



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0082156
(43) 공개일자 2019년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A42B 3/04 (2006.01) A42B 3/30 (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01) A61B 5/0476 (2006.01)
G06F 3/01 (2006.01) G06K 19/077 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A42B 3/046 (2013.01)
A42B 3/30 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0173625
(22) 출원일자 2018년12월31일
심사청구일자 2018년12월31일
(30) 우선권주장
1020170184360 2017년12월29일 대한민국(KR)

(71) 출원인
주식회사 에이치에이치에스
울산광역시 남구 대학로1번길 61, 301호(무거동, 협성현대)
(72) 발명자
한형섭
울산광역시 남구 대학로1번길 61, 301호 (무거동, 협성현대아파트)
한용석
울산광역시 동구 옥류로 77 102동 506호 (동부동, 현대하이아트아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 태웅

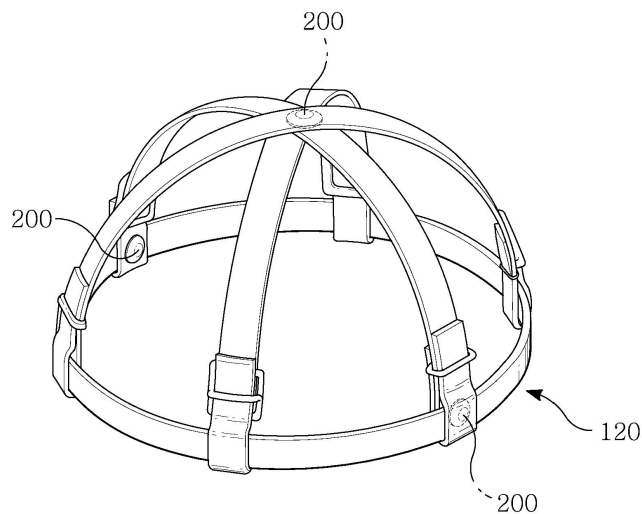
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 뇌파기반 스마트 안전모 및 관리 시스템

(57) 요약

본 발명은 착용자의 머리에 착용 가능한 바디, 착용자 두부의 전두엽, 후두엽 및 두정엽 부위 중 적어도 하나 이상에 접촉하도록 장착되어 착용자의 뇌파를 감지하는 뇌파감지 센서, 외부와 무선으로 송수신하는 무선통신부 및 전원부를 포함하는 스마트 안전모 및 스마트 안전모 관리 시스템을 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/0476 (2013.01)

A61B 5/746 (2013.01)

G06F 3/015 (2013.01)

G06K 19/07743 (2013.01)

G06F 2203/011 (2013.01)

(72) 발명자

송경영

울산광역시 남구 북부순환도로 35, 105동 1601호
(무거동, 무거위브자이)

권오국

울산광역시 북구 엄포로 459, 108동 2103호(
양정동, 양정힐스테이트)

명세서

청구범위

청구항 1

착용자의 머리에 착용 가능한 바디;

착용자 두부의 전두엽, 후두엽 및 두정엽 부위 중 적어도 하나 이상에 접촉하도록 장착되어 착용자의 뇌파를 감지하는 뇌파감지 센서;

외부와 무선으로 송수신하는 무선통신부; 및

전원부;를 포함하는 스마트 안전모.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 뇌파감지 센서로부터 취득된 뇌파를 밴드패스 필터(bandpass filter)를 이용하여 유효구간 범위로 필터하고,

착용자의 목과 얼굴의 심한 움직임으로 인하여 발생된 근전도 노이즈가 소정값 이상 발생되어 뇌파에 희석되는 경우 해당 시간의 뇌파신호 정보 전체를 노이즈로 취급하여 삭제하고,

착용자의 심한 움직임으로 뇌파감지 센서의 전극이 일시적으로 탈착되거나 접촉이 불량한 경우, 일시적 전극 탈착으로 해석하여 해당 시간의 뇌파신호 정보 전체를 노이즈로 취급하여 삭제하는 노이즈 제거부를 더 포함하는 스마트 안전모.

청구항 3

제1항에 있어서,

착용자가 작동을 온오프할 수 있는 작동 스위치를 더 포함하고,

상기 작동 스위치가 온 상태에서, 소정시간을 초과하여 뇌파감지 센서의 전극이 탈착되는 경우, 응급상황으로 인지하여 상기 무선통신부를 통해 외부에 응급상황 알림을 전송하고,

상기 작동 스위치가 오프 상태에서 소정시간을 초과하여 뇌파감지 센서의 전극이 탈착되는 경우는 착용자가 임의로 스마트 안전모를 벗은 것으로 취급하는 응급상황 알림부를 더 포함하는 스마트 안전모.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 무선통신부는 착용자의 RFID 태그를 인식하여 착용자의 신원을 파악하고, 관리서버에 착용자의 신원을 전송하는 스마트 안전모.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 노이즈 제거부를 통해 노이즈가 제거된 신호를 스펙트럼 분석 기반으로 델타파, 세타파, 알파파, 베타파, 감마파 중 적어도 하나 이상의 뇌파값을 실시간으로 구하는 뇌파신호처리부를 더 포함하는 스마트 안전모.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 뇌파신호처리부에서 구한 뇌파값으로 계산한 하기의 A값이 하기의 B값에 비해 소정값 이상 높아지고 그 상태가 소정 시간 지속되면 상기 무선통신부를 통해 관리서버로 뇌파값을 전송하는 스마트 안전모.

$$A = \text{알파파} / (\text{알파파} + \text{베타파})$$

$$B = \text{베타파} / (\text{알파파} + \text{베타파})$$

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 뇌파신호처리부에서 구한 뇌파값으로 계산한 하기의 A값이 하기의 B값에 비해 소정값 이상 높아지고 그 상태가 소정 시간 지속되면 응급상황으로 인지하여 상기 무선통신부를 통해 외부에 응급상황 알림을 전송하는 응급상황 알림부를 더 포함하는 스마트 안전모.

$$A = \text{알파파} / (\text{알파파} + \text{베타파})$$

$$B = \text{베타파} / (\text{알파파} + \text{베타파})$$

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항의 스마트 안전모; 및

상기 스마트 안전모로부터 뇌파 정보를 전송 받아 관리하는 관리서버;를 포함하는 스마트 안전모 관리 시스템으로서,

상기 관리서버는 ICEEMDAN(Improved Complete EEMD(Ensemble Empirical Mode Decomposition) with Adaptive Noise)을 이용하여 전송 받은 뇌파를 다수의 IMF(intrinsic mode function)로 분해하고, 각 IMF별 스펙트럼 값을 구하여 배음 특성과 파워비로부터 임계값 이상의 IMF를 구하는 뇌파분석부를 포함하는 스마트 안전모 관리 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 뇌파분석부는 DWT(discrete wavelet transform)를 이용하여 전송 받은 뇌파를 복수의 부대역(subband)으로 분해하고, 각 대역의 평균, 분산, 왜도, 첨도 중 적어도 하나 이상을 구하여 프레임 별 각 부대역에서 구한 값의 변화율 중 가장 큰 변화율을 가지는 최대 변화율 부대역을 선택하는 스마트 안전모 관리 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 관리서버는 인공지능부를 더 포함하며,

상기 인공지능부는 상기 최대 변화율 부대역 및 임계값 이상의 IMF를 유효한 특징값으로 정의하고, AR(auto-regressive)모델 중 노이즈에 강인한 EIV(Error in Variable)모델로부터 AR 계수를 구하고, AR 계수를 인공지능 모델의 입력 벡터로 하여 착용자의 상태가 각성, 졸음, 가스 흡입, 피로, 실신 상태 중 어느 상태인지를 판단하는 스마트 안전모 관리 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 뇌파기반 스마트 안전모 및 관리 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 안전모에 장착된 센서에 의해 착용자의 뇌파를 감지 및 분석하는 스마트 안전모 및 스마트 안전모 관리 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 일반적으로 안전모는 건설현장과 같은 산업 현장 등에서 사용하는 보호용구로, 외부의 충격으로부터 작업자의 두부를 보호한다.
- [0004] 산업 현장의 작업자들은 외부와 멀리 떨어져 소수의 인원만이 함께 일하는 경우가 많으며, 위험에 처하였음에도 타인이 인지하지 못하여 구조가 어려운 상황에 처할 수 있다. 또한, 산업 현장을 출입하는 자는 반드시 안전모를 착용하도록 법제화 되어있음에도 불구하고, 안전모 미착용으로 인한 산업재해는 증가하는 실정이다.
- [0005] 최근 작업자의 안전모 착용을 유도하기 위해 다양한 기능이 부가된 안전모들이 선보이고 있다. 예를 들면, 강제 통풍기능, 무게측정기능, LED발광기능, 스트레스 완화기능 등을 가진 안전모가 개발되고 있다.
- [0006] 한편 뇌파는 물리적·정신적 상태에 따라 다르게 나타나므로 뇌의 활동상황을 측정하는 매우 중요한 지표이다. 뇌파의 파형에 따라 졸음여부, 위험여부 등을 판별할 수 있어 다양한 분야에서 뇌파분석을 이용하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명에 따른 스마트 안전모는 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 외부 충격으로부터 착용자를 보호하고, 착용자의 뇌파를 분석하여 응급상황 발생 시 실시간으로 경보하는 스마트 안전모 및 스마트 안전모 관리 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0009] 상기 목적에 한정되지 않으며, 이하에서 추가 기술한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 목적을 달성하기 위한,
- [0012] 본 발명은 착용자의 머리에 착용 가능한 바디; 착용자 두부의 전두엽, 후두엽 및 두정엽 부위 중 적어도 하나 이상에 접촉하도록 장착되어 착용자의 뇌파를 감지하는 뇌파감지 센서; 외부와 무선으로 송수신하는 무선통신부; 및 전원부;를 포함하는 스마트 안전모를 제공한다.
- [0014] 또한, 상기 뇌파감지 센서로부터 취득된 뇌파를 밴드패스 필터(bandpass filter)를 이용하여 유효구간 범위로 필터하고, 착용자의 목과 얼굴의 심한 움직임으로 인하여 발생된 근전도 노이즈가 소정값 이상 발생되어 뇌파에 희석되는 경우 해당 시간의 뇌파신호 정보 전체를 노이즈로 취급하여 삭제하고, 착용자의 심한 움직임으로 뇌파감지 센서의 전극이 일시적으로 탈착되거나 접촉이 불량한 경우, 일시적 전극 탈착으로 해석하여 해당 시간의 뇌파신호 정보 전체를 노이즈로 취급하여 삭제하는 노이즈 제거부를 더 포함하는 스마트 안전모를 제공한다.
- [0016] 또한, 착용자가 작동을 온오프할 수 있는 작동 스위치를 더 포함하고, 상기 작동 스위치가 온 상태에서, 소정시간을 초과하여 뇌파감지 센서의 전극이 탈착되는 경우, 응급상황으로 인지하여 상기 무선통신부를 통해 외부에 응급상황 알림을 전송하고, 상기 작동 스위치가 오프 상태에서 소정시간을 초과하여 뇌파감지 센서의 전극이 탈착되는 경우는 착용자가 임의로 스마트 안전모를 벗은 것으로 취급하는 응급상황 알림부를 더 포함하는 스마트

안전모를 제공한다.

[0018] 또한, 상기 무선통신부는 착용자의 RFID 태그를 인식하여 착용자의 신원을 파악하고, 관리서버에 착용자의 신원을 전송하는 스마트 안전모를 제공한다.

[0020] 또한, 상기 노이즈 제거부를 통해 노이즈가 제거된 신호를 스펙트럼 분석 기반으로 델타파, 세타파, 알파파, 베타파, 감마파 중 적어도 하나 이상의 뇌파값을 실시간으로 구하는 뇌파신호처리부를 더 포함하는 스마트 안전모를 제공한다.

[0022] 또한, 상기 뇌파신호처리부에서 구한 뇌파값으로 계산한 하기의 A값이 하기의 B값에 비해 소정값 이상 높아지고 그 상태가 소정 시간 지속되면 상기 무선통신부를 통해 관리서버로 뇌파값을 전송하는 스마트 안전모를 제공한다.

[0024] $A = \text{알파파} / (\text{알파파} + \text{베타파})$

[0025] $B = \text{베타파} / (\text{알파파} + \text{베타파})$

[0027] 본 발명은 또한, 전술한 스마트 안전모; 및 상기 스마트 안전모로부터 뇌파 정보를 전송 받아 관리하는 관리서버;를 포함하는 스마트 안전모 관리 시스템으로서, 상기 관리서버는 ICEEMDAN(Improved Complete EEMD(Ensemble Empirical Mode Decomposition) with Adaptive Noise)을 이용하여 전송 받은 뇌파를 다수의 IMF(intrinsic mode function)로 분해하고, 각 IMF별 스펙트럼 값을 구하여 배음 특성과 파워비로부터 임계값 이상의 IMFs를 구하는 뇌파분석부를 포함하는 스마트 안전모 관리 시스템을 제공한다.

[0029] 또한, 상기 뇌파분석부는 DWT(discrete wavelet transform)를 이용하여 전송 받은 뇌파를 복수의 부대역(subband)으로 분해하고, 각 대역의 평균, 분산, 왜도, 첨도 중 적어도 하나 이상을 구하여 프레임 별 각 부대역에서 구한 값의 변화율 중 가장 큰 변화율을 가지는 최대 변화율 부대역을 선택하는 스마트 안전모 관리 시스템을 제공한다.

[0031] 또한, 상기 관리서버는 인공지능부를 더 포함하며, 상기 인공지능부는 상기 최대 변화율 부대역 및 임계값 이상의 IMFs를 유효한 특징값으로 정의하고, AR(auto-regressive)모델 중 노이즈에 강인한 EIV(Error in Variable)모델로부터 AR 계수를 구하고, AR 계수를 인공지능 모델의 입력 벡터로 하여 착용자의 상태가 각성, 졸음, 가스 흡입, 피로, 실신 상태 중 어느 상태인지를 판단하는 스마트 안전모 관리 시스템을 포함한다.

발명의 효과

[0033] 본 발명의 스마트 안전모는 뇌파 감지 센서와 무선통신 모듈을 구비하여 실시간으로 뇌파를 감지 및 분석하므로 착용자의 상태를 실시간으로 모니터링 할 수 있다.

[0034] 또한 본 발명의 스마트 안전모는 서버 데이터베이스에서 분석할 뿐 아니라 안전모에 내장된 어플리케이션을 통해 자체 분석이 가능하므로 이상 발생시, 무선통신이 불가능하여도 알람이 발생되어 안전사고를 예방할 수 있다.

[0035] 또한 본 발명의 스마트 안전모는 RFID 센서를 구비하고, 착용자별로 고유의 RFID 태그를 소지하게 함으로써 사용자 맞춤형 뇌파관별 기능 및 착용자 인식기능을 제공할 수 있다.

[0036] 하기의 효과에 제한되지 않으며, 추가적 효과를 이하에서 설명한다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 안전모의 사시도.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 본 발명을 상세하게 설명하기에 앞서 본 명세서에 사용된 용어는 특정의 실시예를 기술하기 위한 것일 뿐이고, 첨부되는 청구범위에 의해서만 한정되는 본 발명의 범위를 한정하는 것이 아님을 이해하여야 한다.

[0040] 본 명세서에 사용되는 모든 기술용어 및 과학용어는 다른 언급이 없는 한 기술적으로 통상의 기술을 가진 자에게 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 갖는다.

[0041] 본 명세서 및 청구범위의 전반에 걸쳐서 다른 언급이 없는 한, 포함(comprise, comprises, comprising)이라는 용어는 언급된 물건 또는 단계나, 일군의 물건 또는 일군의 단계를 포함하는 것을 의미하고, 임의의 어떤 다른 물건 또는 단계, 일군의 물건 또는 일군의 단계를 배제하는 의미로 사용된 것은 아니다.

[0042] 한편, 본 발명의 여러 가지 실시예들은 명확한 반대의 지적이 없는 한 그 외의 어떤 다른 실시예들과 결합될 수 있다. 특히, 바람직하거나 유리하다고 지시하는 어떤 특징도 바람직하거나 유리하다고 지시한 그 외의 어떤 특징들과 결합될 수 있다.

[0044] 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 안전모는 착용자의 머리에 착용 가능한 바디; 착용자 두부의 전두엽, 후두엽 및 두정엽 부위 중 적어도 하나 이상에 접촉하도록 장착되어 착용자의 뇌파를 감지하는 뇌파감지 센서; 외부와 무선으로 송수신하는 무선통신부; 및 전원부;를 포함한다.

[0046] 이하에서 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 실시예에 따른 스마트 안전모를 설명한다. 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 안전모의 사시도이다.

[0047] 이에 따르면 스마트 안전모는 바디(100), 뇌파감지 센서(200), 알람발생 장치(300), 모듈(400), 및 전원부(500)를 포함한다.

[0048] 바디(100)는 외피(110)와 내피(120)로 구성되어, 내피의 전두엽·후두엽·두정엽 부위 중 적어도 하나 이상에 접촉하도록 장착되어 착용자의 뇌파를 감지하는 뇌파감지 센서(200)와, 뇌파감지 센서(200)와 어플리케이션에 연결되어 경보를 발생하는 알람발생 장치(300)와, 내피의 후두부 부위에 장착되어 근거리 무선통신 및 착용자 주위 환경을 감지하는 모듈(400)과, 뇌파감지 센서와 알람발생 장치 및 모듈에 전원을 공급하는 전원부(500)를 포함한다. 모듈에는 무선통신부가 포함될 수 있다.

[0049] 뇌파감지 센서(200)는 내피와 착용자 간 전두엽·후두엽·두정엽 접촉부에 장착될 수 있고, 상기 접촉부 간 중앙부에 추가로 장착되어 착용자의 뇌파를 실시간으로 감지한다.

[0050] 알람발생 장치(300)는 스마트 안전모 자체에 장착된 어플리케이션 및/또는 서버의 제어를 받아서, 뇌파감지 센서로부터 측정된 뇌파정보가 착용자의 평상시 뇌파와 다르다고 판별되면, 착용자에게 알려주는 음성, 진동 또는 전기신호를 발생한다.

[0051] 알람발생 장치(300)는 경고음 발생장치로 구비되거나, 진동을 발생하는 진동 모터로 구비될 수도 있다. 또는 전기적 신호를 발생하는 저전류 자극판으로 구비될 수 있다.

[0052] 모듈(400)은 안전모 내피와 착용자의 후두부 접촉부에 인접하여 구비되고, 무선통신부가 존재한다. 근거리 무선통신일 수 있으며, 예를 들어, 블루투스, 와이파이, RFID 등의 무선 통신 센서와 착용자의 주변 환경을 감지하는 센서 예를 들어, 유해가스 감지, 장애물 감지 등의 환경감지 센서로 구비된다.

[0053] 일실시예에서 무선 통신부는 RFID 센서가 구비되고, 착용자가 소지한 RFID 태그를 인식하여 착용자의 신원을 판

악하고, 관리서버에 착용자의 신원을 전송할 수 있으며, 착용자의 뇌파정보를 서버 데이터베이스로 전송 및 저장하여 착용자 맞춤형 뇌파판별이 가능하도록 할 수 있으며, 응급상황시 착용자 인식이 가능하여 신속한 대처가 가능하다.

- [0054] 전원부(500)는 스마트 안전모의 구동 전원을 공급한다. 이 실시예에서 전원부는 재충전 가능한 2차 전지로 구비되고, 뇌파감지 센서와 알람발생 장치 및 모듈에 전원을 공급한다.
- [0055] 어플리케이션은 스마트 안전모에 내장되어 뇌파감지 센서에서 수집된 뇌파정보를 수신한다. 어플리케이션은 뇌파 이상이 발생하면, 서버로 해당 뇌파정보를 전송하거나 어플리케이션 내에서 자체적으로 판별하여 경고 발생을 알람발생 장치에 지시할 수 있다.
- [0056] 어플리케이션에서 서버로 전송된 뇌파정보는 서버의 알고리즘을 통해 분석되고 새로운 패턴의 뇌파로 판별될 경우, 데이터베이스에 기록되거나 어플리케이션의 정보, 알고리즘 또는 분석 툴(TOOL)을 업데이트할 수 있다.
- [0057] 또한 착용자의 움직임으로 인해 뇌파정보에 노이즈가 발생하여 뇌파 판단이 불가능할 경우, 정상뇌파의 복귀 여부에 따라 피드백이 제공된다. 정상뇌파로 복귀시, 뇌파 판다나 불가 구간의 정보를 삭제할 수 있고, 소정시간 동안 정상뇌파로 복귀하지 않을 시, 서버로 해당 뇌파정보를 전송하여 서버에서 직접 대응할 수 있다.
- [0059] 구체적인 일실시예로서, 스마트 안전모는 노이즈 제거부를 더 포함할 수 있다.
- [0060] 노이즈 제거부는 상기 뇌파감지 센서로부터 취득된 뇌파를 밴드패스 필터(bandpass filter)를 이용하여 유효구간 범위로 필터하고, 착용자의 목과 얼굴의 심한 움직임으로 인하여 발생된 근전도 노이즈가 소정값 이상 발생되어 뇌파에 희석되는 경우 해당 시간의 뇌파신호 정보 전체를 노이즈로 취급하여 삭제할 수 있다. 미리 착용자의 과도한 움직임을 다양하게 수행하여 근전도 노이즈가 소정값 이상 발생되어 뇌파에 희석되는 경우를 데이터베이스에 저장해 놓을 수 있으며, 실시간으로 근전도 노이즈가 뇌파를 희석하는 경우에 해당되는지 여부를 기저장된 데이터와 비교하여 판단할 수 있다.
- [0061] 또한, 착용자의 심한 움직임으로 뇌파감지 센서의 전극이 일시적으로 탈착되거나 접촉이 불량한 경우, 일시적 전극 탈착으로 해석하여 해당 시간의 뇌파신호 정보 전체를 노이즈로 취급하여 삭제할 수 있다.
- [0063] 한편, 착용자가 작동을 온오프할 수 있는 작동 스위치를 더 포함할 수 있으며, 응급상황 알람부를 더 포함할 수 있다.
- [0064] 상기 응급상황 알람부는 상기 작동 스위치가 온 상태에서, 소정시간을 초과하여 뇌파감지 센서의 전극이 탈착되는 경우, 응급상황으로 인지하여 상기 무선통신부를 통해 서버나 주위의 작업자 등 외부에 응급상황 알람을 전송할 수 있다. 한편, 상기 작동 스위치가 오프 상태에서 소정시간을 초과하여 뇌파감지 센서의 전극이 탈착되는 경우는 착용자가 임의로 스마트 안전모를 벗은 것으로 취급할 수 있다.
- [0066] 스마트 안전모는 뇌파신호처리부를 더 포함할 수 있다. 뇌파신호처리부는 상기 노이즈 제거부를 통해 노이즈가 제거된 신호를 스펙트럼 분석 기반으로 델타파, 세타파, 알파파, 베타파, 감마파 중 적어도 하나 이상의 뇌파값을 실시간으로 구할 수 있으며, 스마트 안전모 자체에서 상기 뇌파값을 판별하거나 관리서버로 전송할 수 있다.
- [0067] 관리서버 전송에 있어서, 무조건 모든 뇌파를 관리서버로 전송할 수도 있으나, 무선통신부 및 관리서버의 과부하를 줄이기 위해, 상기 뇌파신호처리부에서 구한 뇌파값으로 계산한 하기의 A값이 하기의 B값에 비해 소정값 이상 높아지고 그 상태가 소정 시간 지속되는 경우에만 상기 무선통신부를 통해 관리서버로 뇌파값을 전송할 수 있다. 상기 소정값은 1.1 내지 3배 범위내에서 선택될 수 있으며, 상기 소정 시간은 2초 내지 60초 범위내로 설정할 수 있다.
- [0068] $A = \text{알파파} / (\text{알파파} + \text{베타파})$
- [0069] $B = \text{베타파} / (\text{알파파} + \text{베타파})$
- [0071] 한편, 하기의 A값이 하기의 B값에 비해 소정값 이상 높아지고 그 상태가 소정 시간 지속되면 응급상황으로 인지

하여 응급상황 알림부는 상기 무선통신부를 통해 외부에 응급상황 알림을 전송할 수 있으며, 알람발생 장치를 통해 알람을 발생하여 착용자의 각성을 유도할 수 있다.

[0073] 본 발명의 또 다른 일실시예로서, 전술한 스마트 안전모 및 상기 스마트 안전모로부터 뇌파 정보를 전송 받아 관리하는 관리서버를 포함하는 스마트 안전모 관리 시스템을 제공한다.

[0074] 상기 관리서버는 뇌파분석부를 포함하여 뇌파를 정밀하게 분석할 수 있다. 상기 뇌파분석부는 ICEEMDAN(Improved Complete EEMD(Ensemble Empirical Mode Decomposition) with Adaptive Noise)을 이용하여 전송 받은 뇌파를 다수의 IMF(intrinsic mode function)로 분해하고, 각 IMF별 스펙트럼 값을 구하여 배음 특성과 파워비로부터 임계값 이상의 IMFs를 구할 수 있다.

[0075] 또한, 상기 관리서버는 DWT(discrete wavelet transform)를 이용하여 전송 받은 뇌파를 복수의 부대역(subband)으로 분해하고, 각 대역의 평균, 분산, 왜도, 첨도 중 적어도 하나 이상을 구하여 프레임 별 각 부대역에서 구한 값의 변화율 중 가장 큰 변화율을 가지는 최대 변화율 부대역을 선택할 수 있다.

[0076] 상기 관리서버는 인공지능부를 더 포함할 수 있으며, 상기 인공지능부는 상기 최대 변화율 부대역 및 임계값 이상의 IMFs를 유효한 특징값으로 정의하고, AR(auto-regressive)모델 중 노이즈에 강인한 EIV(Error in Variable)모델로부터 AR 계수를 구하고, AR 계수를 인공지능 모델의 입력 벡터로 하여 착용자의 상태가 각성, 졸음, 가스 흡입, 피로, 실신 상태 중 어느 상태인지를 판단할 수 있다(도 3 참고). 한편, 뇌파분석부 및/또는 인공지능부는 관리서버에 둘 수도 있으나, 스마트 안전모 자체에 둘 수도 있다.

[0077] 관리서버는 착용자가 졸음, 가스 흡입, 실신 등 응급 상황 발생시 착용자에게 전화 연결, 응급 상황 발생 방송, 타작업자에게 알람, 안전 관리자 신속 현장 투입 등 긴급 대처를 수행할 수 있다.

[0078] 인공지능부의 정확도를 높이기 위해, 여러 작업자의 뇌파 정보를 수집하여 데이터베이스에 저장하고, 각 상황에 따른 뇌파분석 정보를 데이터베이스에 저장하고, 작업자의 시간별, 나이별, 성별, 지역별에 따라 데이터 통계치를 분석하여 데이터베이스에 저장할 수 있다. 또한, 이러한 정보들로부터 작업자들의 시간별 또는 작업별 스트레스를 분석하여 체계적인 작업자 스케줄링을 할 수 있다.

[0080] EIV를 이용한 AR 계수를 구하는 방법의 일례로는 다음의 방법을 들 수 있다.

[0081] 시스템 식별(system identification) 문제에서 오차와 잡음을 입력과 출력에 모두 나타내는 것을 EIV 모델이라 하며, 그림 2는 AR 계수 추정을 위한 EIV 기법을 나타낸 것으로 식 (1)은 1차 AR 모델로 표현되는 신호를 나타낸 것이다.

[0083] (식 1)

$$s[k] = -\sum_{i=1}^p a_i s[k-i] + u[k]$$

[0086] 여기서 $a_i (i=1, \dots, p)$ 는 AR 모델의 계수를 나타내고, $u[k]$ 는 평균이 0이고 분산이 σ_u^2 인 가산성 백색 잡음(additive white Gaussian noise; AWGN)이다. 신호 $s[k]$ 는 평균이 0이고 분산이 σ_s^2 인 AWGN $b[k]$ 가 더해져서 관측이 된다.

[0088] (식 2)

$$u[k] = s[k] + b[k]$$

[0091] 본 발명에서는 다음과 같은 특징을 갖는 EIV를 이용하여 AR 계수, 입력과 측정 잡음의 분산을 추정한다.

[0092] i) Frisch 기법의 해집합의 성질을 이용

[0093] ii) 시불변 동적 시스템(time-invariant dynamic system)의 shift 성질을 이용

[0094] iii) 공분산 행렬의 양의 정 부호 행렬(positive-definite matrix)을 만족시키는 AR 계수, 입력과 측정 잡음 분산을 동시에 추정

[0096] Frisch 기법과 shift 성질을 이용하여 잡음 평면에서의 잡음 분산이 최소가 되는 지점을 찾을 수 있다. 즉, 잡음 환경에서 예측한 AR 계수들의 오차를 최소화 시킬 수 있어 잡음에 보다 강인한 특징벡터를 추출할 수 있다.

[0098] 다음은 Λ 개의 유한 데이터에서 EIV에 기반한 AR 계수 예측 알고리즘에 대해 간략히 기술한 것이다.

[0100] 단계 1: $\mathbf{y} = (y[k-p], y[k-p+1], \dots, y[k-1], y[k])^T$ 에 대한 공분산 행렬 $\mathbf{R}_p(u) \in \mathbb{R}^{(p+1) \times (p+1)}$ 은 다음과 같이 정의된다.

[0101] (식 3)

$$[0102] \mathbf{R}_p(u) = \lim_{N \rightarrow \infty} \left[\frac{1}{N-p} \mathbf{H}_p^T(u) \mathbf{H}_p(u) \right]$$

[0103] 여기서 $\mathbf{H}_p(u)$ 는 Λ 개의 관측된 신호 $y[0], \dots, y[N-1]$ 로 구성되는 $(N-p) \times (p+1)$ Hankel 행렬이고 다음과 같다.

[0104] (식 4)

$$[0105] \mathbf{H}_p(u) = \begin{bmatrix} y[0] & y[1] & \dots & y[p] \\ y[1] & y[2] & \dots & y[p+1] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y[N-p-1] & y[N-p] & \dots & y[N-1] \end{bmatrix}$$

[0106] 실제 관측 신호의 개수 Λ 는 유한하므로, AR 계수를 추정함에 있어 공분산 행렬에 대한 추정치를 계산하여 이용해야 한다. AR 차수 p , $p+1$ 에 대해 다음과 같이 공분산의 추정을 계산한다.

[0107] (식 5)

$$[0108] \hat{\mathbf{R}}_p(u) = \frac{1}{N-p} \mathbf{H}_p^T(u) \mathbf{H}_p(u)$$

[0109] (식 6)

$$[0110] \hat{\mathbf{R}}_{p+1}(u) = \frac{1}{N-p-1} \mathbf{H}_{p+1}^T(u) \mathbf{H}_{p+1}(u)$$

[0112] 단계 2: 잡음 평면 $\mathbb{R}^2 = \{(\alpha, \beta) | \alpha \geq \beta > 0\}$ 에서 식 (7)을 만족하는 점 $\xi = (\xi_1, \xi_2)$ 에 대해 연속된 convex 곡선의 집합을 $\mathcal{S}(\hat{\mathbf{R}}_p(u))$ 라 하자.

[0113] (식 7)

$$[0114] \hat{\mathbf{R}}_p(\xi) = \hat{\mathbf{R}}_p(u) - \text{diag}[\underbrace{\beta_\xi \dots \beta_\xi}_p, \alpha_\xi] \geq 0$$

[0115] 식 (8)을 이용하여 원점과 점 $\xi = (\xi_1, \xi_2)$ 를 지나는 직선이 $\mathcal{S}(\hat{\mathbf{R}}_p(u))$ 와 만나는 점 $\mathbf{A}(\alpha_A, \beta_A)$ 는 다음과 같이 구할 수 있다.

[0116] (식 8)

$$[0117] \alpha_A = \xi_1 / \lambda_M, \quad \beta_A = \xi_2 / \lambda_M$$

[0118] 여기서 $\lambda_M = \max \text{eig} \left(\hat{\mathbf{R}}_p^{-1} \times \text{diag}[\underbrace{\xi_2, \dots, \xi_2}_p, \xi_1] \right)$ 이다. 이와 같은 방식으로 원점과 점 $\xi = (\xi_1, \xi_2)$ 를 지나는 직선이 $\mathcal{S}(\hat{\mathbf{R}}_{p+1}(u))$

와 만나는 점 $B(\alpha_B, \beta_B)$ 또한 구할 수 있다.

[0119] 단계 3: 다음의 관계를 이용하여 $\hat{R}_p(A)$, $\hat{R}_{p+1}(B)$, $\underline{\theta}(A)$ 를 계산한다.

[0120] (식 9)

$$\hat{R}_p(A) = \hat{R}_p(y) - \text{diag}[\underbrace{\beta_A, \dots, \beta_A}_p, \alpha_A]$$

[0122] (식 10)

$$\hat{R}_{p+1}(B) = \hat{R}_{p+1}(y) - \text{diag}[\underbrace{\beta_B, \dots, \beta_B}_{p+1}, \alpha_B]$$

[0124] (식 11)

$$\hat{R}_p(A) \underline{\theta}(A) = 0$$

[0126] 여기서 $\underline{\theta}(A)$ 는 점 A 를 이용하여 구한 AR 계수 $\underline{\theta} = [a_p, \dots, a_1, 1]^T$ 를 의미한다.

[0127] 단계 4: $\bar{\theta}(A) = [0, \underline{\theta}(A)^T]^T$ 일 때, 식 (12)에 주어진 SR 비용함수(shifted relation cost function)를 계산한다.

[0128] (식 12)

$$\begin{aligned} J(A, B) &= \|\hat{R}_{p+1}(B) \bar{\theta}(A)\|^2 \\ &= \bar{\theta}(A)^T \hat{R}_{p+1}^2(B) \bar{\theta}(A) \end{aligned}$$

[0130] 단계 5: SR 비용함수 $J(A, B)$ 를 최소화 하는 분산 $A^* = (\alpha^*, \beta^*)$ 를 탐색한다.

[0131] 단계 6: $A^* = (\alpha^*, \beta^*)$ 와 일치하는 AR 계수 벡터 $\underline{\theta} = [a_p, a_{p-1}, \dots, a_1, 1]^T$ 를 구한다.

[0133] 전술한 각 실시예에서 예시된 특징, 구조 및 효과 등은 실시예들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의하여 다른 실시예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다. 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0135] 100 : 바디

200 : 너과감지 센서

300 : 알람발생 장치

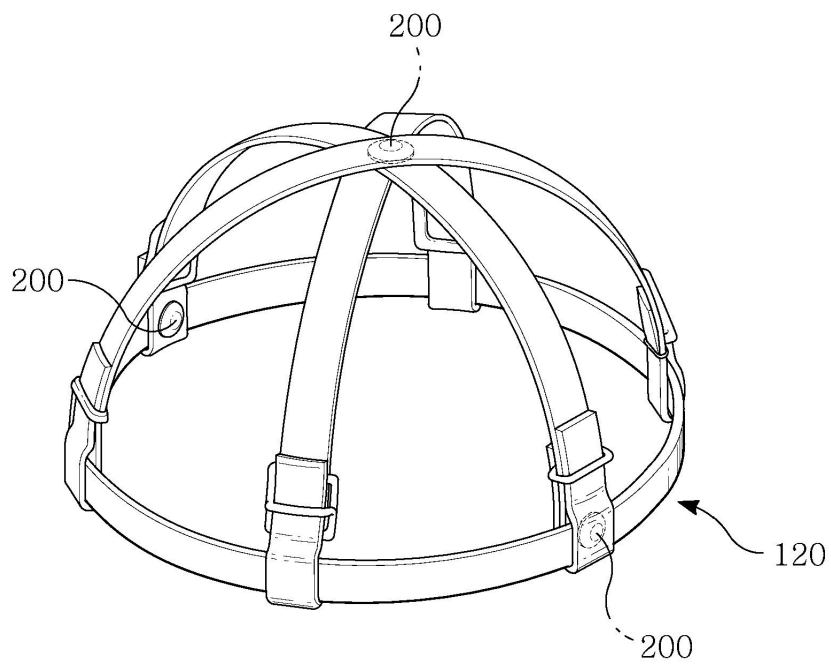
400 : 모듈

500 : 전원부

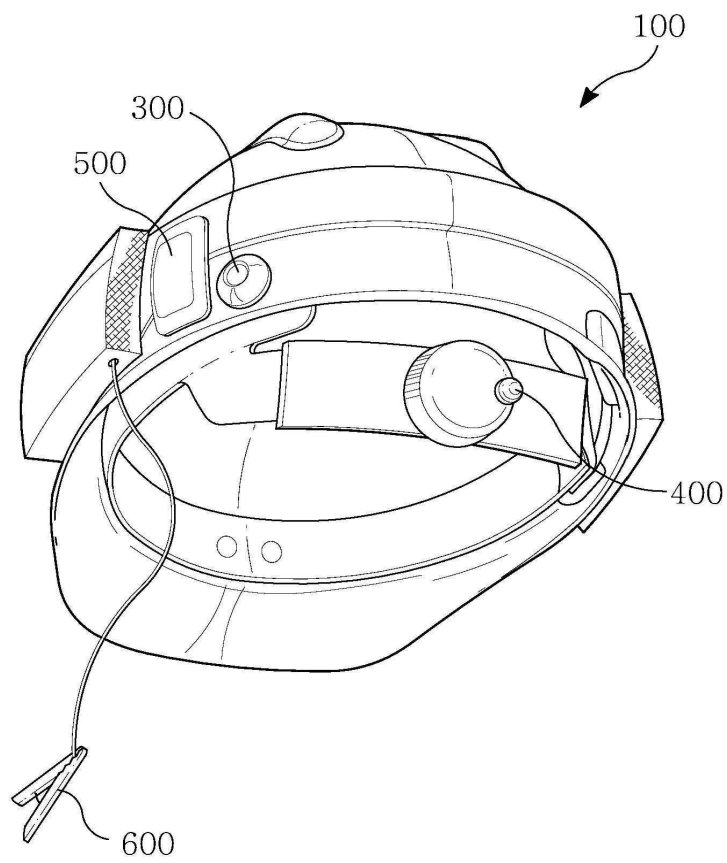
600 : 그라운드 전극

도면

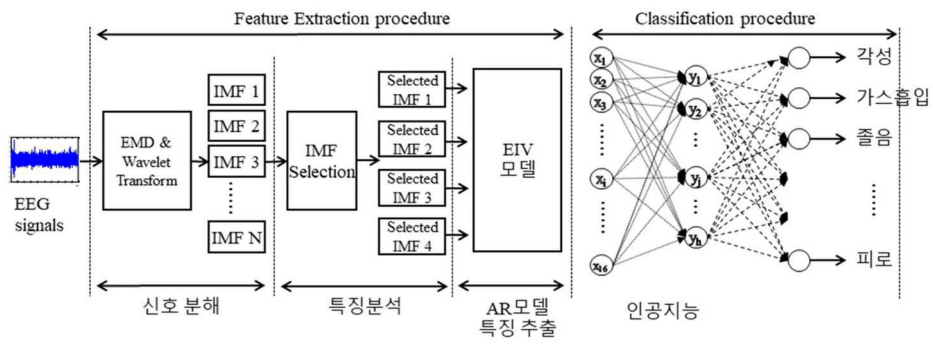
도면1



도면2



도면3



专利名称(译)	基于脑电图的智能智能头发和管理系统		
公开(公告)号	KR1020190082156A	公开(公告)日	2019-07-09
申请号	KR1020180173625	申请日	2018-12-31
[标]发明人	한형섭 한용석 송경영 권오국		
发明人	한형섭 한용석 송경영 권오국		
IPC分类号	A42B3/04 A42B3/30 A61B5/00 A61B5/0476 G06F3/01 G06K19/077		
CPC分类号	A42B3/046 A42B3/30 A61B5/0476 A61B5/746 G06F3/015 G06K19/07743 G06F2203/011		
优先权	1020170184360 2017-12-29 KR		
其他公开文献	KR102103832B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及一种智能安全帽，其包括：能够安装在佩戴者头部上的主体；一种用于感测佩戴者头部的脑电图的脑电图感测传感器，该传感器安装成与佩戴者头部的额叶，枕叶和顶叶中的至少一个或多个接触；无线通信单元，用于与外部进行无线发送和接收；和动力装置，以及智能安全帽管理系统。

