(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0154678
(43) 공개일자 2021년12월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61N 2/00 (2006.01) *A61M 21/00* (2006.01)
A61M 21/02 (2006.01) *A61N 1/36* (2006.01)
A61N 2/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61N 2/006 (2013.01)
A61M 21/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0109683
(22) 출원일자 2020년08월28일
심사청구일자 2020년08월28일
(30) 우선권주장
1020200071653 2020년06월12일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
김동주
서울특별시 강남구 압구정로 201, 82동 1006호(압구정동, 현대아파트)
김영탁
충청남도 논산시 체육로 48-6, 103동 302호(내동, 동신아파트)
김현지
서울특별시 종로구 평창길 3(평창동)
(74) 대리인
김연권

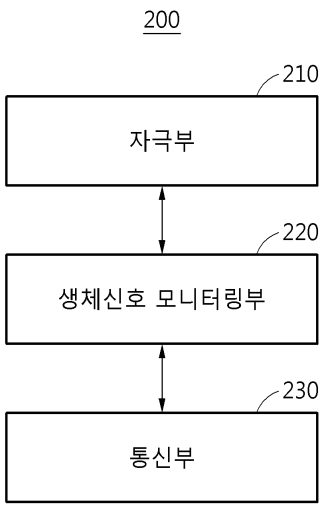
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **인공지능 뉴로피드백 시스템 기반 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 인공지능 뉴로피드백 시스템 기반 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 기술에 관한 것으로서, 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치는 자극신호에 기초하여, 뇌 주변에 위치하는 자극 부위에서 PEMF(pulsed electromagnetic field)의 형태로 미주신경을 자극하는 목걸이 형태의 코일에서 자기장을 발생하는 자극부, 상기 미주신경에 대한 자극신호에 따라 반응하는 생체신호를 측정하고, 상기 자극신호 및 상기 생체신호가 포함된 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력하는 생체신호 모니터링부, 및 상기 출력된 모니터링 정보를 근거리 무선통신을 이용하여 모바일 단말기에 전송하도록 처리하는 통신부를 포함하고, 상기 자극부는, 모바일 단말기 또는 서버로부터 자극 조절 모델에 기반하여 피드백되는 재생성된 자극신호를 수신하여 자기장을 다시 발생할 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
A61N 1/36021 (2013.01)
A61N 1/36025 (2013.01)
A61N 2/008 (2013.01)
A61N 2/02 (2013.01)
A61M 2021/0055 (2013.01)
A61M 2021/0072 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치에 있어서,

자극신호에 기초하여, 뇌 주변에 위치하는 자극 부위에서 PEMF(pulsed electromagnetic field)의 형태로 미주신경을 자극하는 목걸이 형태의 코일에서 자기장을 발생하는 자극부;

상기 미주신경에 대한 자극신호에 따라 반응하는 생체신호를 측정하고, 상기 자극신호 및 상기 생체신호가 포함된 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력하는 생체신호 모니터링부; 및

상기 출력된 모니터링 정보를 근거리 무선통신을 이용하여 모바일 단말기에 전송하도록 처리하는 통신부

를 포함하고,

상기 자극부는,

모바일 단말기 또는 서버로부터 자극 조절 모델에 기반하여 피드백되는 재생성된 자극신호를 수신하여 자기장을 다시 발생하는 것을 특징으로 하는 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 자극 조절 모델은,

상기 생체신호로부터 측정되는 HRV(Heart rate variability)를 이용해서 인접한 심박동 사이 시간 간격의 변동성에 기초하여 심장 및 뇌 간의 상호 작용 또는 자율신경계에 대한 이상여부를 판단하거나, 또는

상기 생체신호로부터 측정되는 BRS(Baroreflex sensitivity)를 이용해서 혈압의 항상성 유지 정도를 판별하여 자율신경계의 이상여부를 판단하여 상기 자극신호를 실시간으로 재생성하는 것을 특징으로 하는 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 생체신호 모니터링부는,

상기 생체신호로서 EEG(electroencephalogram)에 의한 뇌반응을 모니터링하고, 상기 뇌반응에 따른 전두엽 활성화 정보를 인공지능 인코더를 통해 암호화하여 출력하는 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 생체신호 모니터링부는,

상기 생체신호로서 귀, 목, 또는 손목 중에서 적어도 하나로부터 측정되는 PPG(photoplethysmography)에 의한 신경반응을 모니터링하고, 상기 신경반응에 따른 자율신경정보를 인공지능 인코더를 통해 암호화하여 출력하는 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 생체신호 모니터링부는,

상기 생체신호로서 귀, 목, 또는 손목 중에서 적어도 하나로부터 측정되는 신체활동측정(Actigraph)에 의한 신체반응을 모니터링하고, 상기 신체반응에 따른 움직임 정보를 인공지능 인코더를 통해 암호화하여 출력하는 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 모바일 단말기는,

상기 출력된 모니터링 정보를 서버로 전송하고,

상기 서버는,

상기 전송된 모니터링 정보로부터 상기 자극신호 및 상기 자극신호에 따라 반응하는 생체신호를 추출하고, 상기 추출된 자극신호 및 상기 생체신호를 기저장된 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델의 입력으로 제공하고, 상기 자극 조절 모델의 출력으로서 상기 생체신호가 교감신경과 부교감신경의 균형을 위해 조절되도록 하는 자극신호로 재생성하며, 상기 재생성된 자극신호를 상기 통신부로 피드백하며,

상기 자극부는, 상기 피드백된 자극신호로써 자기장을 새롭게 발생하는 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 모바일 단말기는,

상기 출력된 모니터링 정보로부터 상기 자극신호 및 상기 자극신호에 따라 반응하는 생체신호를 추출하고, 상기 추출된 자극신호 및 상기 생체신호를 기저장된 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델의 입력으로 제공하고, 상기 자극 조절 모델의 출력으로서 상기 생체신호가 교감신경과 부교감신경의 균형을 위해 조절되도록 하는 자극신호로 재생성하며, 상기 재생성된 자극신호를 상기 통신부로 피드백하며,

상기 자극부는, 상기 피드백된 자극신호로써 자기장을 새롭게 발생하는 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 모바일 단말기는,

상기 서버로부터 상기 자극 조절 모델을 다운로드 하거나 주기적으로 업데이트 하는 것을 특징으로 하는 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치.

청구항 9

사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치에 최적화 자극을 제공하는 서버에 있어서,

상기 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치에서 자극신호를 발생하여, 뇌 주변에 위치하는 자극 부위에서 PEMF(pulsed electromagnetic field)의 형태로 미주신경을 자극함에 따라 측정된 생체신호가 포함된 모니터링 정보를 수집하는 모니터링 정보 수집부;

상기 수집된 모니터링 정보로부터 상기 자극신호 및 상기 자극신호에 상응하는 생체신호를 추출하는 신호 추출부;

상기 추출된 자극신호 및 상기 생체신호를 기저장된 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델의 입력으로 제공하고, 상기 자극 조절 모델의 출력으로서 상기 생체신호가 교감신경과 부교감신경의 균형을 위해 조절되도록 하는 자극신호로 재생성하는 인공지능 처리부; 및

상기 재생성된 자극신호를 상기 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치로 피드백 하도록 제어하는 통신부

를 포함하는 서버.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 인공지능 처리부는,

상기 생체신호로부터 측정되는 HRV(Heart rate variability)를 이용해서 인접한 심박동 사이 시간 간격의 변동성에 기초하여 심장 및 뇌 간의 상호 작용 또는 자율신경계에 대한 이상여부를 판단하거나, 또는

상기 생체신호로부터 측정되는 BRS(Baroreflex sensitivity)를 이용해서 혈압의 항상성 유지 정도를 판별하여 자율신경계의 이상여부를 판단하여 상기 자극신호를 실시간으로 재생성하는 것을 특징으로 하는 서버.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 인공지능 처리부는,

상기 생체신호에 포함된 정보 중, EEG(electroencephalogram)에 의한 뇌반응의 모니터링 결과로서, 상기 뇌반응에 따른 전두엽 활성화 정보를 상기 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델의 입력으로 제공하는 서버.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 인공지능 처리부는,

상기 생체신호에 포함된 정보 중, 귀, 목, 또는 손목 중에서 적어도 하나로부터 측정되는 PPG((photoplethysmography))에 의한 신경반응의 모니터링 결과로서, 상기 신경반응에 따른 자율신경정보를 상기 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델의 입력으로 제공하는 서버.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 인공지능 처리부는,

상기 생체신호에 포함된 정보 중, 귀, 목, 또는 손목 중에서 적어도 하나로부터 측정되는 신체활동측정(Actigraph)에 의한 신체반응의 모니터링 결과로서, 상기 신체반응에 따른 자율신경정보를 상기 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델의 입력으로 제공하는 서버.

청구항 14

사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치의 동작 방법에 있어서,

자극신호에 기초하여, 뇌 주변에 위치하는 자극 부위에서 PEMF(pulsed electromagnetic field)의 형태로 미주신경을 자극하는 목걸이 형태의 코일에서 자기장을 발생하는 단계;

상기 미주신경에 대한 자극신호에 따라 반응하는 생체신호를 측정하는 단계;

상기 측정된 생체신호에 따라 생성되는 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력하는 단계; 및

상기 출력된 모니터링 정보를 근거리 무선통신을 이용하여 모바일 단말기에 전송하도록 처리하는 단계; 및

모바일 단말기 또는 서버로부터 자극 조절 모델에 기반하여 피드백되는 재생성된 자극신호를 수신하여 자기장을 새롭게 발생하는 단계

를 포함하는 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치의 동작 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 생체신호를 측정하는 단계는,

EEG(electroencephalogram)에 의한 뇌반응을 모니터링한 생체신호를 측정하는 단계

를 포함하고,

상기 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력하는 단계는,

상기 뇌반응에 따른 전두엽 활성화 정보를 인공지능 인코더를 통해 암호화하여 출력하는 단계

를 포함하는 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치의 동작 방법.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 생체신호를 측정하는 단계는,

귀, 목, 또는 손목 중에서 적어도 하나로부터 측정되는 PPG(photoplethysmography)에 의한 신경반응을 모니터링한 생체신호를 측정하는 단계

를 포함하고,

상기 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력하는 단계는,

상기 신경반응에 따른 자율신경정보를 인공지능 인코더를 통해 암호화하여 출력하는 단계

를 포함하는 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치의 동작 방법.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 생체신호를 측정하는 단계는,

귀, 목, 또는 손목 중에서 적어도 하나로부터 측정되는 신체활동측정(Actigraph)에 의한 신체반응을 모니터링한 생체신호를 측정하는 단계

를 포함하고,

상기 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력하는 단계는,

상기 신체반응에 따른 움직임 정보를 인공지능 인코더를 통해 암호화하여 출력하는 단계

를 포함하는 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치의 동작 방법.

청구항 18

사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치에 있어서,

자극신호에 기초하여, 뇌 주변에 위치하는 자극 부위에서 PEMF(pulsed electromagnetic field)의 형태로 미주신경을 자극하는 목걸이 형태의 코일에서 자기장을 발생하는 자극부;

상기 미주신경에 대한 자극신호에 따라 반응하는 생체신호를 측정하고, 상기 자극신호 및 상기 생체신호가 포함된 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력하는 생체신호 모니터링부; 및

상기 자극신호 및 상기 생체신호를 기저장된 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델의 입력으로 제공하고, 상기 자극 조절 모델의 출력으로서 상기 생체신호가 교감신경과 부교감신경의 균형을 위해 조절되도록 하는 자극신호로 재생성하는 인공지능 처리부

를 포함하고,

상기 자극부는,

모바일 단말기 또는 서버로부터 자극 조절 모델에 기반하여 피드백되는 재생성된 자극신호를 수신하여 자기장을

다시 발생하는 것을 특징으로 하는 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 교감신경과 부교감신경의 불균형으로 증상이 나타나는 질환 또는 관련 증상을 완화시키기 위해, 뇌 주변에 위치하는 자극 부위에서 PEMF(pulsed electromagnetic field)의 형태로 미주신경을 자극하고, 인공지능 뉴로피드백을 활용하여 사용자별 반응이 반영된 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료를 위한 기술적 사상에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 불안장애는 과도한 불안과 걱정이 6개월 이상 지속되며 다양한 신체증상, 예를 들면 피로, 떨림, 불안 등이 동반되는 장애이다. 이러한 불안장애는 신경전달물질의 이상이나, 불안이나 우울 등의 정서적인 부분을 담당하는 뇌신경 내의 GABA(gamma-aminobutyric acid)의 신경억제 및 세로토닌 조절의 문제이 대부분이다.

[0003] GABA는 주요 저해 신경전달물질로, 노르에피네프린에 저해 또는 조절효과를 나타낸다. GABA가 GABA수용체에 결합하면, 염소이온채널이 개방되고 음전하를 띤 염소이온이 유입되어, 신경 세포의 흥분성이 감소될 수 있다.

[0004] 한편, 세로토닌은 뇌의 편도체, 해마, 변연계와 같은 부위에 넓게 확산되는 억제성 신경전달물질로서, 세로토닌의 증가는, 노르에피네프린 활성을 감소시키고, 방어 및 회피 반응을 저해시킨다.

[0005] 불안장애에 동반되는 주요 증상 중, '수면장애', '패닉', 그리고 '편두통'이 대부분으로서 이러한 불안장애들의 주요 증상들은 다음과 같다.

[0006] 먼저, 수면장애는 세로토닌의 감소에서 비롯되며, 이러한 세로토닌은 수면 호르몬으로 통하는 멜라토닌의 원료로 사용된다. 이러한 세로토닌이 줄어들 경우, 멜라토닌도 줄어들며, 멜라토닌의 부족 역시 수면장애의 원인이 된다.

[0007] GABA 감소의 경우, 뇌 속에 GABA가 부족하면, 뇌 활동을 중지하지 못하고 각성을 일으켜 수면을 방해한다.

[0008] 한편, 패닉은 세로토닌의 감소로 인해 발생하며, 세로토닌 부족으로 중뇌와 뇌연수 내측에 있는 청반(locus coeruleus)과 봉선핵(raphe nuclei)의 dopamine 억제 기능이 약해진다.

[0009] GABA이 감소됨에 따라, GABA의 부족은 뇌를 자극하는 흥분성 신경전달물질에 반대하여 중추신경계를 안정화 역할을 약화시킬 수 있다.

[0010] 또한, 편두통은 세로토닌이 감소되는 경우에서 주로 발생하며, 하행성 통증 억제계에서 세로토닌의 부족으로 인하여 말초에서 들어오는 통각 정보를 뇌에서 억제하지 못하기 때문에 주로 발생한다.

[0011] 종래에는 이러한 교감신경과 부교감신경의 불균형으로 증상들에 대해서 약물 치료나 사용자의 상태를 고려하지 않은 미주신경 자극기를 이용하여 치료 하려고 했다.

[0012] 그러나, 약물 치료제의 경우, 과다 복용이나 잘못 복용하는 경우 근육 경련이나 자살충동과 같은 심각한 부작용이 일어날 수 있고, 특히나 벤조디아제핀계의 경우는 중독 위험에 노출될 수 있다. 따라서, 대부분 병원 처방이 필요해 사용이 제한적이다.

[0013] 한편, 사용자의 상태를 고려하지 않은 미주신경 자극기는 사용자 주관에 의존한 자극 조절로 두통, 삼킴 장애 등의 심각한 부작용이 유발될 수 있다.

[0014] 또한, 지속적인 단일 경로 자극으로 신경손상의 위험이 존재하고, 직접적인 미주 신경 자극 경로의 경우 수술의 부작용의 문제도 심각한 수준이다.

[0015] 따라서, 교감신경과 부교감신경의 불균형으로 증상이 나타나는 질환이나 관련 증상의 완화, 만성통증/스트레스 및 기분장애에 따른 교감신경 과활성화의 교정, 심신 안정을 위한 부교감신경계의 활성화 등의 치료 구현과 관련된 새로운 기술의 개발이 절실히 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0016] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2006962호 "사용자의 정신적, 신체적 스트레스를 감소시켜 주는 인공지능 기반 웨어러블 패치형 스트레스 트래커 센서 및 트래킹 방법"

(특허문헌 0002) 한국공개특허 제10-2019-0099006호 "신경 조절을 이용한 학습을 강화시키는 시스템 및 방법"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0017] 본 발명은 자율신경계 반응을 모니터링하고, 이를 기반으로 인공지능 자극 피드백을 통해 주관적 처리를 배제하고, 사용자에 최적화된 자극 레시피를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0018] 본 발명은 미주신경의 자극은 중추신경계 내에서 GABA, 세로토닌 및 노르에피네프린을 비롯한 억제성 신경전달 물질의 방출을 유도할 수 있으며, 이를 통해 교감신경 및 부교감신경의 불균형으로 인해 초래되는 수면장애, 정서장애 및 소화기 관련 증상을 완화하는 것을 목적으로 한다.

[0019] 본 발명은 교감신경과 부교감신경의 불균형으로 증상이 나타나는 질환이나 관련 증상을 완화하는 것을 목적으로 한다.

[0020] 본 발명은 만성통증/스트레스 및 기분장애에 따른 교감신경 과활성화의 교정하는 것을 목적으로 한다.

[0021] 본 발명은 인공지능 알고리즘을 활용한 사용자 맞춤형 미주신경 자극 최적화를 통하여 메뉴얼 기반으로 제공되는 기존 미주신경 자극기기의 한계점을 극복하는 것을 목적으로 한다.

[0022] 본 발명은 심신 안정을 위한 부교감신경계의 활성화를 목적으로 한다.

[0023] 본 발명은 자기장 자극을 통해 섬유모세포, 연골세포, 뼈 모세포의 대사를 증진시키고, 다양한 세포들의 수용체에 대한 호르몬과 신경전달 물질의 효과를 조정하며, 요통, 골반통, 신경병성 통증, 신경통/근육통의 완화 및 골절의 치료 효과를 높이는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0024] 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치는 자극신호에 기초하여, 뇌 주변에 위치하는 자극 부위에서 PEMF(pulsed electromagnetic field)의 형태로 미주신경을 자극하는 목걸이 형태의 코일에서 자기장을 발생하는 자극부, 상기 미주신경에 대한 자극신호에 따라 반응하는 생체신호를 측정하고, 상기 자극신호 및 상기 생체신호가 포함된 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력하는 생체신호 모니터링부, 및 상기 출력된 모니터링 정보를 근거리 무선통신을 이용하여 모바일 단말기에 전송하도록 처리하는 통신부를 포함하고, 상기 자극부는, 모바일 단말기 또는 클라우드 서버로부터 자극 조절 모델에 기반하여 피드백되는 재생성된 자극신호를 수신하여 자기장을 다시 발생할 수 있다.

[0025] 일실시예에 따른 상기 자극 조절 모델은, 상기 생체신호로부터 측정되는 HRV(Heart rate variability)를 이용해서 인접한 심박동 사이 시간 간격의 변동성에 기초하여 심장 및 뇌 간의 상호 작용 또는 자율신경계에 대한 이상여부를 판단하거나, 또는 상기 생체신호로부터 측정되는 BRS(Baroreflex sensitivity)를 이용해서 혈압의 항상성 유지 정도를 판별하여 자율신경계의 이상여부를 판단하여 상기 자극신호를 실시간으로 재생성할 수 있다.

[0026] 일실시예에 따른 상기 생체신호 모니터링부는, 상기 생체신호로서 EEG(electroencephalogram)에 의한 뇌반응을 모니터링하고, 상기 뇌반응에 따른 전두엽 활성화 정보를 인공지능 인코더를 통해 암호화하여 출력할 수 있다.

[0027] 일실시예에 따른 상기 생체신호 모니터링부는, 상기 생체신호로서 귀, 목, 또는 손목 중에서 적어도 하나로부터 측정되는 PPG(photoplethysmography)에 의한 신경반응을 모니터링하고, 상기 신경반응에 따른 자율신경정보를 인공지능 인코더를 통해 암호화하여 출력할 수 있다.

[0028] 일실시예에 따른 상기 생체신호 모니터링부는, 상기 생체신호로서 귀, 목, 또는 손목 중에서 적어도 하나로부터 측정되는 신체활동측정(Actigraph)에 의한 신체반응을 모니터링하고, 상기 신체반응에 따른 움직임 정보를 인공지능 인코더를 통해 암호화하여 출력할 수 있다.

[0029] 일실시예에 따른 상기 모바일 단말기는, 상기 출력된 모니터링 정보를 클라우드 서버로 전송하고, 상기 클라우드 서버는, 상기 전송된 모니터링 정보로부터 상기 자극신호 및 상기 자극신호에 따라 반응하는 생체신호를 추출하고, 상기 추출된 자극신호 및 상기 생체신호를 기저장된 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델의 입력으로 제공하고, 상기 자극 조절 모델의 출력으로서 상기 생체신호가 교감신경과 부교감신경의 균형을 위해 조절되도록 하는 자극신호로 재생성하며, 상기 재생성된 자극신호를 상기 통신부로 피드백하며, 상기 자극부는, 상기 피드백된 자극신호로써 자기장을 새롭게 발생할 수 있다.

[0030] 일실시예에 따른 상기 모바일 단말기는, 상기 출력된 모니터링 정보로부터 상기 자극신호 및 상기 자극신호에 따라 반응하는 생체신호를 추출하고, 상기 추출된 자극신호 및 상기 생체신호를 기저장된 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델의 입력으로 제공하고, 상기 자극 조절 모델의 출력으로서 상기 생체신호가 교감신경과 부교감신경의 균형을 위해 조절되도록 하는 자극신호로 재생성하며, 상기 재생성된 자극신호를 상기 통신부로 피드백하며, 상기 자극부는, 상기 피드백된 자극신호로써 자기장을 새롭게 발생할 수 있다.

[0031] 일실시예에 따른 상기 모바일 단말기는, 상기 클라우드 서버로부터 상기 자극 조절 모델을 다운로드 하거나 주기적으로 업데이트 할 수 있다.

[0032] 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치에 최적화 자극을 제공하는 클라우드 서버는 상기 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치에서 자극신호를 발생하여, 뇌 주변에 위치하는 자극 부위에서 PEMF(pulsed electromagnetic field)의 형태로 미주신경을 자극함에 따라 측정된 생체신호가 포함된 모니터링 정보를 수집하는 모니터링 정보 수집부, 상기 수집된 모니터링 정보로부터 상기 자극신호 및 상기 자극신호에 상응하는 생체신호를 추출하는 신호 추출부, 상기 추출된 자극신호 및 상기 생체신호를 기저장된 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델의 입력으로 제공하고, 상기 자극 조절 모델의 출력으로서 상기 생체신호가 교감신경과 부교감신경의 균형을 위해 조절되도록 하는 자극신호로 재생성하는 인공지능 처리부, 및 상기 재생성된 자극신호를 상기 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치로 피드백 하도록 제어하는 통신부를 포함할 수 있다.

[0033] 일실시예에 따른 상기 인공지능 처리부는, 상기 생체신호로부터 측정되는 HRV(Heart rate variability)를 이용해서 인접한 심박동 사이 시간 간격의 변동성에 기초하여 심장 및 뇌 간의 상호 작용 또는 자율신경계에 대한 이상여부를 판단하거나, 또는 상기 생체신호로부터 측정되는 BRS(Baroreflex sensitivity)를 이용해서 혈압의 항상성 유지 정도를 판별하여 자율신경계의 이상여부를 판단할 수 있다.

[0034] 일실시예에 따른 상기 인공지능 처리부는, 상기 생체신호에 포함된 정보 중, EEG(electroencephalogram)에 의한 뇌반응의 모니터링 결과로서, 상기 뇌반응에 따른 전두엽 활성화 정보를 상기 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델의 입력으로 제공할 수 있다.

[0035] 일실시예에 따른 상기 인공지능 처리부는, 상기 생체신호에 포함된 정보 중, 귀, 목, 또는 손목 중에서 적어도 하나로부터 측정되는 PPG(photoplethysmography)에 의한 신경반응의 모니터링 결과로서, 상기 신경반응에 따른 자율신경정보를 상기 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델의 입력으로 제공할 수 있다.

[0036] 일실시예에 따른 상기 인공지능 처리부는, 상기 생체신호에 포함된 정보 중, 귀, 목, 또는 손목 중에서 적어도 하나로부터 측정되는 신체활동측정(Actigraph)에 의한 신체반응의 모니터링 결과로서, 상기 신체반응에 따른 자율신경정보를 상기 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델의 입력으로 제공할 수 있다.

[0037] 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치의 동작 방법은 자극신호에 기초하여, 뇌 주변에 위치하는 자극 부위에서 PEMF(pulsed electromagnetic field)의 형태로 미주신경을 자극하는 목걸이 형태의 코일에서 자기장을 발생하는 단계, 상기 미주신경에 대한 자극신호에 따라 반응하는 생체신호를 측정하는 단계, 상기 측정된 생체신호에 따라 생성되는 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력하는 단계, 상기 출력된 모니터링 정보를 근거리 무선통신을 이용하여 모바일 단말기에 전송하도록 처리하는 단계, 및 모바일 단말기 또는 클라우드 서버로부터 자극 조절 모델에 기반하여 피드백되는 재생성된 자극신호를 수신하여 자기장을 새롭게 발생하는 단계를 포함할 수 있다.

[0038] 일실시예에 따른 상기 생체신호를 측정하는 단계는, EEG(electroencephalogram)에 의한 뇌반응을 모니터링한 생체신호를 측정하는 단계를 포함하고, 상기 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력하는 단계는, 상기 뇌반응에 따른 전두엽 활성화 정보를 인공지능 인코더를 통해 암호화하여 출력하는 단계를 포함할 수 있다.

[0039] 일실시예에 따른 상기 생체신호를 측정하는 단계는, 귀, 목, 또는 손목 중에서 적어도 하나로부터 측정되는

PPG(photoplethysmography)에 의한 신경반응을 모니터링한 생체신호를 측정하는 단계를 포함하고, 상기 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력하는 단계는, 상기 신경반응에 따른 자율신경정보를 인공지능 인코더를 통해 암호화하여 출력하는 단계를 포함할 수 있다.

[0040] 일실시예에 따른 상기 생체신호를 측정하는 단계는, 귀, 목, 또는 손목 중에서 적어도 하나로부터 측정되는 신체활동측정(Actigraph)에 의한 신체반응을 모니터링한 생체신호를 측정하는 단계를 포함하고, 상기 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력하는 단계는, 상기 신체반응에 따른 움직임 정보를 인공지능 인코더를 통해 암호화하여 출력하는 단계를 포함할 수 있다.

[0041] 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치는 자극신호에 기초하여, 뇌 주변에 위치하는 자극 부위에서 PEMF(pulsed electromagnetic field)의 형태로 미주신경을 자극하는 목걸이 형태의 코일에서 자기장을 발생하는 자극부, 상기 미주신경에 대한 자극신호에 따라 반응하는 생체신호를 측정하고, 상기 자극신호 및 상기 생체신호가 포함된 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력하는 생체신호 모니터링부, 및 상기 자극신호 및 상기 생체신호를 기저장된 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델의 입력으로 제공하고, 상기 자극 조절 모델의 출력으로서 상기 생체신호가 교감신경과 부교감신경의 균형을 위해 조절되도록 하는 자극신호로 재생성하는 인공지능 처리부를 포함하고, 상기 자극부는, 모바일 단말기 또는 서버로부터 자극 조절 모델에 기반하여 피드백되는 재생성된 자극신호를 수신하여 자기장을 다시 발생할 수 있다.

발명의 효과

[0042] 일실시예에 따르면, 자율신경계 반응을 모니터링하고, 이를 기반으로 인공지능 자극 피드백을 통해 주관적 처리를 배제하고, 사용자에 최적화된 자극 레시피를 제공할 수 있다.

[0043] 일실시예에 따르면, 미주신경의 자극은 중추신경계 내에서 GABA, 세로토닌 및 노르에피네프린을 비롯한 억제성 신경전달 물질의 방출을 유도할 수 있으며, 이를 통해 교감신경 및 부교감신경의 불균형으로 인해 초래되는 수면장애, 정서장애 및 소화기 관련 증상을 완화할 수 있다.

[0044] 일실시예에 따르면, 교감신경과 부교감신경의 불균형으로 증상이 나타나는 질환이나 관련 증상을 완화할 수 있다.

[0045] 일실시예에 따르면, 만성통증/스트레스 및 기분장애에 따른 교감신경 과활성화의 교정할 수 있다.

[0046] 일실시예에 따르면, 인공지능 알고리즘을 활용한 사용자 맞춤형 미주신경 자극 최적화를 통하여 메뉴얼 기반으로 제공되는 기존 미주신경 자극기기의 한계점을 극복할 수 있다.

[0047] 일실시예에 따르면, 심신 안정을 위한 부교감신경계를 활성화 할 수 있다.

[0048] 일실시예에 따르면, 자기장 자극을 통해 섬유모세포, 연골세포, 뼈 모세포의 대사를 증진시키고, 다양한 세포들의 수용체에 대한 호르몬과 신경전달 물질의 효과를 조정하며, 요통, 골반통, 신경병성 통증, 신경통/근육통의 완화 및 골절의 치료 효과를 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0049] 도 1은 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치와 자극되는 신경 간의 관계를 설명하는 도면이다.

도 2는 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치의 구성요소들을 설명하는 도면이다.

도 3은 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치가 사용되는 전체 시스템을 설명하는 도면이다.

도 4는 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치를 통해 자극을 제공하는 동안 알파파 및 부교감신경의 활성화가 관찰되는 그래프를 설명하는 도면이다.

도 5는 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치에 대한 구체적인 구현 예시와 주요 이벤트 흐름을 설명하는 도면이다.

도 6은 일실시예에 따른 클라우드 서버를 설명하는 도면이다.

도 7은 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치의 동작 방법을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0050] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.

[0051] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0052] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0053] 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 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0054] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 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 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 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.

[0055] 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 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0057] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0058] 도 1은 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치와 자극되는 신경 간의 관계를 설명하는 도면이다.

[0059] 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(100)는 자기장 또는 자기장 형태의 자극을 사용자에게 공급하되, 사용자에게 적합한 맞춤형의 자극을 제공하여 교감신경과 부교감신경을 균형있게 조절할 수 있다.

[0060] 이를 위해, 기존의 다양한 논문에서 증명한 가설 등에 기반하여 자극신호의 재생성이 이뤄질 수 있다.

[0061] 자극이 들어가기 전/ 후에 사용자 상태 변화를 관찰하기 위한 실험인 자극 유무 실험을 통해, 미주신경 자극을 통해 자극이 주어지기 전, 후에 사용자 상태의 변화가 일어나는지 여부를 확인할 수 있다.

[0062] 또한, 자극을 실제로 주었을 때와 거짓으로 주었다고 하였을 때 사용자 상태 변화를 관찰하기 위한 실험으로서, 거짓 자극 실험을 통해 자극이 거짓으로 주어질 때에도 사용자의 상태 변화가 있는지 여부를 확인할 수 있다.

[0063] 뿐만 아니라, 공포 영상을 보여주고 불안 상태 이후, 자극이 들어갔을 때 사용자 상태 변화를 관찰하기 위한 실

험으로서, 공포 실험을 통해 사용자가 불안 상태에 있을 때, 미주신경 자극을 통해 사용자 상태를 안정화 시킬 수 있는지 여부를 확인할 수 있다.

[0064] 예를 들면, Yu, Zhang et al. 2009를 참고하면 스트레스 등의 이유에 의해 교감 신경 활성화가 일어나면 α power가 감소하는 것을 알 수 있다. 따라서 부교감 신경의 활성화로 교감 신경의 비활성화를 유도할 경우 α power가 증가하여 차분한 상태로 될 것으로 예상되며, 실제로 전자기 자극을 이용하여 미주신경을 자극하였을 경우 모든 주파수에서 power가 증가하는 것을 확인할 수 있다. 특히 α power의 증가는 부교감 신경의 활성화로 인해 교감 신경의 비활성화를 유도할 수 있다는 결과로 해석할 수 있다.

[0065] 한편, 공포 실험으로서, δ band에서는 자극이 있은 후부터 지속적으로 파워가 증가하며, è, α, â band에서는 처음에 자극이 주어진 후 10분 후에 Power가 증가하지만 자극이 종료된 후에 power가 감소하는 것을 확인할 수 있다.

[0066] α, â power의 경우 공포 영상을 시청할 때 낮아진 후 자극 후 증가하는 것을 확인할 수 있으며, Herrmann, StrÜber et al. 2016에서는 α power의 경우, 무언가에 집중을 하지 못할 때 Inhibition 되는 것이라 설명하고 있다.

[0067] 따라서 무서운 영상에 집중을 못 하고 있어 Alpha power가 감소하였고, 차후 영상이 끝났을 때 Alpha power가 증가하는 것으로 생각 할 수 있다.

[0068] Howells, Stein et al. 2010에서는, Beta Power의 경우 Attention의 영향을 받는다는 보고가 있다.

[0069] 즉, α, â band는 attention에 관련되어 있다는 점을 알 수 있으며, 공포감을 느꼈을 때 Attention이 감소하였고, 또한 불안을 느끼고 있다고 해석할 수 있다. 이러한 현상을 전자기 자극을 통한 미주신경을 자극하였을 때 Relax한 상태로 변화를 유발 할 수 있다.

[0070] 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(100)는 뇌 주변에 위치하는 자극 부위에서 PEMF(pulsed electromagnetic field)의 형태로 미주신경을 자극할 수 있다.

[0071] 구체적으로, 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(100)는 양경동맥에 분포한 미주신경을 자극할 수 있다.

[0072] 이를 위해, 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(100)는 양경동맥에 분포한 미주신경을 자극할 수 있는 자극부(110, 120)로 구분될 수 있다.

[0073] 자극부(110, 120)에는 자기장을 발생시킬 수 있는 코일 또는 솔레노이드가 구비될 수 있고, 자극신호에 의해서 자극부(110, 120)는 PEMF(pulsed electromagnetic field)의 형태로 뇌 주변에 위치하는 자극 부위에서 미주신경을 자극할 수 있다. 자기장을 생성하는 자극신호는 사용자의 생체신호에 따라서 실시간으로 조절될 수 있다.

[0074] 일례로, 자극부(110,120)는 주파수 대역 0-1000Hz의 범위, 및 펄스폭(pulse width) 0-1000㎲의 범위에서 자기자극을 발생할 수 있다.

[0075] 도 1에서 PSNS는 parasympathetic nervous system으로, NTS는 Nucleus tractus solitaries, LC는 Locus coeruleus, SCA는 Subcortical area로, CA는 Cortical area로 해석될 수 있다.

[0076] 또한, 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(100)는 모니터링된 생체신호를 모바일 단말기나 클라우드 서버로 전송하고, 이를 기반으로 산출되는 새로운 자극신호를 전달 받아 뇌 주변에 위치하는 자극 부위에서 PEMF(pulsed electromagnetic field)의 형태로 미주신경을 자극할 수 있다.

[0077] 도 1의 실시예에서 보는 바와 같이, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(100)는 목걸이 형태로 구현될 수 있고, 자극부(110, 120)에서 발생하는 자기장을 통해서 PEMF(pulsed electromagnetic field)를 이용해 심장과 뇌 주변부에 분포한 미주신경을 자극할 수 있다.

[0078] 본 발명은 단순히 자극 세기를 증감하는 것이 아닌, 타겟팅 한 교감 및 부교감신경 활성화 정도에 맞춘 자극 강도 조절이 가능하다.

[0079] 모바일 단말기 또는 클라우드 서버는 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델을 이용하여 자극신호를 사용자 맞춤형으로 생성할 수 있다.

[0080] 한편, 모바일 단말기는 클라우드 서버로부터 자극 조절 모델을 다운로드 하거나 주기적으로 업데이트할 수도 있다.

[0081] 구체적으로, 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델은 자극신호 및 자극신호에 따라 반응하는 생체신호를 입력받아 생체신호가 교감신경과 부교감신경의 균형을 위해 조절되도록 하는 자극신호를 재생성할 수 있다.

[0082] 일례로, 모바일 단말기(또는 모바일 어플리케이션)는 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치로부터 사용자 상태를 파악할 수 있는 clinical parameter인 HRV, BRS를 수집하여, 클라우드 서버로 신호와 clinical parameter를 전송할 수 있다.

[0083] 이에, 클라우드 서버는 모바일 단말기(또는 모바일 어플리케이션)로부터 전송받은 신호와 clinical parameter들을 인공지능 기반의 모델에 입력 특징(input feature)으로 활용하여 타겟 교감신경 및 부교감신경의 균형을 잡을 수 있다.

[0084] 일실시예에 따른 자극 조절 모델은, 생체신호로부터 측정되는 HRV(Heart rate variability)를 이용해서 인접한 심박동 사이 시간 간격의 변동성에 기초하여 심장 및 뇌 간의 상호 작용 또는 자율신경계에 대한 이상여부를 판단할 수 있다.

[0085] 상기 생체신호로부터 측정되는 BRS(Baroreflex sensitivity)를 이용해서 혈압의 항상성 유지 정도를 판별하여 자율신경계의 이상여부를 판단하여 상기 자극신호를 실시간으로 재생성할 수 있다.

[0086] 이를 위해, 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(100)는 자기장에 대한 피드백으로서 다양한 생체신호를 모니터링할 수 있다.

[0087] 예를 들어, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(100)는 EEG(electroencephalogram)에 의한 뇌반응을 모니터링하고, 뇌반응에 따른 전두엽 활성화 정보를 인공지능 인코더를 통해 암호화하여 출력할 수 있다.

[0088] 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(100)는 별도의 기기가 측정하는 EEG를 제공 받아 EEG에 의한 뇌반응을 모니터링할 수도 있고, 일체형의 모듈을 통해 EEG를 측정하여 EEG에 의한 뇌반응을 모니터링할 수도 있다.

[0089] 또 다른 예로, 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(100)는 귀, 목, 또는 손목 중에서 적어도 하나로부터 측정되는 PPG(photoplethysmography)에 의한 신경반응을 모니터링하고, 상기 신경반응에 따른 자율신경정보를 인공지능 인코더를 통해 암호화하여 출력할 수 있다.

[0090] 또 다른 예로, 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(100)는 귀, 목, 또는 손목 중에서 적어도 하나로부터 측정되는 신체활동측정(Actigraph)에 의한 신체반응을 모니터링하고, 상기 신체반응에 따른 움직임 정보를 인공지능 인코더를 통해 암호화하여 출력할 수 있다.

[0091] 이하 도 2에서는 자극신호에 의한 자기장에 따른 생체신호를 모니터링하고, 모니터링된 생체신호에 따라 피드백되는 새로운 자극신호를 생성하는 구체적인 구성요소들의 동작에 대해서 설명한다.

[0092] 도 2는 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(200)의 구성요소들을 설명하는 도면이다.

[0093] 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(200)는 자율신경계 반응을 모니터링하고, 이를 기반으로 인공지능 자극 피드백을 통해 주관적 처리를 배제하고, 사용자에 최적화된 자극 레시피를 제공할 수 있다.

[0094] 일례로, 불안장애가 있는 환자의 경우 급작스럽게 패닉이 발생하는 경우를 고려할 수 있다.

[0095] 이 경우, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(200)는 사용자로부터 수집되는 생체신호를 획득하고, 이를 기반으로 클라우드 서버는 인공지능 기반의 모델을 활용하여 clinical parameter를 계산하고, threshold 기반 교감신경 및 부교감신경 활성화 정도를 파악할 수 있다. 또한, 자율신경계의 정상화를 위한 교감신경 및 부교감신경의 정상화 구간을 타겟팅하여 가장 효과적으로 부교감신경 자극을 이뤄낼 수 있는 자극의 세기, frequency, width의 자극 패턴을 도출하고, 이에 맞춰 자극신호를 재생성하여 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(200)로 피드백할 수 있다.

[0096] 또한, 이를 통해 중추신경계 내에서 GABA, 세로토닌 및 노르에피네프린을 비롯한 억제성 신경전달 물질의 방출

을 유도할 수 있으며, 교감신경 및 부교감신경의 불균형으로 인해 초래되는 수면장애, 정서장애 및 소화기 관련 증상을 완화시킬 수 있다.

[0097] 이에, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(200)는 자극부(210), 생체신호 모니터링부(220), 및 통신부(230)를 포함할 수 있다.

[0098] 먼저, 자극부(210)는 자극신호에 기초하여 미주신경을 자극하는 자기장을 발생할 수 있다.

[0099] 특히, 일실시예에 따른 자극부(210)는 자극신호에 기초하여, 뇌 주변에 위치하는 자극 부위에서 PEMF(pulsed electromagnetic field)의 형태로 미주신경을 자극하는 목걸이 형태의 코일에서 자기장을 발생할 수 있다.

[0100] 또한, 자극부(210)는 자극 조절 모델에 기반하여 피드백되는 재생성된 자극신호를 수신하여 자기장을 다시 발생할 수 있다.

[0101] 자극 조절 모델은, 모바일 단말기에 모바일 어플리케이션의 형태로 구동될 수도 있고, 클라우드 서버에서 모델링 엔진의 형태로 구동될 수도 있다.

[0102] 또한, 자극 조절 모델의 일부분이 모바일 단말기에 모바일 어플리케이션의 형태로 구동될 수도 있고, 나머지 부분이 클라우드 서버에서 모델링 엔진의 형태로 구동될 수도 있다.

[0103] 일실시예에 따르면, 자극 조절 모델은 생체신호로부터 측정되는 HRV(Heart rate variability)를 이용해서 인접한 심박동 사이 시간 간격의 변동성에 기초하여 심장 및 뇌 간의 상호 작용 또는 자율신경계에 대한 이상여부를 판단할 수 있다.

[0104] 뿐만 아니라, 자극 조절 모델은 생체신호로부터 측정되는 BRS(Baroreflex sensitivity)를 이용해서 혈압의 항상성 유지 정도를 판별하여 자율신경계의 이상여부를 판단하여 상기 자극신호를 실시간으로 재생성할 수 있다.

[0105] 일실시예에 따른 자극 조절 모델은 HRV와 BRS를 모두 이용해서 이상여부를 판단할 수도 있다.

[0106] 한편, 자극 조절 모델은 전이(Transfer) 및 강화(Reinforcement) 학습 기반 알고리즘이 구현될 수 있다. 또한, 각 알고리즘 내의 학습 요소는 Action, Reward, Environment, 및 State이 사용될 수 있다.

[0107] 먼저, Action은 ASMR, TENS, PEMF을 통한 미주 신경 자극을 위한 요소에 해당하며, Reward는 자극에 대한 반응으로서, 교감 또는 부교감 신경 변화 기반의 Reward를 추출할 수 있다.

[0108] 또한, Environment는 자극에 대한 사용자의 신체 반응 기반 학습을 진행할 수 있다. 특히, 신체 반응은 HRV, BRS 등으로서, 자기장 또는 자기장에 의한 생체신호의 변화로 해석될 수 있다.

[0109] 마지막으로, State는 Environment 정보 기반 사용자 상태 모니터링 함수에 해당한다.

[0110] 다음으로, 생체신호 모니터링부(220)는 미주신경에 대한 자극신호에 따라 반응하는 생체신호를 측정할 수 있다.

[0111] 일례로, 생체신호 모니터링부(220)는 미주신경에 대한 자극신호에 따라 반응하는 생체신호로서 EEG(electroencephalogram)에 의한 뇌반응을 모니터링할 수 있다. 이를 위해, 생체신호 모니터링부(220)는 뇌반응에 따른 전두엽 활성화 정보를 측정할 수 있다.

[0112] 또한, 생체신호 모니터링부(220)는 미주신경에 대한 자극신호에 따라 반응하는 생체신호로서 귀, 목, 또는 손목 중에서 적어도 하나로부터 측정되는 PPG(photoplethysmography)에 의한 신경반응을 모니터링할 수 있다. 이를 위해, 생체신호 모니터링부(220)는 신경반응에 따른 자율신경정보를 측정할 수 있다.

[0113] 한편, 생체신호 모니터링부(220)는 귀, 목, 또는 손목 중에서 적어도 하나로부터 측정되는 신체활동측정(Actigraph)에 의한 신체반응을 모니터링할 수 있다. 이를 위해, 생체신호 모니터링부(220)는 신체반응에 따른 움직임 정보를 측정할 수 있다.

[0114] 또한, 생체신호 모니터링부(220)는 자극신호 및 생체신호가 포함된 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력할 수 있다.

[0115] 통신부(230)는 출력된 모니터링 정보를 근거리 무선통신을 이용하여 모바일 단말기에 전송하도록 처리할 수 있다.

[0116] 일례로, 통신부(230)는 블루투스나, 와이파이 등의 통신 방식을 통해 출력된 모니터링 정보를 모바일 단말기에

전송하도록 처리할 수 있다.

[0117] 일실시예에 따르면, 모바일 단말기는 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델을 모바일 어플리케이션을 통해 구현할 수 있다.

[0118] 이 경우, 통신부(230)가 전송하는 모니터링 정보는 모바일 단말기 내에서 처리될 수 있다.

[0119] 구체적으로, 모바일 단말기는 출력된 모니터링 정보로부터 자극신호 및 자극신호에 따라 반응하는 생체신호를 추출할 수 있다.

[0120] 또한, 모바일 단말기는 추출된 자극신호 및 상기 생체신호를 기저장된 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델의 입력으로 제공하고, 자극 조절 모델의 출력으로서 생체신호가 교감신경과 부교감신경의 균형을 위해 조절되도록 하는 자극신호로 재생성할 수 있다. 또한, 모바일 단말기는 재생성된 자극신호를 통신부(230)로 피드백할 수 있다.

[0121] 이에, 자극부(210)는 피드백된 자극신호로써 자기장을 새롭게 발생할 수 있다.

[0122] 일실시예에 따르면, 클라우드 서버가 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델을 유지하고 자극신호를 재생성할 수 있다.

[0123] 이를 위해, 모바일 단말기는 모니터링 정보를 클라우드 서버로 전달하는 기능을 처리한다.

[0124] 구체적으로, 클라우드 서버는 전송된 모니터링 정보로부터 자극신호 및 자극신호에 따라 반응하는 생체신호를 추출할 수 있다.

[0125] 또한, 클라우드 서버는 추출된 자극신호 및 생체신호를 기저장된 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델의 입력으로 제공하고, 자극 조절 모델의 출력으로서 생체신호가 교감신경과 부교감신경의 균형을 위해 조절되도록 하는 자극신호로 재생성할 수 있다.

[0126] 이에, 클라우드 서버는 재생성된 자극신호를 상기 통신부로 피드백하며, 자극부(210)는 피드백된 자극신호로써 자기장을 새롭게 발생할 수 있다.

[0127] 일실시예에 따르면, 자극신호의 재생성은 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(200)에서 처리될 수도 있다.

[0128] 즉, 자극신호의 재생성은 모바일 단말기의 모바일 어플리케이션이나, 클라우드의 서버에서 처리될 수도 있지만, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(200) 자체 내에서도 처리될 수 있다.

[0129] 이에, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(200)는 자극부(210), 생체신호 모니터링부(220), 및 인공지능 처리부(미도시)를 포함할 수 있다.

[0130] 즉, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(200)는 자극신호 및 생체신호 중에서 적어도 하나를 기저장된 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델의 입력으로 제공하고, 자극 조절 모델의 출력으로서 생체신호가 교감신경과 부교감신경의 균형을 위해 조절되도록 하는 자극신호로 재생성하는 인공지능 처리부(미도시)를 더 포함할 수 있다.

[0131] 이 경우, 자극부(210)는 재생성된 자극신호를 수신하여 전자기자극을 다시 발생할 수 있다.

[0132] 도 3은 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치가 사용되는 전체 시스템(300)을 설명하는 도면이다.

[0133] 전체 시스템(300)을 살펴보면, 환자의 상태는 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(310)를 통해 수집될 수 있다.

[0134] 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(310)가 생성하는 자극의 종류는 미주신경 자극과 ASMR이 있다.

[0135] 즉, 미주신경 자극을 통해 세로토닌 경로를 자극하며, ASMR 자극을 통해 옥시토신 경로를 자극하여 증상을 완화하며 자세한 경로는 다음과 같다.

[0136] 먼저, 세로토닌의 경로를 살펴보면, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(310)를 통해 귀, 목 부위의 미주신경 경로를 자극하고, 미주신경 자극은 NTS를 거쳐 locus coeruleus (LC)를 자극할 수 있다.

한편, LC는 노르에피네프린(NE) 분비를 촉진시켜 dorsal raphe nucleus (DRN)를 자극하고, 이로 인해 세로토닌(5-HT) 분비가 촉진될 수 있다. 세로토닌(5-HT) 분비의 증가는 멜라토닌의 증가로 이어지며, 멜라토닌 부족에 의한 수면장애를 치료할 수 있다.

[0137] 한편, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(310)는 Autonomous sensory meridian response (ASMR) 컨텐츠를 제공할 수도 있다.

[0138] 옥시토신의 경로를 살펴보면, ASMR의 효용성 평가를 위해 수행된 fMRI 연구에 따르면, ASMR은 medical prefrontal cortex를 활성화시키며, 이는 oxytocin의 증가로 이어져 relaxation response를 야기할 수 있다는 결과가 있으며, 이를 활용할 수 있다.

[0139] 일실시예에 따르면, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(310)는 자극신호에 기초하여 자기장을 발생하고, 발생시킨 자기장에 따라 반응하는 생체신호를 측정하고, 자극신호 및 상기 생체신호가 포함된 모니터링 정보를 인공지능 인코더(320)를 통해 출력할 수 있다.

[0140] 뿐만 아니라, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(310)는 자극신호에 기초하여 자기장을 발생하고, 발생시킨 자기장에 따라 반응하는 생체신호를 측정하고, 자극신호 및 상기 생체신호가 포함된 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력할 수도 있다.

[0141] 구체적인 자기장의 예로, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(310)는 뇌 주변에 위치하는 자극 부위에서 PEMF(pulsed electromagnetic field)의 형태로 미주신경을 자극하는 목걸이 형태의 코일에서 자기장을 발생할 수 있다.

[0142] 다른 자기장의 예로, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(310)는 뇌 주변에 위치하는 자극 부위에서 PEMF(pulsed electromagnetic field)의 형태로 미주신경을 자극하는 목걸이 형태의 코일에서 자기장을 발생할 수 있다.

[0143] 자기장의 예로, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(310)는 심장에서부터 뇌 주변에 위치하는 자극 부위에서 PEMF(pulsed electromagnetic field)의 형태로 미주신경을 자극하는 목걸이 형태의 코일에서 자기장을 발생할 수 있다.

[0144] 인공지능 인코더(320)를 통해 출력된 모니터링 정보는 게이트웨이(330)를 통해 압축된 신호의 형태로 클라우드 서버(340)로 전달될 수 있다.

[0145] 구체적으로, 클라우드(341)는 클라우드(341) 방식의 통신망을 통해 접속 가능한 데이터베이스(342)를 유지할 수 있다.

[0146] 데이터베이스(342)에는 이전에 측정된 다양한 형태의 생체신호들 대비 최적의 자극신호에 대한 정보가 기록될 수 있다.

[0147] 한편, 클라우드(341)로 전달된 모니터링 정보는 인공지능 디코더(343)를 통해 복호화된 후 원본신호의 형태로 신호 품질관리 인공지능(344)에서 아티팩트의 제거 과정이 수행될 수 있다.

[0148] 또한, 아티팩트가 제거된 모니터링 정보는 최적의 자극을 위해 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델(345)의 입력으로 제공될 수 있다. 또한, 아티팩트가 제거되어 품질이 개선된 모니터링 정보는 리스크를 감소한 또 다른 자극 조절 모델(346)의 입력으로 제공될 수 있다.

[0149] 자극 조절 모델의 출력으로서 생체신호가 교감신경과 부교감신경의 균형을 위해 조절되도록 하는 자극신호로 재생성할 수 있다.

[0150] 모바일 단말기는 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(310)가 측정한 생체신호나, 클라우드 서버(340)를 통해 가공된 모니터링 정보를 디스플레이 등의 출력수단을 통해 환자에게 표시할 수 있다.

[0151] 본 도 3의 실시예에서는 자극 조절 모델(345) 또는 자극 조절 모델(346)이 클라우드 서버(340)에서 구동되는 것으로 본 발명을 설명하고 있으나, 자극 조절 모델(345) 및 자극 조절 모델(346) 또는 둘 중의 어느 하나는 모바일 어플리케이션의 형태로 모바일 단말기에서 구동될 수도 있다.

[0152] 한편, 의사는 자극 조절 모델(345) 또는 자극 조절 모델(346)으로부터의 출력정보(350)을 출력수단(360)을 통해 확인 후 환자에게 전자약 처방 등을 할 수 있다. 전자약 처방이라 함은, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(310)가 발생하는 자기장 또는 자기장에 대해 변화를 줄 수 있는 다양한 입력으로 해석될 수

있다.

[0153] 일례로, 전자약 처방은 자극 조절 모델(345)이 재생성하는 자극신호와 관련하여, 자기장 또는 자기장에 대한 진폭을 다르게 조정할 수 있는 가중치로 해석될 수도 있다.

[0154] 도 4는 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치를 통해 자극을 제공하는 동안 알파파 및 부교감신경의 활성화가 관찰되는 그래프(400)를 설명하는 도면이다.

[0155] 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치는 다양한 경로의 신경으로 뇌 자극을 유발하여, 자율신경계의 정상화를 유도할 수 있다.

[0156] 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치는 생체신호로서 EEG(electroencephalogram)에 의한 뇌반응을 모니터링할 수 있다.

[0157] 특히, 경피신경자극 기반의 양경동맥에 분포한 미주신경 자극을 통한 부교감신경 활성도를 유도할 수 있다. 일례로, 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치는 사용자의 자율신경계 상태 변화를 모니터링하고, 이를 근간으로 자극신호의 실시간 최적화가 가능하다.

[0158] 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치는 뇌반응에 따른 전두엽 활성화 정보를 확인할 수 있다. 도면부호 410과 같이 최적의 자극신호에 의한 자극이 인가되는 경우에는 알파 PSD가 현저히 증가함으로써, 알파파 및 부교감신경의 활성화가 관찰될 수 있다. 또한, 도면부호 420과 같이 특정 구간에서 RMSSD에 의한 현저한 변화를 통해 알파파 및 부교감신경의 활성화가 관찰될 수 있다. 뿐만 아니라, 도면부호 430에서와 같이, 베이스라인에서부터 시작하여 자기장이 지속된 후에는 RMSSD가 현저하게 증가하는 것으로 나타난다.

[0159] 참고로, 부교감신경과 관련 있는 심박변이도 변수를 살펴보면, Mean RR에 있어 R-R간격의 변화는 교감과 부교감신계의 활성 양상을 파악하는데 사용되며, 값이 증가할 수록 심박수가 감소함을 뜻하며, 동시에 부교감신경계가 활성화 되었음을 의미한다.

[0160] RMSSD (Root Mean Square of the successive differences)는 심장에 대한 부교감 신경계의 조절이 잘 이루어지는지를 나타내며, 값이 클수록 건강한 상태로 해석될 수 있다.

[0161] HF (High frequency band)는 고주파대를 의미하는 것으로서, 호흡 주기와 연관된 심박변이와 연관되어 있으며, 이 주파수 대역은 부교감 신경 또는 미주신경의 활성화를 보여준다고 알려져 있다.

[0162] LF/HF Ratio는 저주파수대역과 고주파수대역 파워의 비율이며, 값이 낮을수록 부교감신경이 활성화되었거나, 교감신경의 활성이 억제됨을 의미하고, Mean HR (Mean Heart Rate)는 평균 심박수로서, 값이 낮을수록 부교감신경계가 활성화 되었음을 의미한다.

[0163] 이러한 현상은 다양한 미주신경 자극 경로를 고려한 강화학습 및 전이학습 기반의 사용자 맞춤형 자극 설계 알고리즘에 의한 것으로서, 생체신호 맞춤형 오토인코더의 원천기술을 활용함으로써, 자율신경계 반응 평가 및 자극 조절의 실시간성 확보가 가능하다. 또한, 단순히 세기를 증감하는 기존의 기술과는 달리 타겟팅한 교감/부교감신경의 활성도 정도에 맞춰 자극 강도를 조절하는 점에서 실시간의 맞춤형 자극이 가능하다.

[0164] 한편, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치는 생체신호로서 귀, 목, 또는 손목 중에서 적어도 하나로부터 측정되는 PPG(photoplethysmography)에 의한 신경반응을 모니터링하고, 상기 신경반응에 따른 자율신경정보를 인공지능 인코더를 통해 암호화할 수 있다.

[0165] 특히, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치는 양경동맥 주변에 분포한 심장, 폐, 또는 내장기관에서 올라오는 미주신경 TENS 자극을 통한 부교감신경의 활성화를 유도할 수 있다.

[0166] 다시 말해, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치는 사용자의 자율신경계 상태 변화를 모니터링하고, 이를 근간으로 양경동맥 미주신경 TENS의 실시간 최적화를 수행할 수 있다.

[0167] 한편, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치는 심장에서부터 뇌 주변에 위치하는 자극 부위에서 PEMF(pulsed electromagnetic field)의 형태로 미주신경을 자극하는 목걸이 형태의 코일에서 자기장을 발생하고, 이에 반응하는 생체신호를 모니터링하고, 이러한 생체신호에 따른 자율신경정보를 인공지능 인코더를 통해 암호화할 수 있다.

[0168] 특히, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치는 목걸이 형태의 코일 또는 솔레노이드에서 발

산되는 자기자극을 통한 심장, 뇌 주변부에 분포한 미주신경을 자극할 수 있다.

[0169] 이를 통해 사용자의 자율신경계 상태 변화를 모니터링하고 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치는 이를 근간으로 미주신경 PEMF의 실시간 최적화를 구현할 수 있다.

[0170] 예를 들어, 미주신경의 활성화는 nucleus of solitary tract (NTS)를 거쳐 periaqueductal gray (PAG)를 자극하고, PAG는 GABA 분비를 촉진하며, 결국 GABA의 증가는 hippocampus의 활동을 억제하여 불안장애 증세를 완화시킬 수 있다.

[0171] 한편, 미주신경 자극은 NTS를 거쳐 locus coeruleus (LC)를 자극할 수 있다. LC는 노르에피네프린(NE) 분비를 촉진시켜 dorsal raphe nucleus (DRN)를 자극하고, 이로 인해 세로토닌(5-HT) 분비가 촉진될 수 있다. 뿐만 아니라, 세로토닌(5-HT) 분비의 증가는 멜라토닌의 증가로 이어지며, 이는 멜라토닌 부족에 의한 수면장애를 치료할 수 있다.

[0172] 도 5는 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(510)에 대한 구체적인 구현 예시와 주요 이벤트 흐름을 설명하는 도면이다.

[0173] 일실시예에 따른 생체신호 모니터링부는 적어도 하나 이상의 센서를 통해서 생체신호를 모니터링할 수 있고, 구체적으로는 사용자의 모션을 센싱하는 모션 센서(511) 또는 사용자의 귀, 목, 또는 손목 중에서 적어도 하나로부터 측정되는 PPG(photoplethysmography)에 의한 신경반응을 모니터링하는 PPG 센서(512) 등을 이용해서 구현될 수 있다.

[0174] 생체신호는 신체의 일부를 전자기의 형태로써 미주신경을 자극함에 따라 생체로부터 측정되는 다양한 정보로 해석될 수 있다. 이러한 다양한 정보는 다양한 기기로 측정이 가능하며, 도 5에서 도시한 모션 센서(511) 또는 PPG 센서(512) 이외에도 다양한 센서가 추가되거나 대체될 수 있다.

[0175] 또한, MCU(Micro Control Unit, 513)는 각 구성요소들의 전반적인 제어와 함께 신호처리를 담당할 수 있다.

[0176] 충전모듈(514)은 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(510)에 직류전원을 공급하기 위한 모듈로서, 충전배터리 등을 포함할 수 있다.

[0177] 일실시예에 따른 통신부는 통신모듈(515)을 포함하여 구현될 수 있다. 통신모듈(515)은 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(510)에 유무선 방식의 통신 기능을 제공하기 위한 모듈로서, 예를 들어 저전력 블루투스/와이파이 모듈을 이용하여 근거리 무선통신 기능을 제공하거나, 네트워크에 접속하여 유무선 데이터 통신이 가능하게 한다.

[0178] 일실시예에 따른 자극부는 전기자극을 발생시키거나, 또는 자기장을 발생시키기 위한 다양한 자극채널 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0179] 일실시예에 따른 자극부는 CES 자극채널(516), TENS 자극채널(517), 또는 PEMF 자극채널(518) 중에서 적어도 하나의 자극채널을 포함할 수 있다.

[0180] 도 5에서는 다양한 자극채널을 모두 도시하고 있지만, 특정 자극신호를 발생하기 위한 목적에서 어느 하나의 자극채널만을 포함하는 형태로 구현될 수 있다.

[0181] 일례로, CES 자극채널(516)은 귓바퀴 및 귓볼 각각에 위치하는 적어도 둘 이상의 자극 부위에서 CES(cranial electrotherapy stimulation)의 형태로 미주신경을 자극하기 위한 전기자극을 발생시킬 수 있다.

[0182] 한편, TENS 자극채널(517)은 귀의 주변 중에서 경피신경자극(Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation, TENS) 기반의 이갑개(Concha) 및 귓볼(Lobule)에 분포한 미주신경을 자극하기 위한 전기자극을 발생시킬 수 있다.

[0183] 또한, PEMF 자극채널(518)은 심장에서부터 뇌 주변에 위치하는 자극 부위에서 PEMF(pulsed electromagnetic field)의 형태로 미주신경을 자극하는 자기장을 발생시킬 수 있다.

[0184] 도면부호 520은 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(510)와 연동하여, 모니터링된 생체신호에 따라 자극신호를 자극 조절 모델에 기반하여 재생성하기 위한 엔티티로 해석될 수 있다.

[0185] 일실시예에 따라서는 도면부호 520은 원격지의 클라우드 서버로 해석될 수 있고, 근거리에 위치한 모바일 단말기의 모바일 어플리케이션으로도 해석될 수 있다.

[0186] 뿐만 아니라, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치(510)와 하나의 장치내에서 구현되는 인공지능 처리 모듈로도 해석될 수 있다.

[0187] 도 6은 일실시예에 따른 클라우드 서버(600)를 설명하는 도면이다.

[0188] 일실시예에 따른 클라우드 서버(600)는 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치에 최적화 자극을 제공할 수 있다.

[0189] 이를 위해, 일실시예에 따른 클라우드 서버(600)는 모니터링 정보 수집부(610), 신호 추출부(620), 인공지능 처리부(630), 및 통신부(640)를 포함할 수 있다.

[0190] 먼저, 모니터링 정보 수집부(610)는 생체신호가 포함된 모니터링 정보를 수집할 수 있다.

[0191] 생체신호는 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치가 자극신호를 발생하여, 뇌 주변에 위치하는 자극 부위에서 PEMF(pulsed electromagnetic field)의 형태로 미주신경을 자극함에 따라 측정된 정보로 해석될 수 있다.

[0192] 다음으로, 신호 추출부(620)는 수집된 모니터링 정보를 디코딩하여, 자극신호 및 자극신호에 상응하는 생체신호를 추출할 수 있다.

[0193] 또한, 인공지능 처리부(630)는 추출된 자극신호 및 상기 생체신호를 기저장된 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델의 입력으로 제공할 수 있다. 또한, 자극 조절 모델은 출력으로 생체신호가 교감신경과 부교감신경의 균형을 위해 조절되도록 하는 자극신호로 재생성할 수 있다.

[0194] 일례로, 인공지능 처리부(630)는 생체신호로부터 측정되는 HRV(Heart rate variability)를 이용해서 인접한 심박동 사이 시간 간격의 변동성에 기초하여 심장 및 뇌 간의 상호 작용 또는 자율신경계에 대한 이상여부를 판단할 수 있다.

[0195] 또한, 인공지능 처리부(630)는 생체신호로부터 측정되는 BRS(Baroreflex sensitivity)를 이용해서 혈압의 항상성 유지 정도를 판별하여 자율신경계의 이상여부를 판단하여 자극신호를 실시간으로 재생성할 수 있다.

[0196] 일례로, 인공지능 처리부(630)는 생체신호에 포함된 정보 중, EEG(electroencephalogram)에 의한 뇌반응의 모니터링 할 수 있다. 이를 위해, 인공지능 처리부(630)는 뇌반응에 따른 전두엽 활성화 정보를 상기 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델의 입력으로 제공할 수 있다.

[0197] 다른 일례로, 인공지능 처리부(630)는 생체신호에 포함된 정보 중, 귀, 목, 또는 손목 중에서 적어도 하나로부터 측정되는 PPG(photoplethysmography)에 의한 신경반응의 모니터링 결과로서, 신경반응에 따른 자율신경정보를 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델의 입력으로 제공할 수 있다.

[0198] 또한, 인공지능 처리부(630)는 상기 생체신호에 포함된 정보 중, 귀, 목, 또는 손목 중에서 적어도 하나로부터 측정되는 신체활동측정(Actigraph)에 의한 신체반응의 모니터링 결과로서, 신체반응에 따른 자율신경정보를 상기 인공지능 기계학습 알고리즘 기반의 자극 조절 모델의 입력으로 제공할 수도 있다.

[0199] 통신부(640)는 재생성된 자극신호를 상기 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치로 피드백하도록 제어할 수 있다.

[0200] 도 7은 일실시예에 따른 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치의 동작 방법을 설명하는 도면이다.

[0201] 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치의 동작 방법은 우선, 자극신호에 기초하여 미주신경을 자극하는 자기장을 발생할 수 있다(단계 701).

[0202] 다음으로, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치의 동작 방법은 미주신경에 대한 자극신호에 따라 반응하는 생체신호를 측정할 수 있다.

[0203] 예를 들어, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치의 동작 방법은 EEG(electroencephalogram)에 의한 뇌반응을 모니터링한 생체신호를 측정할 수 있다.

[0204] 또한, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치의 동작 방법은 귀, 목, 또는 손목 중에서 적어도 하나로부터 측정되는 PPG(photoplethysmography)에 의한 신경반응을 모니터링한 생체신호를 측정할 수 있다.

[0205] 뿐만 아니라, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치의 동작 방법은 귀, 목, 또는 손목 중에

서 적어도 하나로부터 측정되는 신체활동측정(Actigraph)에 의한 신체반응을 모니터링한 생체신호를 측정할 수 있다.

[0206] 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치의 동작 방법은 측정된 생체신호에 따라 생성되는 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력할 수 있다(단계 703).

[0207] 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치의 동작 방법은 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력하기 위해, 뇌반응에 따른 전두엽 활성화 정보를 인공지능 인코더를 통해 암호화하여 출력할 수 있다.

[0208] 일례로, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치의 동작 방법은 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력하기 위해, 신경반응에 따른 자율신경정보를 인공지능 인코더를 통해 암호화하여 출력할 수 있다.

[0209] 또한, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치의 동작 방법은 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력하기 위해, 신체반응에 따른 움직임 정보를 인공지능 인코더를 통해 암호화하여 출력할 수 있다.

[0210] 다음으로, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치의 동작 방법은 출력된 모니터링 정보를 근거리 무선통신을 이용하여 모바일 단말기에 전송하도록 처리할 수 있다(단계 704).

[0211] 다음으로, 사용자 맞춤형 미주신경 자극 및 펄스 전자기장 치료 장치의 동작 방법은 모바일 단말기 또는 클라우드 서버로부터 자극 조절 모델에 기반하여 피드백되는 재생성된 자극신호를 수신하여 자기장을 새롭게 발생할 수 있다(단계 705).

[0212] 결국, 본 발명을 이용하면 자율신경계 반응을 모니터링하고, 이를 기반으로 인공지능 자극 피드백을 통해 주관적 처리를 배제하고, 사용자에 최적화된 자극 레시피를 제공할 수 있다.

[0213] 뿐만 아니라, 본 발명을 이용하면, 미주신경의 자극을 통해 중추신경계 내에서 GABA, 세로토닌 및 노르에피네프린을 비롯한 억제성 신경전달 물질의 방출을 유도할 수 있으며, 이를 통해 교감신경 및 부교감신경의 불균형으로 인해 초래되는 수면장애, 정서장애 및 소화기 관련 증상을 완화할 수 있어, 교감신경과 부교감신경의 불균형으로 증상이 나타나는 질환이나 관련 증상을 완화할 수 있다.

[0214] 또한, 만성통증/스트레스 및 기분장애에 따른 교감신경 과활성화의 교정할 수 있고, 인공지능 알고리즘을 활용한 사용자 맞춤형 미주신경 자극 최적화를 통하여 메뉴얼 기반으로 제공되는 기존 미주신경 자극기기의 한계점을 극복할 수 있다.

[0215] 뿐만 아니라, 심신 안정을 위한 부교감신경계를 활성화 할 수 있고, 자기장 자극을 통해 섬유모세포, 연골세포, 뼈 모세포의 대사를 증진시키고, 다양한 세포들의 수용체에 대한 호르몬과 신경전달 물질의 효과를 조정하며, 요통, 골반통, 신경병성 통증, 신경통/근육통의 완화 및 골절의 치료 효과를 높일 수 있다.

[0217] 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.

[0218] 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.

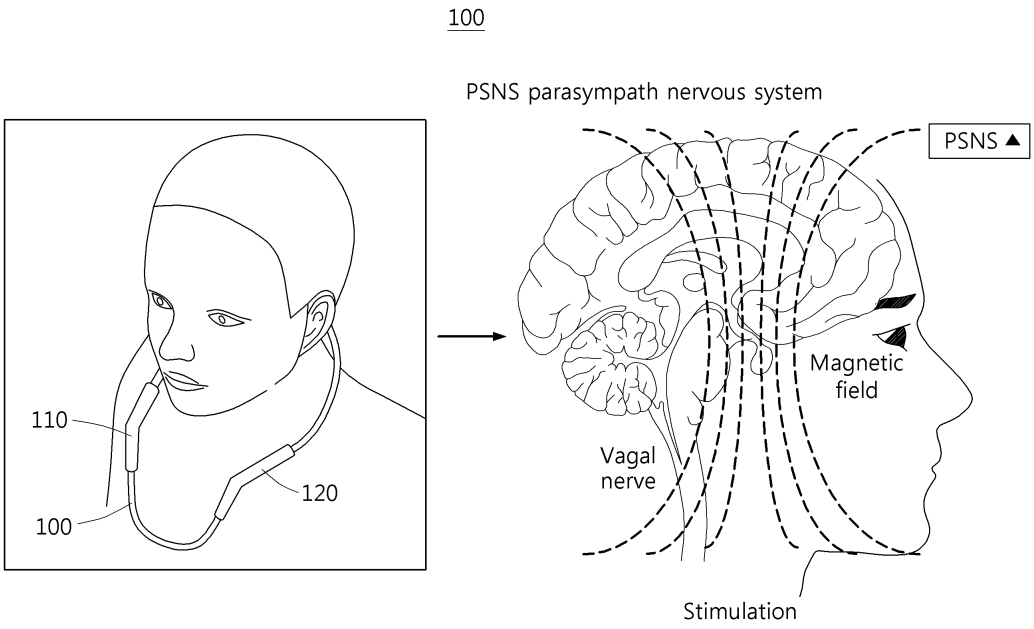
[0219] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic 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.

[0220] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 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.

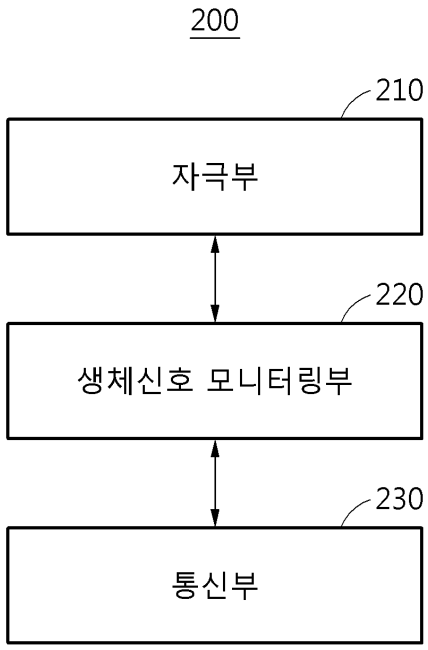
[0221] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

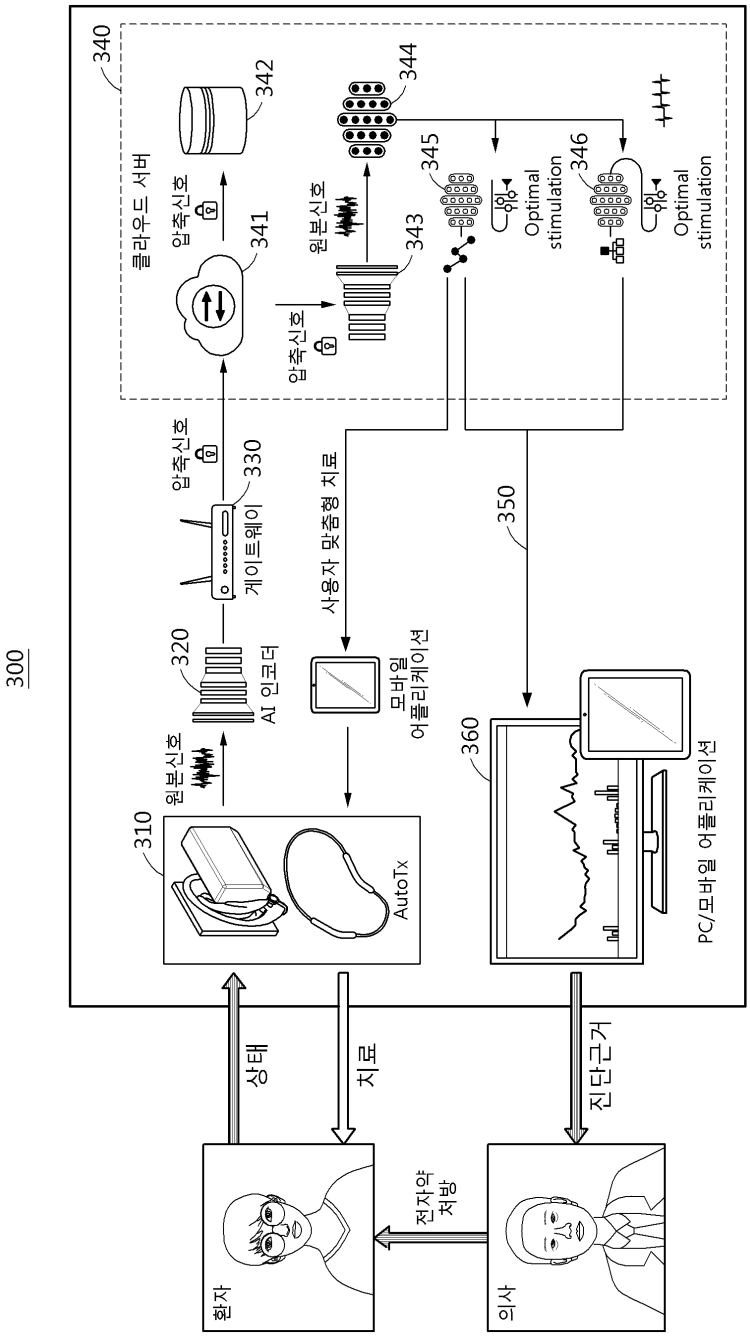
도면1



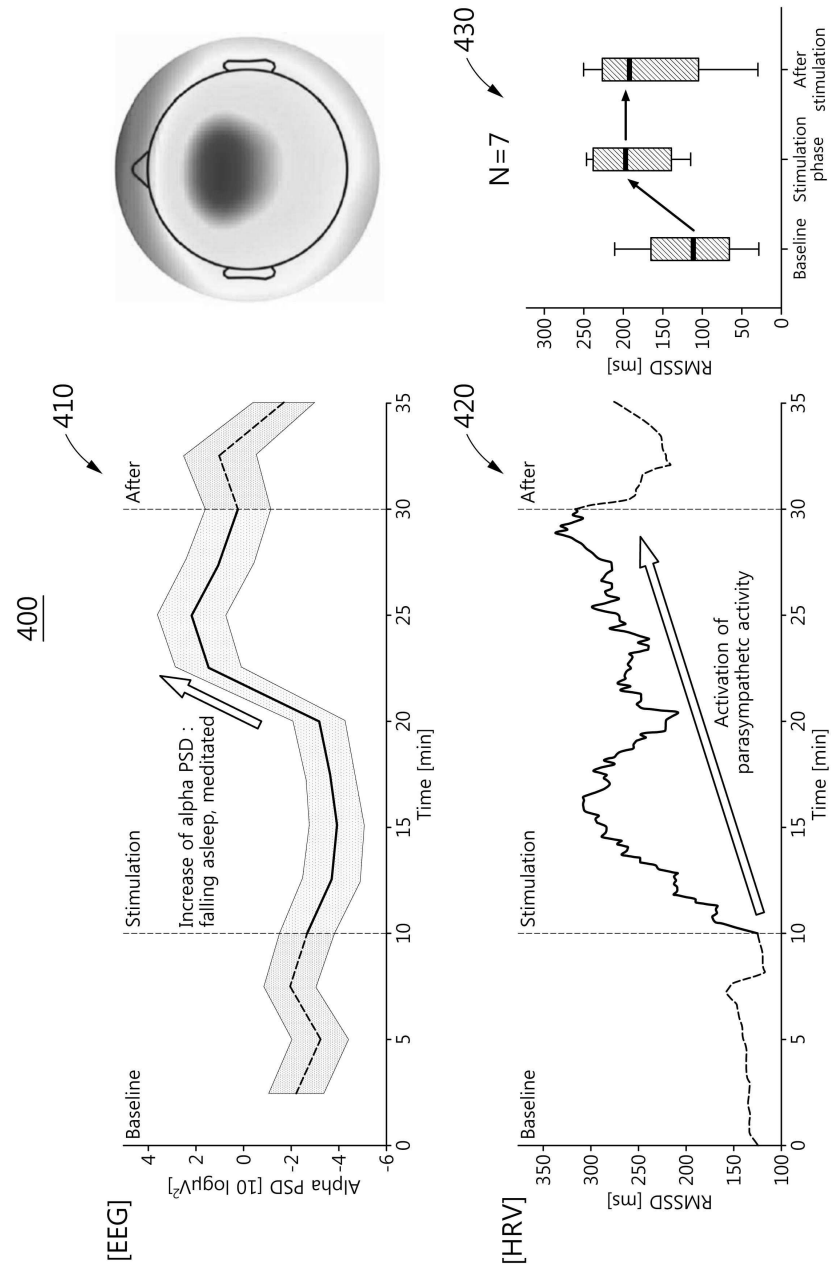
도면2



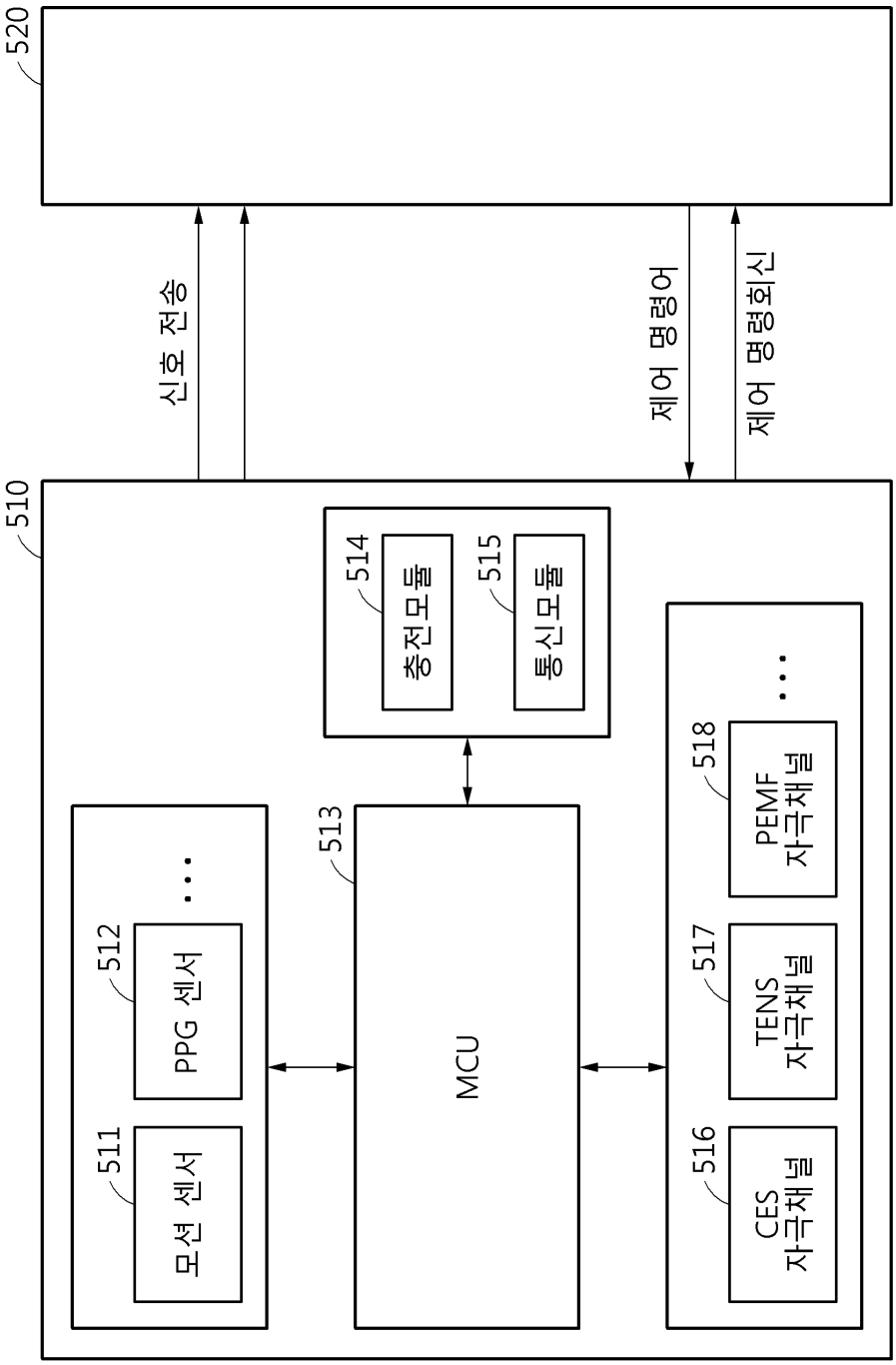
도면3


300
340
클라우드 서버
342
344
압축신호
341
원본신호
345
346
343
Optimal stimulation
Optimal stimulation
압축신호
압축신호
330
게이트웨이
사용자 맞춤형 치료
350
320
AI 인코더
모바일 어플리케이션
원본신호
360
310
AutoTx
PC/모바일 어플리케이션
상태
치료
진단근거
환자
전자약 처방
의사

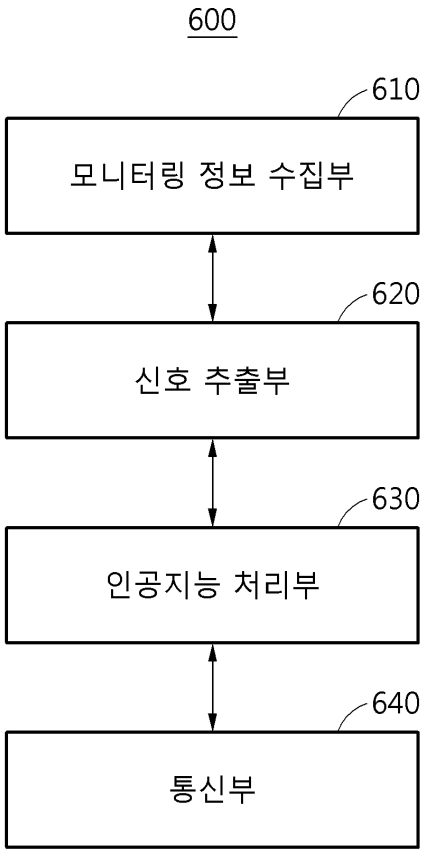
도면4


400
410
[EEG]
Alpha PSD [10 log$_{10}$V^2]
Baseline
Stimulation
After
Increase of alpha PSD :
falling asleep, meditated
Time [min]
420
[HRV]
RMSSD [ms]
Activation of
parasympathetc activity
430
N=7
Baseline
Stimulation phase
After stimulation

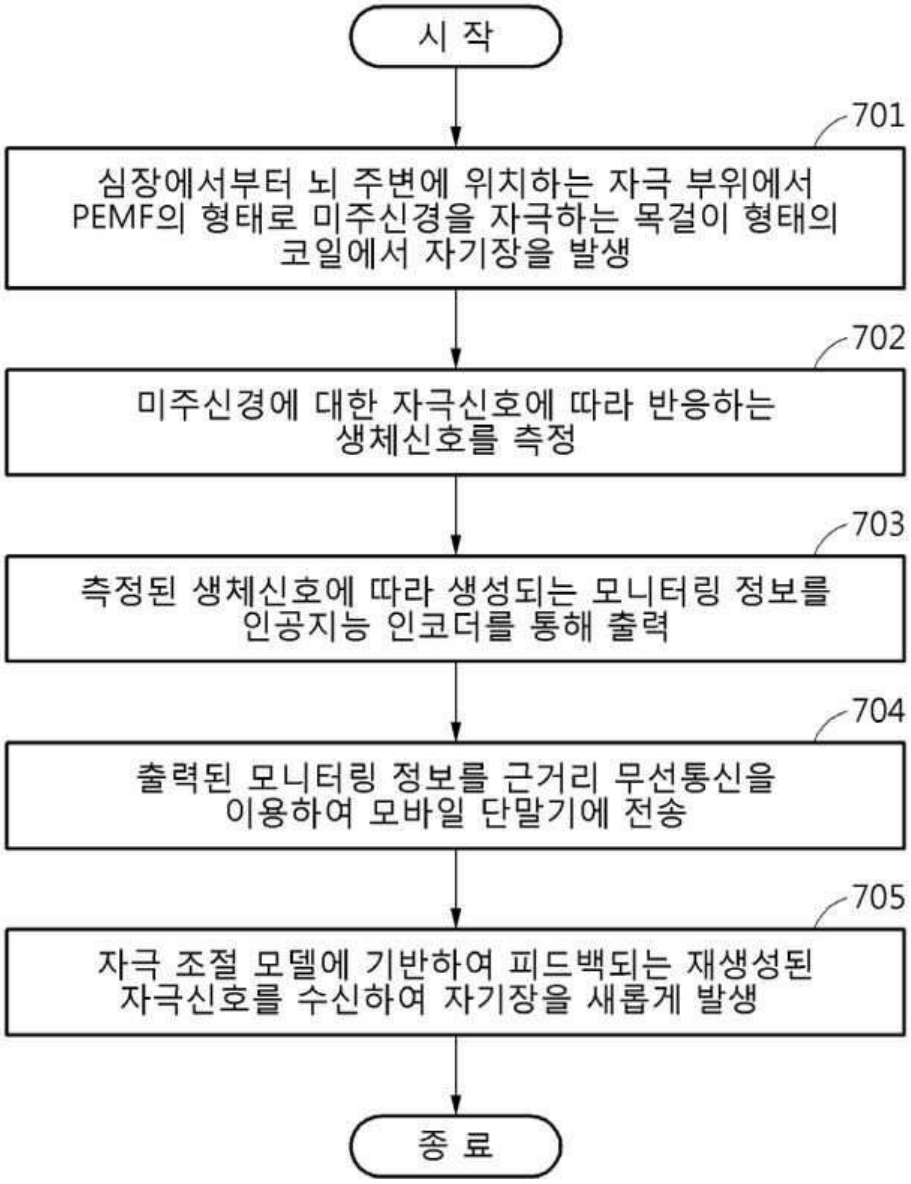
도면5


520
신호 전송
제어 명령어
제어 명령회신
510
514
충전모듈
515
통신모듈
513
MCU
511
모션 센서
512
PPG 센서
518
PEMF 자극채널
517
TENS 자극채널
516
CES 자극채널

도면6



도면7


시 작
701
심장에서부터 뇌 주변에 위치하는 자극 부위에서 PEMF의 형태로 미주신경을 자극하는 목걸이 형태의 코일에서 자기장을 발생
702
미주신경에 대한 자극신호에 따라 반응하는 생체신호를 측정
703
측정된 생체신호에 따라 생성되는 모니터링 정보를 인공지능 인코더를 통해 출력
704
출력된 모니터링 정보를 근거리 무선통신을 이용하여 모바일 단말기에 전송
705
자극 조절 모델에 기반하여 피드백되는 재생성된 자극신호를 수신하여 자기장을 새롭게 발생
종 료