



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월22일
 (11) 등록번호 10-2002199
 (24) 등록일자 2019년07월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61M 21/00 (2006.01) **A61B 5/00** (2006.01)
 (52) CPC특허분류
A61M 21/00 (2013.01)
A61B 5/0205 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2015-0006669
 (22) 출원일자 2015년01월14일
 심사청구일자 2017년09월13일
 (65) 공개번호 10-2016-0087941
 (43) 공개일자 2016년07월25일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020140144272 A*
 JP2010213773 A*
 KR101457477 B1
 JP2009207763 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
서울대학교산학협력단
 서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
 (72) 발명자
박광석
 서울특별시 서초구 고무래로 94, 201동 303호 (서초동, 현대4차아파트)
이원규
 서울특별시 종로구 대학로 103, 서울대학교 의과대학 연구관 713호
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
이원희

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 최철원

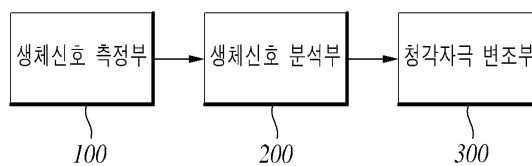
(54) 발명의 명칭 **개인 맞춤형 호흡 동기화를 위한 심박변이 기반의 청각자극 변조 장치 및 방법**

(57) 요약

본 발명은 사용자의 심장박동 간격 변이를 기반으로 진폭이 변조된 청각 자극을 제공하는 개인 맞춤형 호흡 동기화를 위한 심박변이 기반의 청각자극 변조 장치 및 방법에 관한 것으로,

본 발명에 따른 개인 맞춤형 호흡 동기화를 위한 심박변이 기반의 청각자극 변조 장치는, 사용자의 심전도 신호와 호흡 신호를 포함하는 생체 신호를 측정하는 생체 신호 측정부; 동기역학적 특성 분석 방법으로 상기 측정된 생체 신호를 분석하는 생체 신호 분석부; 상기 분석된 생체 신호를 기반으로 진폭이 변조된 청각 자극을 생성하는 청각자극 변조부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/0452 (2013.01)

A61B 5/486 (2013.01)

(72) 발명자

김상경

서울특별시 관악구 성현로 80, 관악드림타운아파트
132동 804호

윤희남

경기도 용인시 수지구 정평로 61, 504동 2003호

정다운

경기도 용인시 기흥구 예현로 15 103동 1602호 (서천동, SK아파트)

한정민

경상북도 포항시 남구 지곡로 155 8동 1403호 (지곡동, 교수아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012R1A2A2A02010714

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 이공분야기초연구사업> 중견연구자지원사업> 해김연구지원사업> 핵심공동연구

연구과제명 인간 생체 신호의 신체 내부 및 외부 자극에 대한 동기 역학적 특성 연구

기 여 율 1/1

주관기관 서울대학교

연구기간 2012.05.01 ~ 2015.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

사용자의 심전도 신호와 호흡 신호를 포함하는 생체 신호를 측정하는 생체 신호 측정부;
 동기역학적 특성 분석 방법으로 상기 측정된 생체 신호를 분석하는 생체 신호 분석부;
 상기 분석된 생체 신호를 기반으로 진폭이 변조된 청각 자극을 생성하는 청각자극 변조부를 포함하고,
 상기 생체 신호 분석부는,
 상기 심전도 신호의 RR 간격 변화 패턴과 상기 호흡 신호 사이의 동기화 특성을 분석하는 동기화 분석 모듈을 더 포함하며,
 상기 동기화 분석 모듈은 상기 심전도 신호와 상기 호흡 신호를 중첩시켜 바이너리 패턴을 추출하는 것을 특징으로 하는 개인 맞춤형 호흡 동기화를 위한 심박변이 기반의 청각자극 변조 장치.

청구항 2

청구항 1에서,
 상기 생체 신호 측정부는,
 심전도 및 호흡 신호를 획득하기 위한 아날로그 필터와,
 상기 획득된 심전도 및 호흡 신호를 증폭하는 증폭기와,
 상기 증폭된 심전도 및 호흡 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 변환기
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 개인 맞춤형 호흡 동기화를 위한 심박변이 기반의 청각자극 변조 장치.

청구항 3

청구항 1에서,
 상기 생체 신호 분석부는,
 상기 심전도 신호로부터 심전도 피크를 검출하는 심전도 피크 검출 모듈과,
 상기 호흡 신호로부터 호흡 주파수 및 호흡 패턴을 검출하는 호흡 신호 검출 모듈과,
 상기 검출된 심전도 피크와 호흡 주파수 및 호흡 패턴 사이의 동기화 특성을 분석하는 동기화 분석 모듈
 을 포함하는 것을 특징으로 하는 개인 맞춤형 호흡 동기화를 위한 심박변이 기반의 청각자극 변조 장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

청구항 1에서,
 상기 청각자극 변조부는,
 백색소음을 캐리어 주파수로 이용하고, 사용자의 심장박동 간격 변이를 기반으로 진폭이 변조된 청각 자극을 특

정 주파수로 하는 것을 특징으로 하는 개인 맞춤형 호흡 동기화를 위한 심박변이 기반의 청각자극 변조 장치.

청구항 6

사용자의 심전도 신호와 호흡 신호를 포함하는 생체 신호를 측정하는 단계;
 동기역학적 특성 분석 방법으로 상기 측정된 생체 신호를 분석하는 단계;
 상기 분석된 생체 신호를 기반으로 진폭이 변조된 청각 자극을 생성하는 단계를 포함하고,
 상기 생체 신호를 분석하는 단계는,
 상기 심전도 신호의 RR 간격 변화 패턴과 상기 호흡 신호 사이의 동기화 특성을 분석하고,
 동기화 특성 분석은 상기 심전도 신호와 상기 호흡 신호를 중첩시켜 바이너리 패턴을 추출하는 것을 특징으로 하는 개인 맞춤형 호흡 동기화를 위한 심박변이 기반의 청각자극 변조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 청각자극 변조 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 사용자의 심장박동 간격 변이를 기반으로 진폭이 변조된 청각 자극을 제공하는 개인 맞춤형 호흡 동기화를 위한 심박변이 기반의 청각자극 변조 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전체론적 시스템(Holistic system)의 관점에서 인체는 모든 시스템들이 서로 연결되어 상호 작용하고 있으므로, 각각의 생체신호에 대한 독립적 분석뿐 아니라 생체신호들 사이의 상호 관계 및 외부 자극에 대한 동기역학적 특성을 총체적으로 규명할 수 있는 분석 방법이 필요하다.

[0003] 2001년 Nature 학술지에는 synchronization and rhythmic processes in physiology라는 제목의 논문이 게재되어, 생체 기관에서 발생하는 많은 리듬의 기원, 외부 환경과의 반응, 질병 진단을 위한 리듬의 해석 및 제어에 관한 기존 연구와 앞으로의 발전 방향이 제시되었다.

[0004] 특히, 인간 생리학적 리듬에 대한 비선형 동역학 시스템 모델링 기법을 적용하고 효과를 예측하는 간소화된 모델 개발은 시도되었지만, 내부 피드백 또는 외부 환경 변화에 의한 복잡한 동역학적 특성에 대한 고찰이 필요함을 제시하고 있다.

[0005] 인간은 시각, 청각, 후각, 미각, 촉각의 오감을 적절히 수용 및 소화하여, 주변 환경에 반응하고 외부의 정보를 받아들인다. 그 중 청각은 뇌의 정 중앙에 위치하기 때문에 가장 민감하며 중추신경에도 직접적인 영향을 미치는 것으로 알려져 왔다. 생체신호에 대한 청각 자극의 영향에 관한 문헌에는 수많은 연구결과들이 보고되어 있고, 이를 응용하여 인체의 긍정적인 변화를 유도하는 소리 치료(sound therapy)에 대한 관심이 계속 증가하고 있다.

[0006] 최근의 연구들은 생체리듬에서 유래한 특정 주파수의 자극을 이용하여 자극에 대한 생체신호의 공명(resonance) 또는 동조(entrainment) 현상을 파악하려고 시도되고 있다. 인간의 심장박동과 혈압조절반응 사이에는 Mayer wave라고 불리는 0.1Hz 근방의 slow oscillation이 발생하는데, 이는 혈관 압력반사 및 교감신경의 기전과 연관되는 현상이다. 이 생체리듬의 주파수 특성은 심박변이도 바이오피드백에서 신체 및 정신적 이상을 개선시키는 용도로 호흡을 조절할 때 많이 활용되는 것이기도 하다.

[0007] 생체리듬 기반 호흡유도 및 조절장치 등을 포함한 기존의 바이오피드백 기술들은 인체 내의 각 기관을 개별적으

로 해석하면서 생체신호를 독자적으로 활용해왔다. 하지만 개인마다 조금씩 다른 고유의 생체리듬이 유도하려는 주파수와 차이가 큰 경우에는 적용에 제한이 있다는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국공개특허 10-2012-0017873호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 생체신호 및 외부자극들의 통합적인 동기역학적 특성을 고려한 생체신호 분석과 인간의 고유생체리듬을 고려한 개인맞춤형 청각자극을 이용하여, 무의식적으로 서서히 생체신호를 동조시키고 제어하기 위한 개인 맞춤형 호흡 동기화를 위한 심박변이 기반의 청각자극 변조 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위한, 본 발명에 따른 개인 맞춤형 호흡 동기화를 위한 심박변이 기반의 청각자극 변조 장치는,

[0011] 사용자의 심전도 신호와 호흡 신호를 포함하는 생체 신호를 측정하는 생체 신호 측정부; 동기역학적 특성 분석 방법으로 상기 측정된 생체 신호를 분석하는 생체 신호 분석부; 상기 분석된 생체 신호를 기반으로 진폭이 변조된 청각 자극을 생성하는 청각자극 변조부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 본 발명의 일 양상에 의하면, 상기 생체 신호 측정부는, 심전도 및 호흡 신호를 획득하기 위한 아날로그 필터와, 상기 획득된 심전도 및 호흡 신호를 증폭하는 증폭기와, 상기 증폭된 심전도 및 호흡 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 변환기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 본 발명의 일 양상에 의하면, 상기 생체 신호 분석부는, 상기 심전도 신호로부터 심전도 피크를 검출하는 심전도 피크 검출 모듈과, 상기 호흡 신호로부터 호흡 주파수 및 호흡 패턴을 검출하는 호흡 신호 검출 모듈과, 상기 검출된 심전도 피크와 호흡 주파수 및 호흡 패턴 사이의 동기화 특성을 분석하는 동기화 분석 모듈을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 본 발명의 일 양상에 의하면, 상기 생체 신호 분석부는, 상기 심전도 신호의 RR 간격 변화 패턴과 상기 호흡 신호 사이의 동기화 특성을 분석하는 동기화 분석 모듈을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 본 발명의 일 양상에 의하면, 상기 청각자극 변조부는, 백색소음을 캐리어 주파수로 이용하고, 사용자의 심장박동 간격 변이를 기반으로 진폭이 변조된 청각 자극을 특정 주파수로 하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 한편, 본 발명에 따른 개인 맞춤형 호흡 동기화를 위한 심박변이 기반의 청각자극 변조 방법은,

[0017] 사용자의 심전도 신호와 호흡 신호를 포함하는 생체 신호를 측정하는 단계; 동기역학적 특성 분석 방법으로 상기 측정된 생체 신호를 분석하는 단계; 상기 분석된 생체 신호를 기반으로 진폭이 변조된 청각 자극을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 실시 형태에 따른 개인 맞춤형 호흡 동기화를 위한 심박변이 기반의 청각자극 변조 장치 및 방법에

의하면,

[0019] 생체신호 사이의 동기역학적 특성을 분석함으로써 자극을 바탕으로 생체신호를 제어하는 연구의 기반 기술을 확보할 수 있다. 또한, 인간의 상태를 조절하여 최적화된 생체 시스템을 유지할 수 있도록 하는 다양한 분야의 기술에 적용될 수 있다. 특히, 외부 자극을 통한 생체신호 제어기술이 발전될 경우, 수면 관련 질환의 완화 및 수면 단계 분석의 연구에 새로운 방법을 제시할 수 있으며, 수면의 단계를 조절함으로써 수면의 질을 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 개인 맞춤형 호흡 동기화를 위한 심박변이 기반의 청각자극 변조 장치(이하, 청각자극 변조 장치로 약칭함)가 도시된 블록도,
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 청각자극 변조 장치의 생체 신호 측정부가 도시된 블록도,
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 청각자극 변조 장치의 심전도 피크 검출 모듈에서 심전도 피크를 검출하기 위한 알고리즘이 도시된 순서도,
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 청각자극 변조 장치의 호흡 신호 검출 모듈에서 호흡 신호를 검출하기 위한 알고리즘이 도시된 순서도,
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 청각자극 변조 장치의 동기화 분석 모듈에서 두 생체 신호 사이의 동기화 특성을 분석한 예시도,
- 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 청각자극 변조 장치의 동기화 분석 모듈에서 심전도 신호의 RR 간격 변화 패턴과 호흡 신호 사이의 동기화 특성을 분석한 예시도,
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 청각자극 변조 방법이 도시된 순서도,
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 청각자극 변조 장치 및 방법을 적용한 실험 결과를 보여 주는 그래프,
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 청각자극 변조 장치의 전체적인 개념을 설명하기 위한 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 본 명세서 또는 출원에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들에 대해서 특정한 구조적 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시 예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서 또는 출원에 설명된 실시 예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 된다.
- [0022] 본 발명의 개념에 따른 실시 예는 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본 명세서 또는 출원에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시 예를 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0023] 제1 및/또는 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만, 예컨대 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0024] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관

계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

- [0025] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0026] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0027] 본 발명은 생체신호 사이의 동기역학적 특성을 기반으로 하는 청각자극 피드백 기술과 이를 활용한 개인맞춤형 호흡 동기화 장치 및 방법에 관한 것이다. 생체리듬 기반 호흡유도 및 조절장치 등을 포함한 기존의 바이오피드백 기술들은 인체 내의 각 기관과 외부자극을 개별적으로 해석하고, 생체신호를 독자적으로만 활용해왔다. 하지만 Holistic system 관점의 해석에 의하면 각 생체 기관의 신호들은 고유의 리듬을 가지며, 서로 간의 동기화 및 외부 환경과의 동기화를 통해 정보를 교환하고 원활한 동작을 가능하게 하고 있다.
- [0028] 본 발명은 이러한 생체 신호의 동기역학적 특성 분석을 적용해 심혈관 시스템과 호흡 시스템 사이의 상호작용을 통합적으로 해석하고 이를 이용하여 외부 청각 자극을 개인 맞춤형으로 최적화시킴으로써 궁극적으로 생체 신호를 제어할 수 있도록 하는 장치 및 방법을 제공하기 위함이다.
- [0029] 먼저, 호흡과 심장박동 사이에 나타나는 동기역학적 특성 분석에 대해 설명한다.
- [0030] 심장박동의 리듬은 독립적으로 결정되는 것이 아니라 주위에 있는 다른 기관들의 신호(호흡, 규칙적인 움직임 등) 또는 외부 환경에서 나타나는 신호에 대해 영향을 받게 된다. 특히, 호흡과 심장박동은 특정 정수의 비로 동기화되어 나타나며, 두 가지 생체 신호 사이의 동기역학적 특성을 효과적으로 분석하는 방법으로 synchrogram 분석 또는 cardiorespiratory coordination 분석 등의 방법으로 동기화 정도는 정량화될 수 있다.
- [0031] 여기서, Synchrogram 분석은 하나의 진동 신호 위상이 특정값이 되는 순간, 다른 신호의 순간 위상 값을 측정하여 관계를 나타내는 stroboscopic 기술을 기반으로 하고, cardiorespiratory coordination 분석은 연속된 RR 간격의 증감 추이의 패턴을 분석하는 기술을 기반으로 하고 있다.
- [0032] 본 발명의 일 실시예에 따른 청각자극 변조 장치 및 방법은 상기 synchrogram 분석 또는 cardiorespiratory coordination 분석을 예시하여 설명하나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0033] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 청각자극 변조 장치는, 생체 신호 측정부(100)와, 생체 신호 분석부(200)와, 청각자극 변조부(300)를 포함한다.
- [0034] 상기 생체 신호 측정부(100)는 사용자의 생체 신호, 예를 들어 사용자의 심전도 신호와 호흡 신호를 측정한다. 상기 호흡 신호는 사용자의 흉부로부터, 상기 심전도 신호는 사용자의 손목, 손바닥 등으로부터 측정될 수 있다. (도 9 참조)
- [0035] 상기 생체 신호 측정부(100)에 대해 도 2를 참조하여 보다 상세히 설명한다. 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 생체 신호 측정부(100)는 심전도 및 호흡 신호를 획득하기 위한 아날로그 필터(110)와, 상기 획득된 심전도 및 호흡 신호를 증폭하는 증폭기(120)와, 상기 증폭된 심전도 및 호흡 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 변환기

(130)를 포함한다.

- [0036] 상기 생체 신호 분석부(200)는, 동기역학적 특성 분석 방법으로 상기 측정된 생체 신호를 분석하는 것으로, 심전도 피크 검출 알고리즘 및 호흡 신호 분석 알고리즘을 수행하고, 두 생체 신호 사이의 동기화 특성을 분석하는 알고리즘을 수행한다.
- [0037] 이를 위해 상기 생체 신호 분석부(200)는, 상기 심전도 신호로부터 심전도 피크를 검출하는 심전도 피크 검출 모듈과, 상기 호흡 신호로부터 호흡 주파수 및 호흡 패턴을 검출하는 호흡 신호 검출 모듈과, 상기 검출된 심전도 피크와 호흡 주파수 및 호흡 패턴 사이의 동기화 특성을 분석(synchrogram 분석)하는 동기화 분석 모듈을 포함한다.
- [0038] 상기 심전도 피크 검출 모듈에서는 심전도 피크 검출 알고리즘이 수행되는데 이에 대해 도 3을 참조하여 설명한다.
- [0039] 먼저, 사용자의 심전도 신호를 일정 시간(예를 들어, 5초간) 동안 획득한다. 획득된 심전도 신호가 진정한 심전도 신호인 지를 확인할 필요가 있다.(전처리 모드) 이를 위해, 획득된 신호에 대해 미분 및 힐버트 변환을 수행한 후, 최대값 기준 피크를 검출한 다음, 검출된 최대값 기준 피크의 주기성을 판단한다. 판단 결과, 일정한 주기성을 가지는 경우, 획득된 신호를 진정한 심전도 신호로 결정한다. 만약, 일정한 주기성을 가지고 있지 않은 경우, 획득된 신호는 노이즈로 결정하고, 다시 사용자의 심전도 신호를 일정 시간 동안 획득하여 진정한 심전도 신호를 획득할 때까지 위의 과정을 반복한다.
- [0040] 이후, 주기성 판단 결과 진정한 심전도 신호로 결정된 심전도 신호에 대해, 심전도 데이터 전처리를 수행하고, 세그먼트 단위로 최대값을 분석한 후, 세그먼트 단위의 최대값을 연결하여 형성된 면의 꼭지점을 추출한다. 이 꼭지점을 심전도 피크로 검출하고, 검출된 심전도 피크가 진정한 피크인 지를 검증한다. 진정한 피크인 경우, 파라미터를 업데이트하고, 아닌 경우, 피크를 수정하여 심전도 피크를 다시 검출하여 위 과정을 반복한다.
- [0041] 상기 호흡 신호 검출 모듈에서는 호흡 신호 검출 알고리즘이 수행되는데 이에 대해 도 4를 참조하여 설명한다.
- [0042] 먼저, 사용자의 호흡 신호를 일정 시간 동안 획득한다. 획득된 호흡 신호에 대해 필터 및 추세 제거 등의 방법으로 전처리한 후 얻어진 데이터로부터 호흡 주파수 및 호흡 패턴을 검출한다.
- [0043] 다음으로, 도 5를 참조하여, 상기 검출된 심전도 피크와 호흡 주파수 및 호흡 패턴 사이의 동기화 특성을, 상기 동기화 분석 모듈(synchrogram 분석)에서 분석하는 방법에 대해 설명한다.
- [0044] 기본적으로 synchrogram 분석은 하기의 식 (1)에 의해 수행된다.

$$\psi_m(t_k) = \frac{1}{2\pi}(\phi_r(t_k) \bmod 2\pi m)$$

[0045] 식 (1) :

- [0046] 도 5의 (a)는 상기 호흡 신호 검출 모듈에 의해 검출된 호흡 주파수 및 호흡 패턴이 포함된 호흡 신호이다. 도 5의 (b)는 식 (1)을 이용하여 추출된 도 5(a)에 표시된 호흡 신호의 위상이다. 도 5의 (c)는 상기 심전도 피크 검출 모듈에서 검출된 심전도의 R-피크 순간을 표시한 것이며, 도 5의 (b)는 이 R-피크 순간이 함께 표시되어 있다.
- [0047] 호흡 신호 중에서 심전도의 R-피크 순간에 해당하는 점들을 취합하여 Ψ_m - time 좌표 공간 상에 표시하여 동기화 지표를 정량화할 수 있다. 도 5의 (d)에 synchrogram 분석을 수행하여 얻은 정량화된 동기화 지표가 예시되어 있다.
- [0048] 한편, 다른 실시예로, 상기 생체 신호 분석부(200)는, 상기 심전도 신호의 RR 간격 변화 패턴과 상기 호흡 신호 사이의 동기화 특성을 분석(cardiorespiratory coordination 분석)하는 동기화 분석 모듈을 포함한다.
- [0049] 전술한 도 3 및 도 4에 설명된 방식에 의해 획득된 심전도 신호와 호흡 신호를 도 6에 도시된 바와 같이 중첩시키고 이로부터 바이너리 패턴(binary pattern)을 추출한다. 바이너리 패턴은 심전도 신호의 RR 간격 변화를 분석하여 추출할 수 있다. 즉, 심전도 신호의 RR 간격이 이전 RR 간격보다 간격이 감소하면 0, 간격이 증가하면 1

로 표시하여 바이너리 패턴을 추출할 수 있다. 또한, 그 반대의 방식으로 바이너리 패턴을 얻을 수 있다. 즉, 심전도 신호의 RR 간격이 이전 RR 간격보다 간격이 감소하면 1, 간격이 증가하면 0으로 표시하여 바이너리 패턴을 추출할 수 있다. 이는 도 6의 표에서 Complementary binary pattern으로 표시되어 있다. 도 6의 표에서 m은 심전도 신호(심박수)의 횡수, n은 호흡 신호의 횡수이다.

[0050] 상기 청각자극 변조부(300)는 상기 분석된 생체 신호를 기반으로 진폭이 변조된 청각 자극을 생성한다. 즉, 도 5의 (d)에 예시된 바와 같은 time 별로 표시된 진폭(m)만큼 호흡 신호와 심전도 신호가 동기화되어 진폭이 변조된 청각 자극을 생성한다.

[0051] 상기 청각자극 변조부(300)는 청각 자극 생성시에, 백색소음을 캐리어 주파수로 이용하고, 상기 호흡 신호와 심전도 신호의 동기화 기반으로 진폭이 변조된 청각 자극을 특정 주파수로 하여 청각 자극을 생성할 수 있다. 상기 백색소음은 전체적으로 균등하고 거의 일정한 주파수 스펙트럼을 가지는 소리를 의미한다. 기존의 소음이 단순히 시끄러운 의미로 불쾌감을 느끼게 만드는 소리였다면, 백색소음은 특정한 청각 패턴을 갖지 않는 항상 들던 자연스러운 소리로서 심리적 안정감과 집중력을 가져다주는 긍정적인 소음이라고 할 수 있다. 이는 사람이 백색소음을 전체적인 소음 레벨로서만 받아들이기 때문이며, 귀에 쉽게 익숙해지기 때문에 오히려 거슬리는 주 변소음을 덜어주는 작용을 한다. 미국의 시카고 대학의 소비자연구저널은 50-70dB의 백색소음은 완벽한 정적보다 집중력과 창의력을 향상시킨다는 연구결과를 보고하였으며, 우리나라의 산업심리학회는 집중력 향상 47.7%, 기억력 향상 9.6%, 스트레스 감소 27.1%, 학습시간 단축 13.6%의 연구 결과를 보고하고 있다.

[0052] 다음으로, 도 7을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 청각자극 변조 방법을 설명한다.

[0053] 본 발명의 일 실시예에 따른 청각자극 변조 방법은, 사용자의 심전도 신호와 호흡 신호를 포함하는 생체 신호를 측정하는 단계; 동기역학적 특성 분석 방법으로 상기 측정된 생체 신호를 분석하는 단계; 상기 분석된 생체 신호를 기반으로 진폭이 변조된 청각 자극을 생성하는 단계를 포함한다. 각 단계에 대한 구체적인 설명은 전술한 청각자극 변조 장치에서의 각 구성 부분이 수행하는 단계와 실질적으로 동일하므로 이에 대한 자세한 설명은 생략한다.

[0054] 다만, 두 신호 사이의 리듬이 어느 정도 동기화되어 있는 지 측정하는 Coherence 분석 단계를 더 포함한다. 즉, Coherence 분석을 이용하여 변조된 청각자극과 생체신호(호흡)의 리듬이 서로 동기화되고 있는지를 분석한다. Coherence 분석은 심장박동, 호흡, 청각자극 사이의 복합적인 상호작용을 분석하고 피드백을 작용하여, 궁극적으로는 동기화 지표를 높이는 개인 생체리듬 맞춤형으로 청각 자극을 발생시키도록 반복하여 수행한다.

[0055] 동기화 지표를 높이는 방향으로 피드백을 발생시키는 이유는 생체리듬 사이의 동기화가 강력해졌을 때, 산소포화도 증가 및 이에 따른 졸음 극복, 집중력 및 인지능력의 향상, 스트레스 감소 등의 인체에 긍정적인 변화를 가져오도록 하기 위함이다.

[0056] 다음으로, 도 8을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 청각자극 변조 장치 및 방법을 적용한 실험 결과를 살펴본다.

[0057] 도 8의 그래프를 참조하면, 사용자의 호흡 및 심장박동변이 패턴을 분석한 후, 개인맞춤형으로 최적화된 변조된 청각자극을 피드백하였을 때, 각 리듬간의 동기역학적 관계가 증가함을 알 수 있다.

[0058] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 청각자극 변조 장치 및 방법에 의하면, 생체신호 사이의 동기역학적 특성을 분석함으로써 자극을 바탕으로 생체신호를 제어하는 연구의 기반 기술을 확보할 수 있다. 또한, 인간의 상태를 조절하여 최적화된 생체 시스템을 유지할 수 있도록 하는 다양한 분야의 기술에 적용될 수 있다. 특히, 외부 자극을 통한 생체신호 제어기술이 발전될 경우, 수면 관련 질환의 완화 및 수면 단계 분석의 연구에 새로운 방법을 제시할 수 있으며, 수면의 단계를 조절함으로써 수면의 질을 높일 수 있다.

[0059] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특성의 바람직한 실시예

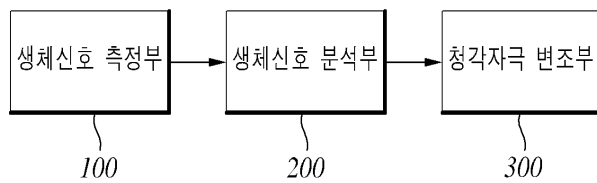
에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

부호의 설명

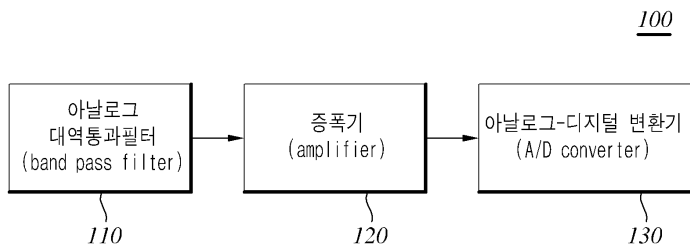
- 100 : 생체 신호 측정부
- 200 : 생체 신호 분석부
- 300 : 청각자극 변조부

도면

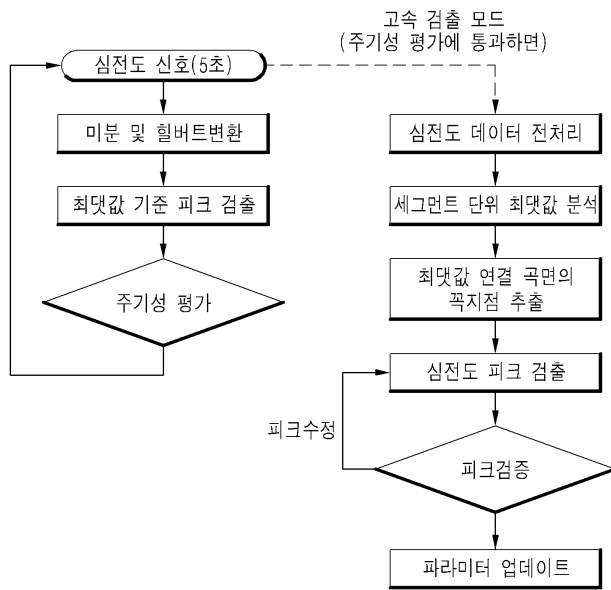
도면1



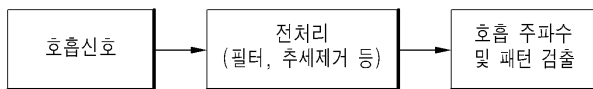
도면2



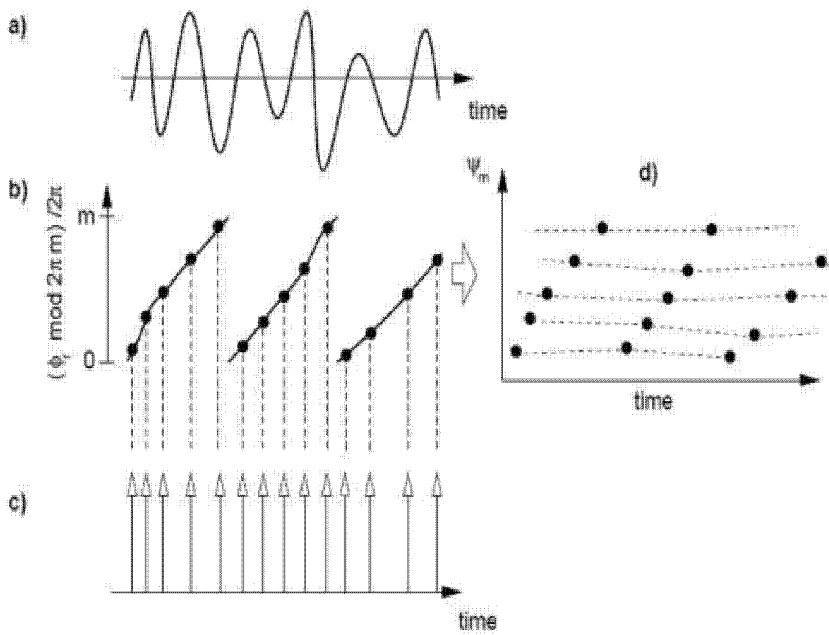
도면3



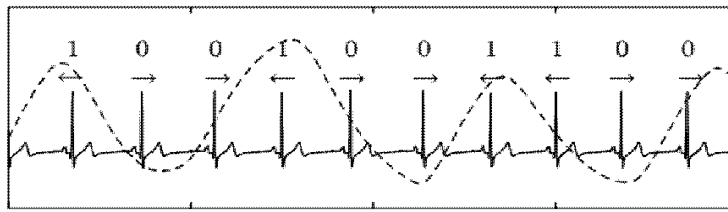
도면4



도면5

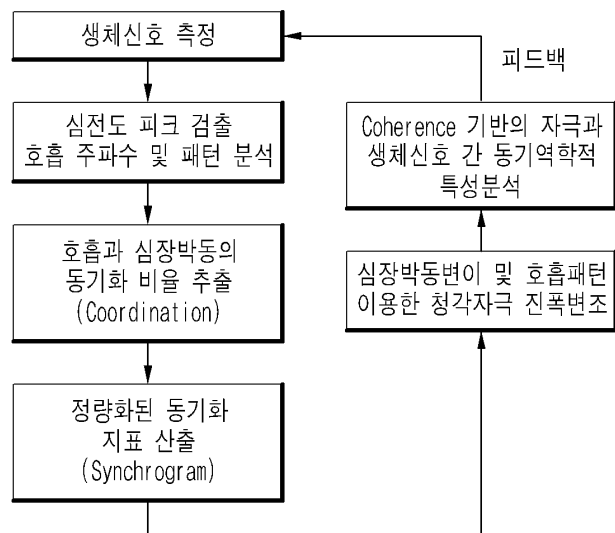


도면6

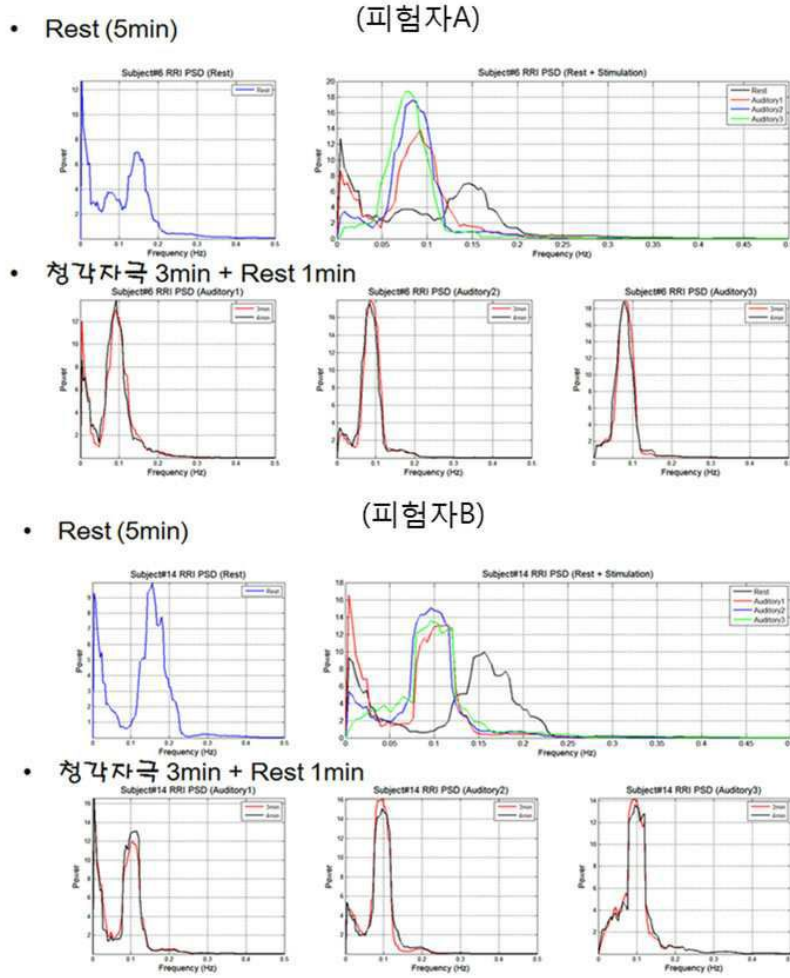


$m : n$ -ratio	Binary pattern	Complementary binary pattern
3:1	001001	110110
7:2	0010011	1101100
4:1	00110011	11001100
9:2	000110011	111001100
5:1	0001100011	1110011100
11:2	00011000111	11100111000
6:1	000111000111	111000111000

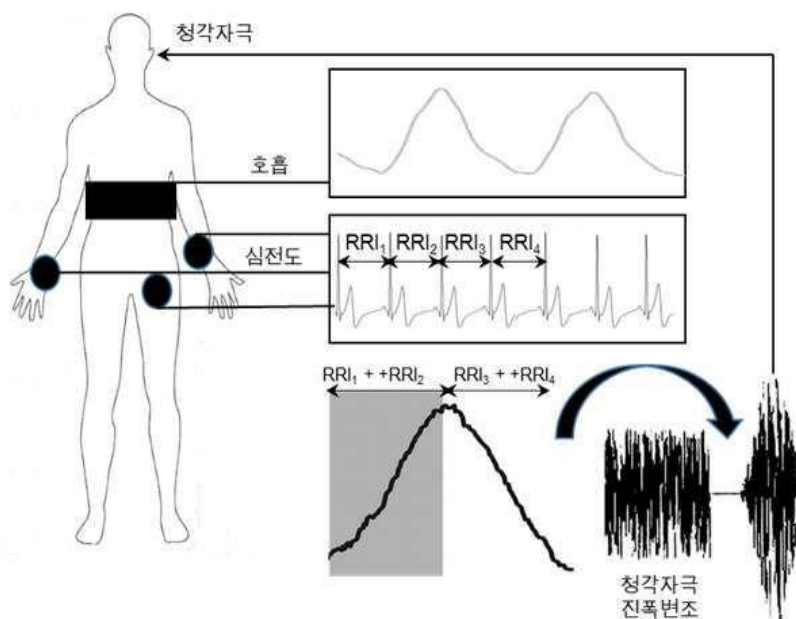
도면7



도면8



도면9



专利名称(译)	一种用于基于心率变化的听觉刺激调制的装置和方法，用于个性化呼吸同步		
公开(公告)号	KR102002199B1	公开(公告)日	2019-07-22
申请号	KR1020150006669	申请日	2015-01-14
[标]申请(专利权)人(译)	首尔大学校产学协力团		
申请(专利权)人(译)	首尔国立大学产学合作基金会		
当前申请(专利权)人(译)	首尔国立大学产学合作基金会		
[标]发明人	박광석 이원규 김상경 윤희남 정다운 한정민		
发明人	박광석 이원규 김상경 윤희남 정다운 한정민		
IPC分类号	A61M21/00 A61B5/00		
CPC分类号	A61M21/00 A61B5/0205 A61B5/0452 A61B5/486 A61M2021/0027 A61M2230/04 A61M2230/40		
代理人(译)	李圆 - 熙		
审查员(译)	Choecheolwon		
其他公开文献	KR1020160087941A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及个性化听觉刺激修改设备和基于用于呼吸同步的心跳变化的方法，其提供基于用户的心跳间隔变化而具有受控幅度的听觉刺激。用于呼吸同步的基于心跳变化的个性化听觉刺激修改设备包括：生物信号测量单元，其测量包括用户的ECG信号和呼吸信号的生物信号；以及生物信号分析单元，其使用用于分析同步动态特性的方法来分析所测量的生物信号；以及听觉刺激操纵单元，其基于所分析的生物信号来产生具有被操纵的振幅的听觉刺激。

