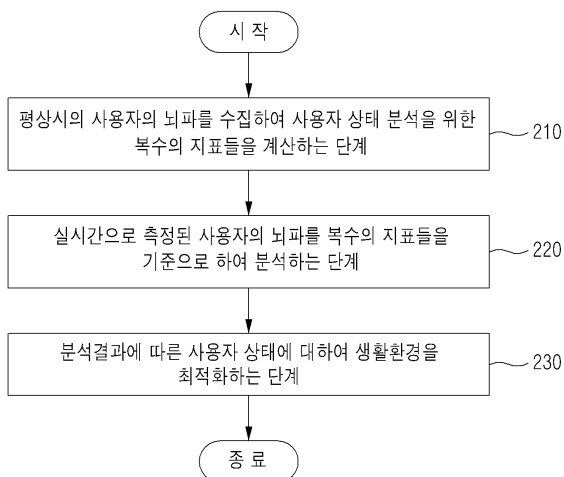
그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

도면1



도면2

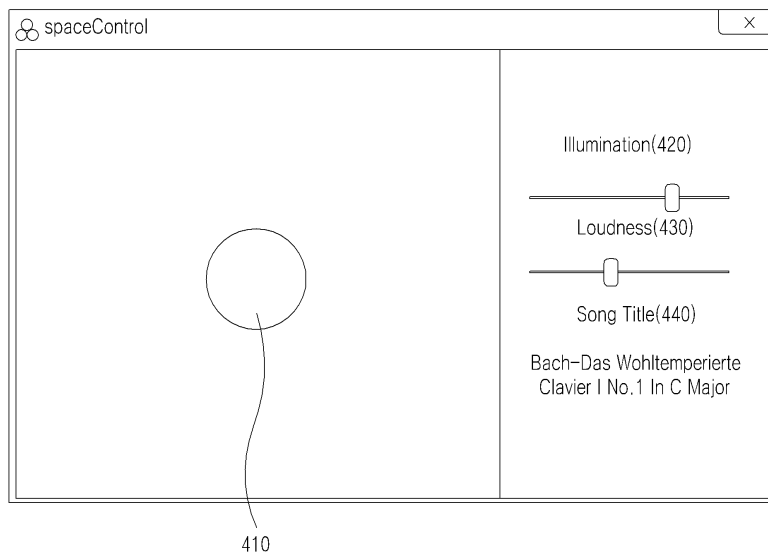


도면3

```

void function controlsystem
{
    if i is concentration
    {
        illumination = 600;
        volume = 35;
        song = "A";
    }
    if i is relaxation
    {
        illumination = 110;
        volume = 15;
        song = "B";
    }
    if i is depression
    {
        illumination = 10000;
        volume = 25;
        song = "C";
    }
    if i is normal
    {
        illumination = 225;
        volume = 45;
        song = "D";
    }
}
    
```

도면4



도면5

