



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0135228
(43) 공개일자 2024년09월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.) A61B 5/16 (2006.01) A61B 5/00 (2021.01) A61B 5/346 (2021.01) A61M 21/00 (2006.01)	(71) 출원인 인천대학교 산학협력단 인천광역시 연수구 갯벌로 27, 인천대학교 이노베이션센터(송도동)
(52) CPC특허분류 A61B 5/168 (2013.01) A61B 5/346 (2022.01)	(72) 발명자 전광길 인천광역시 연수구 해송로 70, 209동 805호(송도동, 송도웰 카운티2단지)
(21) 출원번호 10-2023-0028508	(74) 대리인 특허법인충정
(22) 출원일자 2023년03월03일 심사청구일자 2023년03월03일	

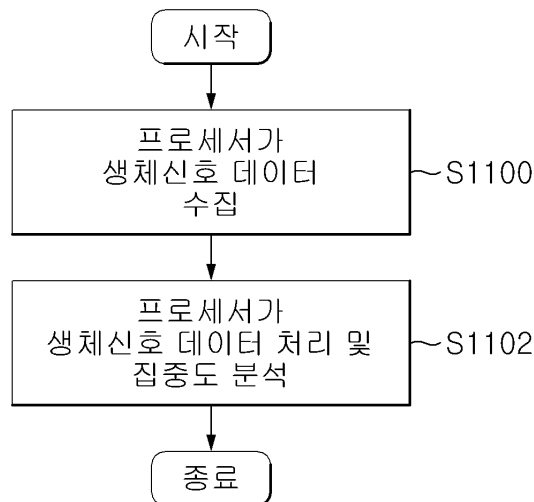
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 의한 인공지능을 이용하는 사용자 집중도 분석 방법은, 프로세서가, 운동 중인 사용자에게 일정시간 음악 자극을 가하여 획득한 생체신호 데이터를 수집하는 단계; 및 상기 프로세서가, 상기 생체신호 데이터를 처리하여 사용자 집중도를 분석하는 단계를 포함하는 것으로, 상기 분석단계는 자율신경활동(Autonomic Nervous Activity, ANA) 관련 지표의 동적행동(Time Varying Behavior, TVB)에서 자극반응모듈(Stimulus Response Module, SRM)에 의한 사용자 집중도를 평가하는 방법 및 다변량 분석을 통한 사용자 집중도를 평가하는 방법을 활용하여, 운동 중인 사용자의 음악에 대한 신체적 심리적 반응을 여러 시간의 척도에서 분석한 최적의 정보를 제공할 수 있다.

대표도 - 도11



(52) CPC특허분류

A61B 5/6823 (2013.01)

A61B 5/7264 (2023.08)

A61M 21/00 (2013.01)

A61M 2021/0027 (2013.01)

A61M 2021/005 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

프로세서가, 음악 자극을 받으면서 운동 중인 사용자로부터 획득한 생체신호 데이터를 수집하는 단계; 및
상기 프로세서가, 상기 생체신호 데이터를 처리하여 사용자 집중도를 분석하는 단계를 포함하는, 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 운동은 자전거 에르고미터(Cycle ergometer) 장비를 사용한 사이클링으로 저항도 순환 운동을 포함하는, 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 생체신호는 흉부에 표면전극을 부착하여 측정된 심전도(ECG) 신호를 포함하는, 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 사용자 집중도를 분석하는 단계는 자율신경 조절과 관련된 신체적 노력의 시간분포도를 검증하기 위해 주파수 영역 지표의 동적행동(Time Varying Behavior, TVB)에서 자극반응모듈(Stimulus Response Module, SRM)에 의한 사용자 집중도를 평가하는 방법과 다변량 분석을 통한 사용자 집중도를 평가하는 방법을 이용하여 사용자 집중도를 평가하는 것을 포함하는, 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 자극반응모듈(Stimulus Response Module, SRM)과 관련된 지표의 조건 중에서, 교감 신경 활동의 상대적인 지표로써 저주파/고주파 비율(LF/HF Ratio)을 활용하는 것을 포함하는, 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 자극반응모듈(Stimulus Response Module, SRM)의 트리거 포인트(trigger point)를 확인하는데 자율신경활동(Autonomic Nervous Activity, ANA) 관련 지수를 활용하는 것을 포함하는, 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 사용자 집중도를 분석하는 단계는 음악에 대한 선호집단과 비선호집단으로 나누고, 생체 신호 해석의 측면에서의 두 집단간 차이를 다중회귀분석과 요인분석으로 평가하는 것을 포함하는, 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 다중회귀분석에서는 심리지표인 운동자각도(Rating of Perceived Exertion, RPE)를 추정하기 위한 설명변수로 상기 자율신경활동(Autonomic Nervous Activity, ANA)과 관련한 지표를 사용하는 것을 포함하는, 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 사용자 집중도를 분석하는 단계는 심장박동수(Heart Rate, HR)와 운동자각도(Rating of Perceived Exertion, RPE) 사이의 강한 상관 관계를 확인하기 위한 분석을 수행하는 것을 포함하는, 멀티 타임 스케일 전략 및 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 방법.

청구항 10

음악 자극을 받으면서 운동 중인 사용자로부터 획득한 생체신호 데이터를 수집하는 동작; 및

상기 생체신호 데이터를 처리하여 사용자 집중도를 분석하는 동작을 수행하는 프로세서를 포함하는, 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

집중력을 향상시키기 위해 사용자에게 제공할 출력장치를 더 포함하고, 사용자의 사용자 집중도에 따른 맞춤형 정보가 상기 출력장치를 통해 자동으로 출력되는 것을 특징으로 하는, 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 맞춤형 정보는 이미지, 영상, 소리, 음악, 음성 정보 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는, 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 생체신호의 학습을 통해 사용자의 집중력을 향상시키기 위한 분석방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 음악을 청취하는 것은 각종 스트레스를 겪고 있는 상황에서 주의를 전환시킴으로써 사람의 긴장도를 낮출 수 있다. 이와 관련하여 활발한 논의가 이뤄지고 있고, 조절 효과(modulating effect)에 대한 해석에 기초하더라도 음악은 신체활동으로 인해 발생하는 불편한 감각으로부터의 주의를 전환시킬 수 있다.

[0003] 반면에 사람의 생리적인 피로도를 실제로 개선하는지와 관련한 논의는 부족하다. Jones et al.의 연구에서 신체 운동과 음악 자극의 상관성과 관련하여, 운동강도가 환기역치(ventilatory threshold, VT)보다 약간 높을 때와 달리 일정 값을 초과하면 외부 자극(예: 청각 및 시각)이 집중력 조절 능력에 효과적이지 못하다고 보고한 바 있다. 그러나 생체 신호 데이터에 영향을 미치는 다양한 변수가 존재하기 때문에, 생체 신호와 집중력과의 관계성에 대한 해석은 분명하지 않다. 이러한 문제는 연구 모집단의 이질성, 개입 및 결과 측정 등의 많은 요인으로부터 기인할 수 있다.

[0004] 한편, 자율 신경 활동(autonomic nervous activity, 이하 'ANA'라 칭함)은 심폐 상호 작용을 기반으로 신체 활동 수준을 조절하므로, 심전도 신호 데이터를 분석하여 집중력을 높이기 위한 방법을 찾을 수 있다. 집중력과 음악 자극의 상관관계에 대한 사람 신체의 반응 능력은 시간에 동기화되지 않고 종종 자극을 받는 시간보다 반응 시간이 약간 늦는다는 특징을 고려하면, 인체 자극-반응을 조사할 때 더 나은 결과를 얻기 위해 여러 시간 척도(multiple time scale)에서 분석할 필요성이 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) KR 10-2021-0100187 A

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 인공지능을 이용하여 사용자 집중도를 분석하는 방법 및 장치에 관한 것으로, 조건을 엄격히 통제하여 동일한 조건에서 획득한 생체신호 데이터를 시간 흐름에 따라 보정 및 분석하고, 그 결과를 기초로 운동 중인 사용자의 생리적, 심리적 균형을 조정하여 집중력을 향상시킬 수 있는 최적의 조건을 찾을 수 있으며, 사용자에게 맞춤형 정보를 제공하여 가장 효율적인 방법으로 신체 기능을 발달시킬 수 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 의한 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 방법은, 프로세서가, 음악 자극을 받으면서 운동 중인 사용자로부터 획득한 생체신호 데이터를 수집하는 단계; 및 상기 프로세서가, 상기 생체신호 데이터를 처리하여 사용자 집중도를 분석하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에 의한 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 방법에 있어서, 상기 운동은 자전거 에르고미터(Cycle erogometer) 장비를 사용한 사이클링으로 저장도 순환 운동을 포함할 수 있다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 의한 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 방법에 있어서, 상기 생체신호는 흉부에 표면전극을 부착하여 측정된 심전도(ECG) 신호를 포함할 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 의한 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 방법에 있어서, 상기 사용자 집중도를 분석하는 단계는 자율신경 조절과 관련된 신체적 노력의 시간분포도를 검증하기 위해 주파수 영역 지표의 동적행동(Time Varying Behavior, TVB)에서 자극반응모듈(Stimulus Response Module, SRM)에 의한 사용자 집중도를 평가하는 방법과 다변량 분석을 통한 사용자 집중도를 평가하는 방법을 이용하여 사용자 집중도를 평가하는 것을 포함할 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 의한 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 방법에 있어서, 상기 자극반응모듈(Stimulus Response Module, SRM)과 관련된 지표의 조건 중에서, 교감 신경 활동의 상대적인 지표로써 저주파/고주파 비율(LF/HF Ratio)을 활용하는 것을 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 의한 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 방법에 있어서, 상기 자극반응모듈(Stimulus Response Module, SRM)의 트리거 포인트(trigger point)를 확인하는데 자율신경활동(Autonomic Nervous Activity, ANA) 관련 지수를 활용할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 의한 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 방법에 있어서, 상기 사용자 집중도를 분석하는 단계는 음악에 대한 선호집단과 비선호집단으로 나누고, 생체 신호 해석의 측면에서의 두 집단간 차이를 다중회귀분석과 요인분석으로 평가하는 것을 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 의한 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 방법에 있어서, 상기 다중회귀분석에서는 심리지표인 운동자각도(Rating of Perceived Exertion, RPE)를 추정하기 위한 설명변수로 상기 자율신경활동(Autonomic Nervous Activity, ANA)과 관련한 지표를 사용하는 것을 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 의한 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 방법에 있어서, 상기 사용자 집중도를 분석하는 단계는 심장박동수(Heart Rate, HR)와 운동자각도(Rating of Perceived Exertion, RPE) 사이의 강한 상관관계를 확인하기 위한 분석을 수행하는 것을 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 의한 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 장치는, 프로세서가, 음악 자극을 받으면서 운동 중인 사용자로부터 획득한 생체신호 데이터를 수집하는 동작; 및 상기 생체신호 데이터를 처리하여 사용자

집중도를 분석하는 동작을 수행하는 프로세서를 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일실시예에 의한 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 장치는, 집중력을 향상시키기 위해 사용자에게 제공할 출력장치를 더 포함하고, 사용자의 사용자 집중도에 따른 맞춤형 정보가 상기 출력장치를 통해 자동으로 출력되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0018] 본 발명의 일실시예에 의한 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 장치에서, 상기 맞춤형 정보는 이미지, 영상, 소리, 음악, 음성 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0019] 사람의 신체는 기계와 같지 않아 그 반응은 시간과 동기화되지 않고 종종 자극을 받는 시간보다 약간 늦기 때문에 인체 자극-반응을 조사하는 경우에는 더 나은 결과를 얻기 위해 여러 시간 척도(multiple time scales)에서 분석해야 한다.

[0020] 특히, 생물학적 작용에 대한 다중 시간 척도(multiple time scales) 전략을 활용하여 음악 자극과 관련하여 집중력 저하 효과를 밝히기 위해, 운동 중 음악에 대한 심리적 반응을 동적행동(Time Varying Behavior, 이하 'TVB'라 칭함)으로 평가하여 효과적인 전략을 제안하는 것이 바람직하다.

[0021] 이를 통해 인체의 생리적, 심리적 균형을 조정할 수 있을 것이고, 이로써 가장 효율적으로 기대하는 신체 조건을 달성할 수 있다. 예를 들면, 운동 중에 음악(또는 비디오) 리듬, 템포 및 운동 부하를 직접 선택할 필요가 없고, 대신 기계가 신체적, 심리적 데이터를 분석하고 가장 적합한 운동 모드를 자동으로 추천하게 된다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 사이클링 동안의 심전도를 측정하기 위한 실험순서를 나타낸 도면이다.

도 2는 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 운동자각도 등급을 나타낸 도면이다.

도 3은 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 저주파와 고주파의 시간에 따른 변화를 나타내며, 그 중 어느 자극반응모듈(SRM)의 확실한 예시를 보여주는 도면이다.

도 4는 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 참가자들이 음악 감상 점수의 중앙값에 따라 선호 그룹과 비선호 그룹으로 구분되었음을 나타내는 도면이다.

도 5는 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 선호 그룹과 비선호 그룹을 대상으로 자극반응모듈(SRM)의 시간분포를 나타내는 도면이다.

도 6은 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 15분 동안 자전거운동을 한 각 그룹에서 측정되고 추정되는 자극반응모듈(RPE)의 동적행동(TVB)을 나타내는 도면이다.

도 7은 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 연속 작업 중 선호 그룹과 비선호 그룹간의 운동자각도(RPE) 비교를 나타내는 도면이다.

도 8은 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 선호그룹과 비선호그룹을 세 단계로 중첩된 비모수로 나타낸 밀도를 의미하고, 빨간색 선은 이변량 정규 타원을 나타내며, 밀도의 범위는 0.9 라는 것을 나타내는 도면이다.

도 9는 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 모든 작업에서 선호하는 그룹과 선호하지 않는 그룹 간의 저주파 대 고주파의 비율을 비교하는 것을 나타내는 도면이다.

도 10은 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 15분 동안 자전거운동을 한 각 그룹의 시간에 따른 RRI와 HR의 변화를 나타내는 도면이다.

도 11은 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위한 방법의 흐름도이다.

도 12는 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위한 방법이 수행되는 예시적인 장치를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 본 발명의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되어지는 이하의 상세한 설명과 바람

직한 실시예들로부터 더욱 명백해질 것이다. 이때, 각각의 도면에서 동일한 구성요소는 가능한 동일한 부호로 나타낸다. 또한, 이미 공지된 기능 및/또는 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다.

- [0024] 이하에 개시된 내용은, 다양한 실시 예에 따른 동작을 이해하는데 필요한 부분을 중점적으로 설명하며, 그 설명의 요지를 흐릴 수 있는 요소들에 대한 설명은 생략한다. 또한 도면의 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 또는 개략적으로 도시될 수 있다. 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니며, 따라서 각각의 도면에 그려진 구성요소들의 상대적인 크기나 간격에 의해 여기에 기재되는 내용들이 제한되는 것은 아니다.
- [0025] 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 실시 예들을 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.
- [0026] 또한, 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되는 것은 아니며, 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0027] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시형태를 상세히 설명하기로 한다.
- [0028] 도 11에 도시된 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 방법은, 프로세서(1202)가, 음악 자극을 받으면서 운동 중인 사용자로부터 획득한 생체신호 데이터를 수집하는 단계(S1100) 및 상기 프로세서(1202)가, 상기 생체신호 데이터를 처리하여 사용자 집중도를 분석하는 단계(S1102)를 포함할 수 있다.
- [0029] 상기 프로세서(1202)가, 음악 자극을 받으면서 운동 중인 사용자로부터 획득한 생체신호 데이터를 수집하는 단계(S1100)와 관련하여, 상기 운동은 자전거 에르고미터(Cycle ergometer) 장비를 사용한 사이클링으로 저장도 순환 운동을 포함할 수 있다. 상기 생체신호는 흉부에 표면전극을 부착하여 측정된 심전도(ECG) 신호를 포함할 수 있다. 본 발명에서의 생체신호는 심전도 신호에만 국한되지 않는다.
- [0030] 상기 프로세서(1202)가, 상기 생체신호 데이터를 처리하여 사용자 집중도를 분석하는 단계(S1102)와 관련하여, 자율신경 조절과 관련된 신체적 노력의 시간분포도를 검증하기 위해 주파수 영역 지표의 동적행동(Time Varying Behavior, TVB)에서 자극반응모듈(Stimulus Response Module, SRM)에 의한 사용자 집중도를 평가하는 방법과 다변량 분석을 통한 사용자 집중도를 평가하는 방법을 이용하여 사용자 집중도를 평가하는 것을 포함할 수 있다. 상기 자극반응모듈(Stimulus Response Module, SRM)과 관련된 지표의 조건 중에서, 교감 신경 활동의 상대적인 지표로써 저주파/고주파 비율(LF/HF Ratio)을 활용하는 것을 포함할 수 있다. 상기 자극반응모듈(Stimulus Response Module, SRM)의 트리거 포인트(trigger point)를 확인하는데 자율신경활동(Autonomic Nervous Activity, ANA) 관련 지수를 활용하는 것을 포함할 수 있다.
- [0031] 상기 프로세서(1202)가, 상기 생체신호 데이터를 처리하여 사용자 집중도를 분석하는 단계(S1102)와 관련하여, 음악에 대한 선호집단과 비선호집단으로 나누고, 생체 신호 해석의 측면에서의 두 집단간 차이를 다중회귀분석과 요인분석으로 평가하는 것을 포함할 수 있다. 상기 다중회귀분석에서는 심리지표인 운동자각도(Rating of Perceived Exertion, RPE)를 추정하기 위한 설명변수로 상기 자율신경활동(Autonomic Nervous Activity, ANA)과 관련한 지표를 사용하는 것을 포함할 수 있다.
- [0032] 상기 사용자 집중도를 분석하는 단계는 심장박동수(Heart Rate, HR)와 운동자각도(Rating of Perceived Exertion, RPE) 사이의 강한 상관 관계를 확인하기 위한 분석을 수행하는 것을 포함할 수 있다.
- [0033] 도 12에 도시된 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 장치(1200)는, 운동 중인 사용자로부터 획득한 생체신호 데이터를 수집하는 동작 및 상기 생체신호 데이터를 처리하여 사용자 집중도를 분석하는 동작을 수행하는 프로세서(1202) 및 메모리(1204)를 포함할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 의한 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 장치는 집중력을 향상시키기 위해 사용자에게 제공할 출력장치(1206)를 더 포함할 수 있으며, 사용자의 사용자 집중도에 따른 맞춤형 정보가 상기 출력장치(1206)를 통해 자동으로 재생될 수 있다. 상기 맞춤형 정보는 이

미지, 영상, 소리, 음악, 음성 음성정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0034] 본 발명의 일 실시예에 의한 운동 중인 사용자로부터 생체신호 데이터 및 RPE 관련 정보를 수집하는 과정은 다음과 같다.

[0035] < 실험 절차 >

[0036] 실험 참가자들은 15명의 건강한 남성(23.1 ± 2.6 세)들로 정규 음악 교육을 받지 않았고, 지난 5년 동안 악기를 연주한 적이 없으며 평소에는 신체 활동을 하는 것을 좋아하지 않아 걷거나 운전하는 동안 음악을 듣는 정도의 취미를 갖는 참가자들이다.

[0037] 실험 조건으로, 상기 참가자들은 60rpm으로 사이클링을 하였는데, 자전거 에르고미터(STB-1400, Combi Inc.) 장비를 사용하였고, 사이클링 동안 음악자극을 가하기 위하여 135bpm의 제즈를 70 ~ 85dB로 재생하였다. 상기 참가자들의 흉부(V6)에는 표면전극(Bs-150, Nihon Kohden Inc.)을 부착하였고, 이를 통해 1000Hz(Myomonitor IV, Delsys Inc.)의 샘플링 주파수에서의 심전도(ECG) 신호를 수집하여 기록하였다.

[0038] 도 1은 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 사이클링 동안의 심전도를 측정하기 위한 실험순서를 나타낸 도면이다. 참가자들은 음악 자극 없이 5분 동안 사이클링 위밍업을 수행한 다음 심박수(Heart Rate, 이하 'HR'라 칭함)를 조절하기 위해 1분 휴식을 취하고, 그 다음 음악을 들으면서 5개의 연속 사이클링(T1에서 T5까지 각 3분; 총 15분) 작업을 수행했다. 일련의 과정을 3분마다 단계를 바꿔가며 1단계(T1, T2, T3; phase1), 2단계(T2, T3, T4; phase2), 3단계(T3, T4, T5; phase3)로 구성하였다. 5개의 연속 작업에 대해 샘플수는 총 90개이다.

[0039] 사이클링 운동 후 음악에 대한 평가와 관련한 간단한 설문지를 1분 간 작성했다. 위 설문지와 관련한 카테고리는 26개로 나뉘는데, 상기 참가자들은 각 카테고리에 대한 점수를 0에서 5까지의 범위 내에서 평가하고, 이는 총 0에서 130점 사이의 분포도를 형성하게 된다.

[0040] 도 2는 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 운동자각도 등급을 나타낸 도면이다. Borg의 RPE 범위는 6에서 20이다. 참가자들은 1분에 한 번씩 핸들 패널에 표시되는 적절한 RPE를 선택하게 된다.

[0041] 본 발명의 일 실시예에 의한 주파수 영역 지표의 TVB에서 SRM에 의한 사용자 집중도를 평가하는 방법은 다음과 같다.

[0042] < 생체 신호 처리 >

[0043] 심전도(ECG)와 같은 생체 신호를 심리적 반응의 동적행동(TVB)으로 처리하기 위해 리샘플링(4Hz) 알고리즘 및 cubic spline interpolation 기법을 사용했고, 이를 통해 균일하게 샘플링된 심전도 R-피크 간격(R-R Interval, 이하 'RRI'라 칭함)의 시계열을 얻을 수 있었다.

[0044] RRI의 변화도(heart rate variability, 이하 'HRV'라 칭함)는 시간 영역 지표로 전체 RRI, 평균 RRI, RRI의 표준 편차(SDNN) 및 교감 신경 활동의 상대적 지표로 기능하는 연속적인 RRI 차이의 평균 제곱근(RMSSD) 및 SDNN/RMSSD비율로 계산할 수 있다.

[0045] 주파수 도메인 인덱스를 계산하기 위해 시간 및 주파수 분해능을 제어하는 Gabor 함수와 함께 연속 웨이블릿 변환을 사용했고, 저주파(LF)(0.04~0.15Hz) 고주파(HF)(0.15~0.45Hz) 및 기존 자율신경활동(ANA)관련 지표들과 동일한 LF/HF비율(LH/HF Ratio)을 적용하였다.

[0046] ANA 관련 지표는 10초마다 시간 및 주파수 영역에서 평가했다.

[0047] 도 3은 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 저주파/고주파 (LF/HF)에 대하여 시간에 따른 정규화 지수를 나타내며 어느 하나의 자극반응모듈 (Stimulus Response Module, 이하 'SRM'라 칭함) 예시를 확실히 보여주는 도면이다. SRM의 발생은 생리적 활동에 외부 자극이 충분히 전달되었음을 나타낸다.

[0048] 도 3은 ANA 관련 지표를 비균일하게 샘플링한 TVB를 도입한 것으로, 어떤 자극이 트리거 포인트가 되었을 때 그 응답을 어떤 누적 구간(Accumulation section, 이하 'AS'라 칭함)으로 구성할 수 있는 SRM을 확인할 수 있다. 자극의 지속시간은 짧고, 그 반응시간은 더 길다는 생리학적 의미에서 추론하면, 어느 하나의 자극에 대한 반응시간 동안 새로운 자극이 추가로 발생하면 그 반응이 시간에 중첩될 것이고, 이것은 생리적 반응의 축적으로 정의될 수 있다.

[0049] SRM 관련 조건인 정규화 LF 구성 요소가 120%(LF120)보다 크고, 정규화 HF 구성 요소는 80%(HF80)보다 작아야

한다 것을 기반으로 AS 값을 예상하였다.

[0050] 도 3에서의 트리거 포인트 시점으로써 AS의 시작(2초 이상)값은 정규화된 LF 구성 요소의 TVB를 역방향으로 추적하여 로컬 최소값을 찾아 계산했다.

[0051] 위밍업 중간 3분 동안의 각 평균값으로써 지표를 정규화했고, 측정된 데이터를 Matlab R2014a(MathWorks Inc.)으로 분석하여 생리학적 지표를 추측했다.

[0052] < 통계 분석 >

[0053] 우선 참가자들은 총 점수의 중앙값을 기준으로 선호그룹과 비선호그룹으로 나누고("선호하는 것" 점수 $\geq$ 중앙값, "비선호하는" 점수 $<$ 중앙값), 두 그룹 간의 차이를 다중회귀분석과 요인분석으로 평가하여 운동 중 음악 자극에 대한 주의산만 효과를 평가하였다.

[0054] 대표적인 기계 학습 기법인 다중회귀분석은 신경망을 포함한 딥 러닝 수학의 기초가 되는 분석기법이다. 본 발명에서는, 이와 같은 다중회귀분석 기법으로 분석하기 위하여 심리지표인 RPE를 추정하기 위한 설명변수로 ANA 관련 지표를 사용하였다. 또한 HR과 RPE(γ HR-RPE) 사이의 강한 상관 관계를 분석하여 주의산만 효과를 평가하였다.

[0055] 한편, 요인 분석에서 생리학적 지표의 공약수는, 고유값이 1.0보다 큰 요인들 중에서 누적기여율이 70% 이상인 가변부하에 대해서만 유지함으로써 결정되었다. 요인 점수 샘플들의 각 쌍에 대하여 이변량 정규 분포화를 실시한 후에 선호그룹과 비선호그룹 양 그룹에서 세 단계가 겹쳐진 형태의 비모수 밀도 프로파일(nonparametric density profile)을 관찰할 수 있었다.

[0056] 도 8은 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 선호그룹과 비선호그룹 양 그룹을 세 단계로 중첩한 비모수로 나타낸 밀도의 윤곽선을 의미하고, 빨간색 선은 이변량 정규 타원을 나타내며, 밀도의 범위는 0.9라는 것을 나타내는 도면이다.

[0057] < 실험 결과 >

[0058] 도 4는 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 참가자들이 음악 감상 점수의 중앙값에 따라 선호그룹과 비선호 그룹으로 구분되었음을 나타내는 도면이다. 참가자(15명)를 음악감상점수 중앙값 82로 좋아하는 그룹(8개)과 싫어하는 그룹(7개)으로 나누었다.

[0059] 도 5는 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 선호 그룹과 비선호 그룹을 대상으로 자극반응모듈(SRM)의 시간분포를 나타내는 도면이다

[0060] ANA 관련 지수의 TVB를 관찰한 결과 19개의 SRM(선호 14개, 비선호 5개)의 시간 분포가 있었는데, 선호 그룹에서 발생 횟수가 비선호 그룹보다 많았고, 발생 횟수는 1단계나 2단계보다 3단계, 즉 후반으로 갈수록 집중적으로 나타났다.

[0061] 도 6은 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 15분 동안 자전거운동을 한 각 그룹에서 측정 및 추정되는 자극반응모듈(RPE)의 TVB를 나타내는 도면이다.

[0062] 도 6은 다중회귀방정식에 사용된 ANA 관련 지표를 사용하여 측정된 RPE(이하 'mRPE'라 칭함) 및 추정 RPE(이하 'eRPE'라 칭함)의 TVB를 보여주는데, mRPE는 실험 세그먼트 T4까지 선형적으로 증가하고 각 그룹의 T5에서 포화되는 경향을 보였으며 이러한 경향은 eRPE에서 더 분명했다.

[0063] 도 7은 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 연속 작업 중 선호 그룹과 비선호 그룹간의 RPE 비교를 나타내는 도면이다. 비선호 그룹에서 측정된 RPE는 T2에서 T5까지에서 선호 그룹보다 유의미하게(* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$) 증가했다.

[0064] 상관 계수는 T1에서 T3까지 감소한 다음 T3에서 T4로 증가한 후 상관 계수가 작아지거나 상관이 없거나 T5에서 역상관이 되는데(표 1), T3와 T4의 γ HR-mRPE를 제외하고 각 작업에서 선호하는 그룹의 상관계수가 비선호하는 그룹보다 작았으며, 이러한 현상은 γ HR-eRPE에서 더 뚜렷하게 나타났다.

[0065] 표 1은 각 그룹의 각 작업에서 HR 및 RPE(측정 및 추정된)의 상관 계수를 나타낸 것이다.

표 1

$\gamma_{\text{HR-RPE}}$	group	T1	T2	T3	T4	T5
$\gamma_{\text{HR-mRPE}}$	favorite	0.94	0.79	0.29	0.99	—
	non-favorite	0.99	0.88	-0.1	0.52	0.43
$\gamma_{\text{HR-eRPE}}$	favorite	0.83	-0.02	-0.76	0.95	-0.66
	non-favorite	1.00	0.89	0.51	0.99	-0.14

[0066]

[0067]

요인 분석에서 세 단계에서 ANA 관련 지표의 요인 구조(표 2)와 요인 부하(표 3)를 기반으로 두 가지 공통 요인인 '요인 1'과 '요인 2'를 결정했는데, 선호그룹에서는, 세 단계 동안 시간 도메인 인덱스인 RRI 및 HR은 '요인 1'에서 활성화되었지만 '요인 2'에서는 활성화되지 않았다. SDNN 및 SDNN/RMSSD는 2단계에서 '요인 2'에서 활성화되었지만 다른 단계에서는 활성화되지 않았고, 주파수 도메인 인덱스, LF 및 LF/HF는 1단계와 3단계 동안 '요인 2'에서 활성화되었으며 HF는 3단계에서 '요인 2'에서 활성화되었다.

[0068]

표 2는 ANA 관련 지수의 3단계 요인 구조를 나타낸 것이다.

표 2

group	phase #	factor #	eigenvalue	cumulative contribution ratio[%]
favorite	phase 1	factor 1	5.23	0.65
		factor 2	1.23	0.81
	phase 2	factor 1	3.47	0.43
		factor 2	2.36	0.73
	phase 3	factor 1	3.04	0.38
		factor 2	2.52	0.70
non-favorite	phase 1	factor 1	5.38	0.67
		factor 2	1.27	0.83
	phase 2	factor 1	4.30	0.54
		factor 2	2.01	0.79
	phase 3	factor 1	4.30	0.54
		factor 2	2.12	0.80

[0069]

[0070]

표 3은 ANA 관련 지수에 대한 요인 부하를 나타낸 것이다.

표 3

group	phase #	phase 1	
	indices	factor 1	factor 2
favorite	RRI	0.93	0.28
	HR	-0.94	-0.24
	LF	0.50	0.78
	HF	0.50	0.60
	LF/HF	0.11	0.72
	SDNN	0.58	0.31
	RMSSD	0.69	0.29
	SDNN/RMSSD	0.01	0.10
non-favorite	RRI	0.88	0.43
	HR	-0.88	-0.43
	LF	0.58	0.62
	HF	0.44	0.74
	LF/HF	0.11	0.15
	SDNN	0.39	0.62
	RMSSD	0.52	0.84
	SDNN/RMSSD	0.06	0.00
group	phase #	phase 2	
	indices	factor 1	factor 2
favorite	RRI	0.95	-0.02
	HR	-0.96	0.02
	LF	0.04	0.17
	HF	0.7	0.22
	LF/HF	-0.36	0.18
	SDNN	0.20	0.80
	RMSSD	0.40	-0.10
	SDNN/RMSSD	-0.19	0.90
non-favorite	RRI	0.08	-0.88
	HR	-0.07	0.89
	LF	0.38	-0.12
	HF	0.29	-0.25
	LF/HF	0.18	0.40
	SDNN	0.90	-0.22
	RMSSD	-0.05	-0.35
	SDNN/RMSSD	1.00	0.02
group	phase #	phase 3	
	indices	factor 1	factor 2
favorite	RRI	0.97	-0.03
	HR	-0.98	0.03
	LF	-0.02	0.85
	HF	0.18	0.85
	LF/HF	-0.29	0.75
	SDNN	0.22	0.20
	RMSSD	0.41	0.21
	SDNN/RMSSD	-0.15	0.09
non-favorite	RRI	0.98	-0.10
	HR	-0.97	0.11
	LF	-0.12	0.83
	HF	-0.16	0.84
	LF/HF	-0.01	0.34
	SDNN	-0.10	0.51
	RMSSD	0.21	0.35
	SDNN/RMSSD	-0.22	0.29

[0071]

[0072]

비선호 그룹에서는 시간 도메인 인덱스인 RRI 및 HR이 1단계 및 3단계에서 '요인 1'에서 활성화되고, SDNN 및 SDNN/RMSSD는 2단계에서 '요인 1'에서 활성화되었다. RMSSD는 1단계에서 '요인 2'에 대해 활성 상태였고, 주파수 도메인 지수 LF는 3단계에서 '요인 2'에 대해 활성 상태였으며, HF는 1단계 및 3단계에서 '요인 2'에 대해 활성 상태였다.

[0073]

도 8은 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 선호그룹과 비선호그룹을 세 단계로 중첩된 비모수로 나타낸 밀도를 의미하고, 빨간색 선은 이변량 정규 타원을 나타내며, 밀도의 범위는 0.9 라는 것을 나타내는 도면이다. 선호도 그룹에서는 3단계에서 오히려 첫 번째 요인에 점수가 집중되고, 다른 단계보다 두 번째 요인에 점수가 덜 집중되었음을 확인할 수 있다. 반면, 비선호 그룹에서는 비모수 밀도에서 점수가 세 단계에 대한 첫 번째 및 두 번째 요인에 대해 정상적으로 분포되었을 것이다.

[0074]

< ANA 관련 지표의 TVB에서 SRM에 의한 산만 효과 평가 >

- [0075] 저장도의 사이클링 중 교감 미주신경 밸런스를 찾기 위해 시간 영역 측정법을 채택하였는데, 이는 이동하면서 또는 실시간으로 HRV를 모니터링한다는 측면에서 특히 중요하다.
- [0076] 음악적 자극에 대한 자율신경 반응을 특성화하기 위한 시간과 주파수 영역에서의 생체신호를 동시에 처리했는데, 자율 반응을 시간 영역으로 분석하는 것보다 스펙트럼을 분석하는 것이 더 유용한 HRV 지표를 얻을 수 있는 것으로 나타났다.
- [0077] 도 5는 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 선호 그룹과 비선호 그룹을 대상으로 자극반응모델(SRM)의 시간분포를 나타내는 도면이다. 본 발명에서는 자율신경 조절과 관련된 신체적 노력의 시간 분포를 검증하기 위해 주파수 영역 지표의 TVB에서 SRM의 발생을 조사했다.
- [0078] LF 및 HF 성분은, 혈압의 Mayer 파동과 호흡 중 호흡기관의 부비강 부정맥에서 유래하기 때문에 스트레스가 많은 상황에서 감소 및 증가할 것으로 예상되며 궁극적으로 이러한 구성 요소의 변동을 혈압과 호흡 교환의 생리학적인 증거로 해석할 수 있다.
- [0079] 도 3은 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 저주파와 고주파의 시간에 따른 변화를 나타내며, 그 중 어느 자극반응모델(SRM)의 확실한 예시를 보여주는 도면이다. SRM에 대한 조건과 관련하여, 운동 중에 교감 신경 활동의 상대적인 지표인 LF/HF 비율이 꾸준히 증가하거나 포화되는 경향을 보이기 때문에 AS는 생리적인 반응을 모은 것을 의미한다고 볼 수 있다. SRM 지표들의 발생은 참가자가 음악 자극에 대한 호감도가 높다는 신호일 것이고, 이러한 접근법은 각 섹션에서 SRM의 시간 분포를 로컬화 하는 데 적합하다. 다양한 유형의 ANA 관련 지수는 SRM의 트리거 포인트를 확인하는 데 도움이 된다.
- [0080] 빠른 음악은 느린 음악이나 음악이 없는 음악보다 더 큰 심리적인 반응을 보이고, 느린 템포 음악은 어떤 운동 강도에서도 선호되지 않는다. Karageorghis 은 3가지 실험 조건(중간 템포, 빠른 템포 및 혼합 템포)과 음악이 없는 각 조건에서 최대심박수의 70%로 운동(런닝머신)을 하는 경우에 결과적으로 미디엄 템포의 음악 프로그램이 가장 높은 점수를 얻었다고 보고하였다. 음악이 없는 대조군은 3가지 실험 조건 보다 모두 낮은 점수를 얻었다. Aburto et al.은 신중하게 통제된 환경에서 개인이 선호하는 음악을 선택한 결과 참가자들은 음악이 140bpm의 빠른 템포를 가질 때 저절로 사이클링 성과가 향상되었다고 보고하였다.
- [0081] 빠른 템포에 대한 선호도는 운동 강도가 증가함에 따라 증가한다는 것을 증명하는 많은 실험이 있으나 이는 특정 임계값에 구속된다.
- [0082] 도 9는 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 모든 작업에서 선호하는 그룹과 선호하지 않는 그룹 간의 저주파 대 고주파의 비율을 비교하는 것을 나타내는 도면이다. LF/HF 비율은 그룹당 54개 샘플의 모든 작업에서 선호그룹이 비선호그룹보다 크게(** $p < 0.01$) 감소하여(도 9) 선호 집단이 비선호집단보다 기대했던 이완 효과가 더 크다는 것을 확인할 수 있었다. 이는 음악의 선호도 때문에 산만한 정도가 달라질 수 있다는 것을 시사한다.
- [0083] 음악이 운동 수행에 미치는 영향은 여러 관점에서 연구되었지만 적절하게 변수를 조절하지 못했기 때문에 결과가 예상만큼 명확하지 않았다. 본 발명은 조건을 엄격히 통제하여 모든 피험자가 동일한 조건에서 동일한 음악을 듣게 하는 실험을 진행함으로써 음악이 피험자에게 미치는 주의 산만 효과를 조사했으며, SRM의 시간적 분포(도 5)를 통해, 다중 시간 척도 전략이 생리학적인 노력에 대한 주의 산만 효과를 평가하고 강조하는 데 적합할 수 있다는 것을 보여줄 수 있다.
- [0084] 본 발명의 일 실시예에 의한 다변량 분석을 통한 사용자 집중도를 평가하는 방법은 다음과 같다.
- [0085] < 다변량 분석을 통한 산만 효과 평가 >
- [0086] 도 10은 인공지능을 이용한 사용자 집중도를 분석하기 위하여, 15분 동안 자전거운동을 한 각 그룹의 시간에 따른 RRI와 HR의 변화를 나타내는 도면이다. 신체 데이터와 심리적 데이터 간의 관계를 확인하기 위해 15분 주기 동안 각 그룹에서 측정된 RRI 및 HR의 시변 동작을 조사했다.
- [0087] Borg의 RPE는 사이클링 작업과 에너지를 소모량의 상관성을 확인하는 유용한 방법을 제공한다. RPE의 증가는 HR에 의해 모니터링되는 심혈관 상태 및 걷기 운동 중 국소 근육 피로도 모두와 관련이 있는 것으로 보고되었다.
- [0088] 생체 신호 해석 측면에서 다중 회귀 분석을 통해 선호그룹과 비선호그룹 간의 RPE 차이를 논의하면, 참가자들은 음악자극의 호감도에 따라 여러 시간 척도에 대해 서로 다른 반응을 보였음에도 불구하고 사이클링을 진행함에 따라 신체적으로 노력하는 양상을 보였다. 한편, 선호그룹에서 예상 RPE의 TVB는 마지막에 포화 추세(도 6)를

보였다.

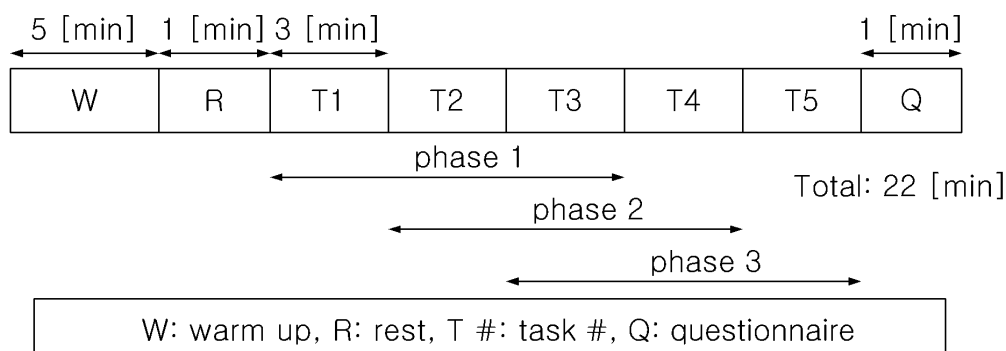
- [0089] 선호그룹의 γ HR-eRPE는 비선호그룹보다 작았고, 역상관 또는 무상관 현상을 보였다. 좋아하는 음악에 따라 신체적 노력을 유도하더라도 RPE는 증가하지 않는 것으로 나타났고, 이를 설명하기 위해 세 단계에 걸쳐 ANA 관련 지표의 요인 분석을 추가로 수행했다.
- [0090] 결과(표 2, 3)로부터 '요인 1'이 RRI와 HR 에서 모두 우세하고, '요인 2'가 스펙트럼 지표에서 우세하다고 추측했다. 이러한 요인에 대한 해석은 '요인 1'이 HR 수준의 평균을 나타내고 요인 2가 HR의 변동성을 나타낸다는 결론을 내릴 수 있다. 즉, RPE와 HR 사이의 강한 상관관계에서 '요인 1'은 '인식'으로 볼 수 있다.
- [0091] 최근 Schmitt et al.는 피로 증상 없이 피로한 상태를 전환하면서 HRV의 스펙트럼 분석의 개별 패턴이 어떻게 변했는지 정확하게 보여준다. 그들은 데이터 분석이 HR의 수학적 근접성과 스펙트럼 분석의 주요 변수를 통해 다양한 유형의 노력 수준의 클러스터링을 설명한다고 보고했다. 결과적으로 '요인2'가 '신체적 노력'을 암시한다고 결론지었다.
- [0092] 이러한 추측을 통해 선호그룹의 점수는 다른 단계에 대한 것보다 3단계에서 오히려 '인식' 요인에 집중되고 '신체적 노력' 요인에 덜 집중되었다. 비선호 그룹에서 점수는 비모수적 밀도에서 세 단계에 대한 '인식' 및 '신체적 노력' 요인에 대해 정규 분포를 보였을 것이다(도 8).
- [0093] 이러한 요인들은 산만 효과를 평가하는 보다 효율적인 방법으로 변수 간의 관계를 추론할 수 있는 잠재력이 있다. 결과적으로 주의력 산만 효과와 관련하여 음악 자극이 신체적 노력과 관련한 척도 및 호감도 요인의 조합에 의해 보다 직접적으로 평가될 수 있는 두 가지 중요한 잠재 성분에서 나타남을 시사한다. 따라서 ANA 관련 지표의 TVB를 비균일하게 모델링하는 것이 불필요한 평가 시간을 들이지 않고 산만 효과를 평가하는 데 효과적이다.
- [0094] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다.
- [0095] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

- [0096] 1200 : 인공지능을 이용한 사용자 집중도 분석 장치
- 1202 : 프로세서
- 1204 : 메모리
- 1206 : 출력장치

도면

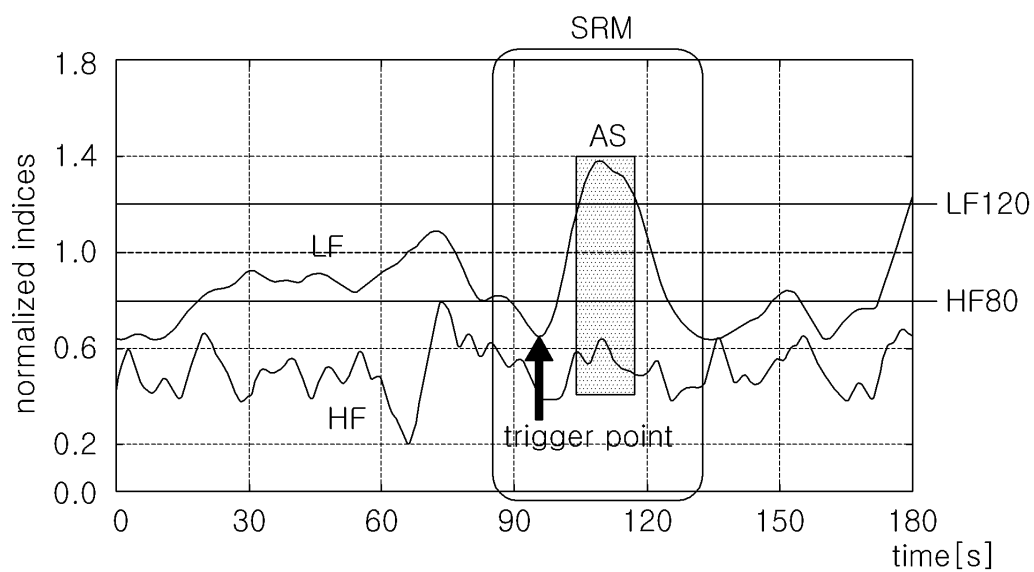
도면1



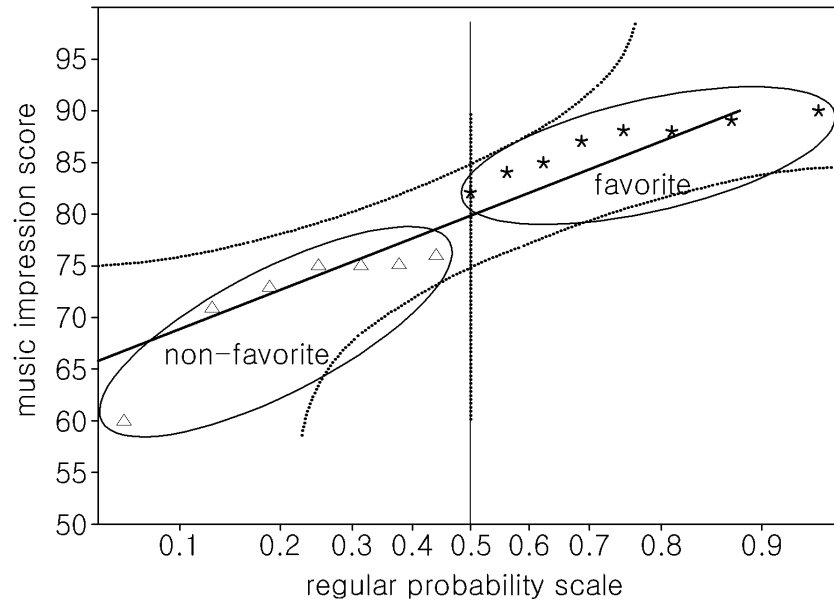
도면2

Rating of Perceived Exertion (RPE)Scale	
Please use the corresponding number to express the fatigue perception.	
20	
19	Very Very Hard
18	
17	Very Hard
16	
15	Hard
14	
13	Somewhat Hard
12	
11	Fairly Light
10	
9	Very Light
8	
7	Very Very Light
6	

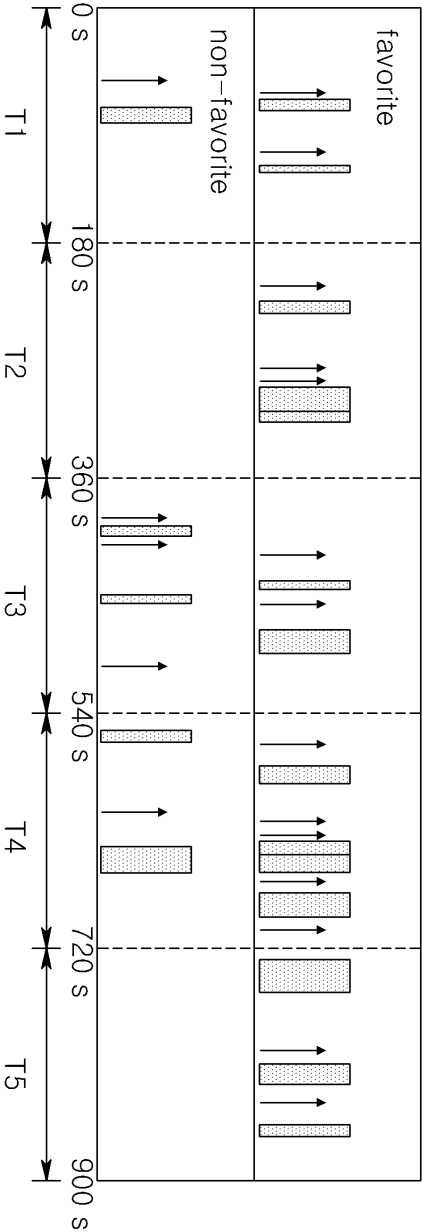
도면3



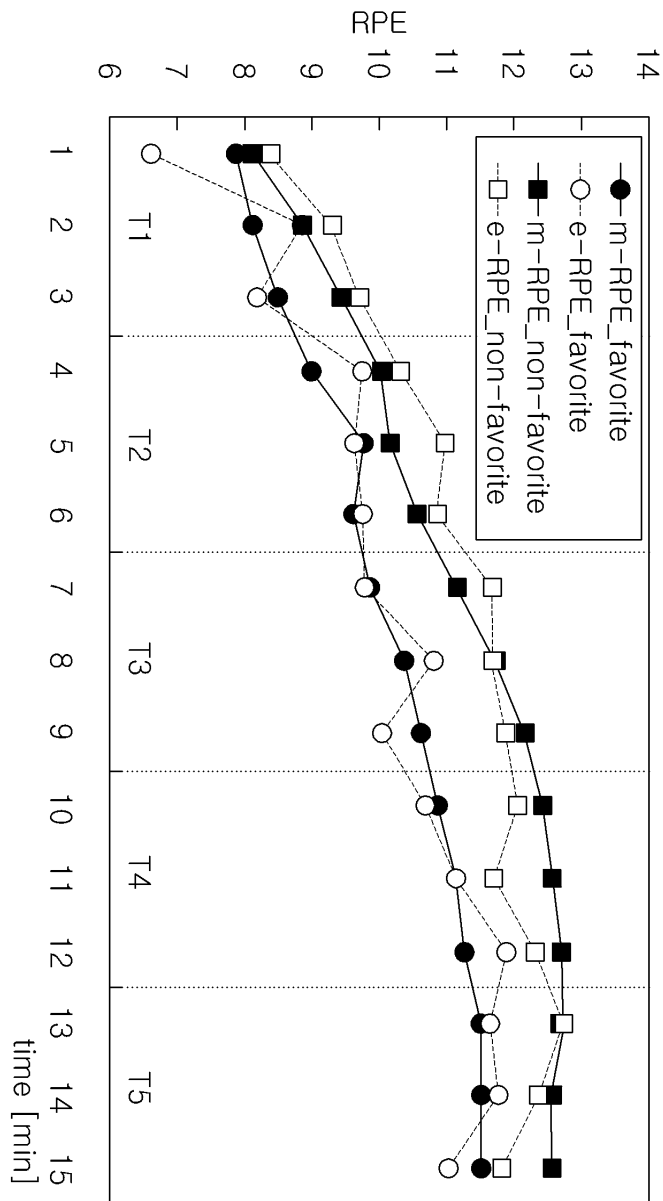
도면4



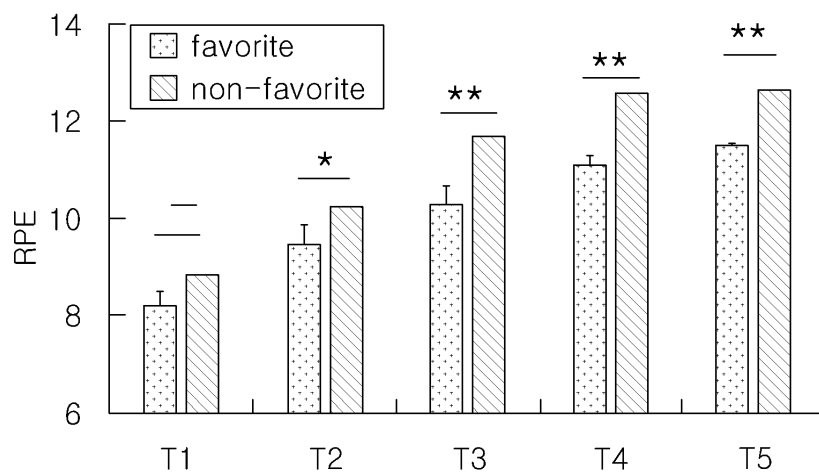
도면5



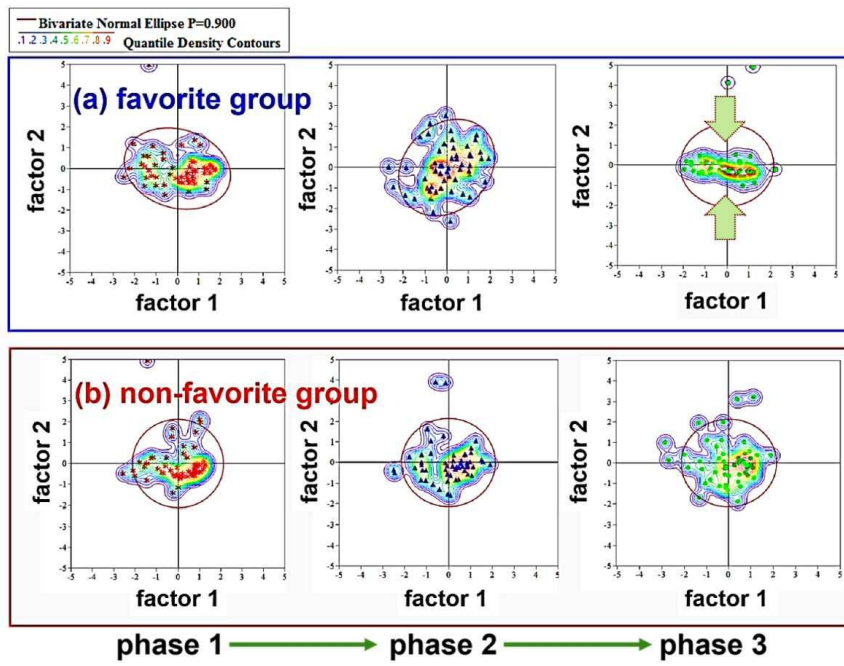
도면6



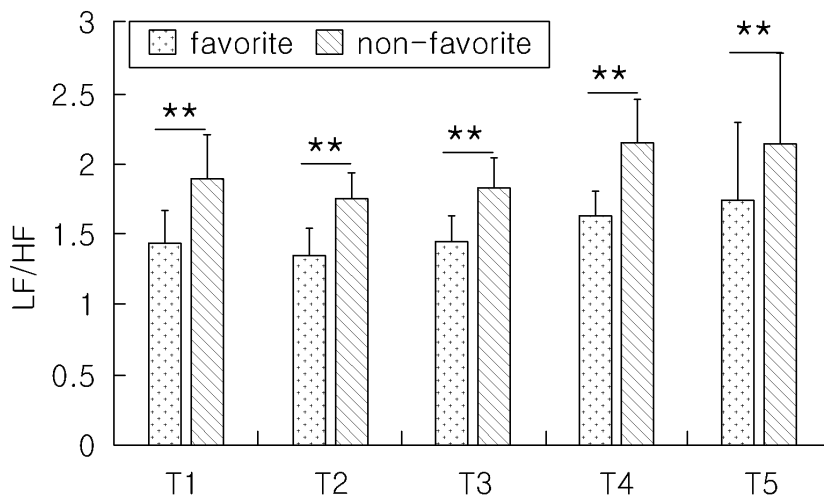
도면7



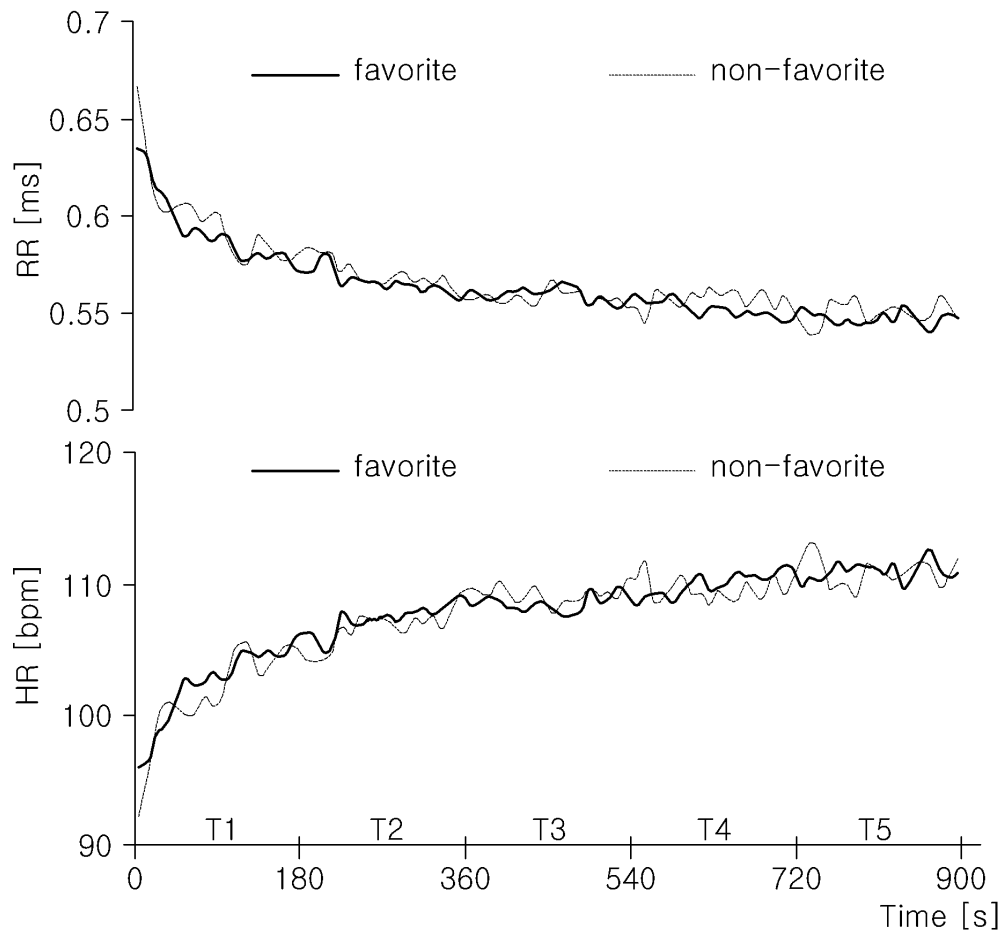
도면8



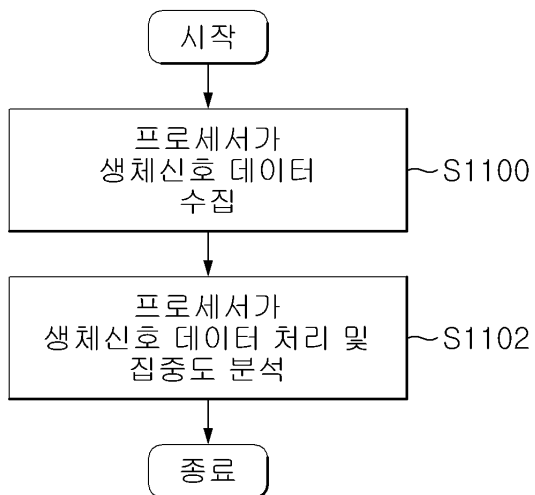
도면9



도면10



도면11



도면12

