



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0092242
(43) 공개일자 2019년08월07일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/08 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)
A61B 5/0416 (2006.01) A61B 5/1455 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
A61B 5/08 (2013.01)
A61B 5/0416 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2018-0149342</p> <p>(22) 출원일자 2018년11월28일
심사청구일자 없음</p> <p>(30) 우선권주장
1020180010982 2018년01월29일 대한민국(KR)</p> | <p>(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
서울대학교병원
서울특별시 종로구 대학로 101(연건동)</p> <p>(72) 발명자
신현순
세종특별자치시 시청대로 210, 1001동 702호
강도형
서울특별시 종로구 창경궁로 265, 102동 1604호
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
특허법인이상</p> |
|---|--|

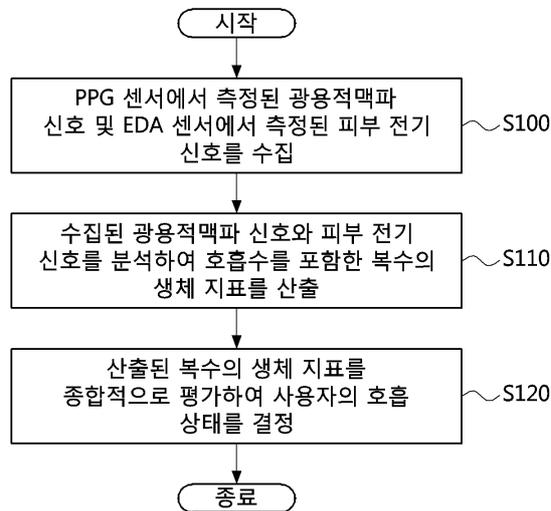
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 방법 및 장치

(57) 요약

생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 방법 및 장치가 개시된다. 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 방법은, PPG(Photo-Plethysmograph) 센서에서 측정된 광용적맥파 신호 및 EDA(Electrodermal Activity) 센서에서 측정된 피부 전기 신호를 수집하는 단계, 수집된 광용적맥파 신호와 피부 전기 신호를 분석하여 호흡수를 포함한 복수의 생체 지표를 산출하는 단계 및 산출한 복수의 생체 지표를 종합적으로 평가하여 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

A61B 5/14551 (2013.01)

A61B 5/7225 (2013.01)

A61B 5/7235 (2013.01)

A61B 5/7275 (2013.01)

(72) 발명자

함찬영

대전광역시 유성구 노은동로 219, 303동 1702호

남승윤

부산광역시 수영구 광안해변로 100, 211동 1113호

로렌조

대전광역시 서구 만년로18번길 36, 104호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 R0112-15-1005

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터(IITP)

연구사업명 IT.SW융합산업원천기술개발사업

연구과제명 심리인지 기반 안전한 병영 생활관리 시스템 기술 개발

기여율 1/1

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2016.09.01 ~ 2017.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 방법으로,

PPG(Photo-Plethysmograph) 센서에서 측정된 광용적맥파 신호 및 EDA(Electrodermal Activity) 센서에서 측정된 피부 전기 신호를 수집하는 단계;

수집된 광용적맥파 신호와 피부 전기 신호를 분석하여, 호흡수를 포함한 복수의 생체 지표를 산출하는 단계; 및 산출한 복수의 생체 지표를 종합적으로 평가하여 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계를 포함하는, 호흡 상태를 판단하기 위한 방법.

청구항 2

청구항 1에서,

상기 복수의 생체 지표를 산출하는 단계는,

상기 광용적맥파 신호를 대역통과 필터링하여 호흡 신호를 추출하는 단계; 및

추출된 호흡 신호에 대하여 세그먼트(segment) 단위로 주파수 분석을 수행하여 호흡수를 산출하는 단계를 포함하는, 호흡 상태를 판단하기 위한 방법.

청구항 3

청구항 2에서,

상기 주파수 분석을 수행하여 호흡수를 산출하는 단계는,

연속된 세그먼트들이 공유하는 최적의 샘플 데이터 크기를 결정하는 단계를 포함하는, 호흡 상태를 판단하기 위한 방법.

청구항 4

청구항 3에서,

상기 최적의 샘플 데이터 크기($\beta \cdot N$)는,

N 의 샘플수를 대상으로 하고, 각 세그먼트의 크기가 $\alpha \cdot N$ 일때, 수학적

$$\alpha \cdot N + x \cdot y = N$$

$$\text{where, } y = (\alpha \cdot N) - (\beta \cdot \alpha \cdot N)$$

$$x = 1/\alpha \cdot ((1-\alpha))/((1-\beta))$$

에 따른 관계를 만족하도록 결정되는, 호흡 상태를 판단하기 위한 방법.

청구항 5

청구항 1에서,

상기 복수의 생체 지표는,

혈중 산소 포화도 및 피부 전기 전도도를 더 포함하는, 호흡 상태를 판단하기 위한 방법.

청구항 6

청구항 5에서,

상기 광용적맥파 신호는,

660nm 및 940nm 의 파장을 갖는 빛이 반사되어 획득되는 신호인, 호흡 상태를 판단하기 위한 방법.

청구항 7

청구항 6에서,

상기 복수의 생체 지표를 산출하는 단계는,

상기 광용적맥파 신호에서 660nm 파장에 따른 신호 및 940nm 파장에 따른 신호를 각각 직류 신호 대비 교류 신호의 비율로 정규화하는 단계; 및

정규화된 660nm 파장에 따른 신호와 정규화된 940nm 파장에 따른 신호 사이의 비율을 이용하여 상기 혈중 산소 포화도를 산출하는 단계를 포함하는, 호흡 상태를 판단하기 위한 방법.

청구항 8

청구항 5에서,

상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는,

상기 호흡수가 정상 임계치 범위 내에 속하고, 상기 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 크고, 상기 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 작으면, 상기 호흡 상태를 '호흡 정상 상태'로 결정하는, 호흡 상태를 판단하기 위한 방법.

청구항 9

청구항 5에서,

상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는,

상기 호흡수가 정상 임계치 범위내에 속하고,

상기 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 작거나 상기 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 크면,

상기 호흡 상태를 '신체 또는 심리적 이상 상태'로 결정하는, 호흡 상태를 판단하기 위한 방법.

청구항 10

청구항 5에서,

상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는,

상기 호흡수가 정상 임계치 범위의 최대값보다 크고,

상기 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 작으면,

상기 호흡 상태를 '과호흡에 따른 산소량 부족 증세를 동반한 호흡 곤란 상태'로 결정하는, 호흡 상태를 판단하기 위한 방법.

청구항 11

청구항 5에서,

상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는,

상기 호흡수가 정상 임계치 범위의 최대값보다 크고,

상기 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 크면,

상기 호흡 상태를 '과호흡에 따른 피부 끈적임 증세를 동반한 호흡 곤란 상태'로 결정하는, 호흡 상태를 판단하기 위한 방법.

청구항 12

청구항 5에서,
 상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는,
 상기 호흡수가 정상 임계치 범위 밖에 있고,
 상기 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 작으며,
 상기 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 크면,
 상기 호흡 상태를 '호흡 응급 상태'로 결정하는, 호흡 상태를 판단하기 위한 방법.

청구항 13

생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 장치로,
 적어도 하나의 프로세서(processor); 및
 상기 적어도 하나의 프로세서가 적어도 하나의 단계를 수행하도록 지시하는 명령어들(instructions)을 저장하는 메모리(memory)를 포함하고,
 상기 적어도 하나의 단계는,
 PPG(Photo-Plethysmograph) 센서에서 측정된 광용적맥파 신호 및 EDA(Electrodermal Activity) 센서에서 측정된 피부 전기 신호를 수집하는 단계;
 수집된 광용적맥파 신호와 피부 전기 신호를 분석하여, 호흡수를 포함한 복수의 생체 지표를 산출하는 단계; 및
 산출한 복수의 생체 지표를 종합적으로 평가하여 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계를 포함하는, 호흡 상태를 판단하기 위한 장치.

청구항 14

청구항 13에서,
 상기 복수의 생체 지표를 산출하는 단계는,
 상기 광용적맥파 신호를 대역통과 필터링하여 호흡 신호를 추출하는 단계; 및
 추출된 호흡 신호에 대하여 세그먼트(segment) 단위로 주파수 분석을 수행하여 호흡수를 산출하는 단계를 포함하는, 호흡 상태를 판단하기 위한 장치.

청구항 15

청구항 14에서,
 상기 주파수 분석을 수행하여 호흡수를 산출하는 단계는,
 연속된 세그먼트들이 공유하는 최적의 샘플 데이터 크기를 결정하는 단계를 포함하는, 호흡 상태를 판단하기 위한 장치.

청구항 16

청구항 15에서,
 상기 최적의 샘플 데이터 크기($\beta \cdot N$)는,

N의 샘플수를 대상으로 하고, 각 세그먼트의 크기가 $\alpha \cdot N$ 일때, 수학적식

$$\alpha \cdot N + x \cdot y = N$$

where, $y = (\alpha \cdot N) - (\beta \cdot \alpha \cdot N)$

$$x = 1/\alpha \cdot ((1-\alpha))/((1-\beta))$$

에 따른 관계를 만족하도록 결정되는, 호흡 상태를 판단하기 위한 장치.

청구항 17

청구항 13에서,

상기 복수의 생체 지표는,

혈중 산소 포화도 및 피부 전기 전도도를 더 포함하는, 호흡 상태를 판단하기 위한 장치.

청구항 18

청구항 17에서,

상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는,

상기 호흡수가 정상 임계치 범위 내에 속하고, 상기 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 크고, 상기 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 작으면, 상기 호흡 상태를 '호흡 정상 상태'로 결정하는, 호흡 상태를 판단하기 위한 방법.

청구항 19

청구항 17에서,

상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는,

상기 호흡수가 정상 임계치 범위내에 속하고,

상기 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 작거나 상기 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도 값보다 크면,

상기 호흡 상태를 '신체 또는 심리적 이상 상태'로 결정하는, 호흡 상태를 판단하기 위한 방법.

청구항 20

생체신호를 이용하여 분당 호흡수를 산출하기 위한 방법으로,

PPG(Photo-Plethysmograph) 센서에서 측정된 광용적맥파 신호를 수집하는 단계;

상기 광용적맥파 신호를 대역통과 필터링하여 호흡 신호를 추출하는 단계; 및

추출된 호흡 신호에 대하여 세그먼트(segment) 단위로 주파수 분석을 수행하여 호흡수를 산출하는 단계를 포함하는, 분당 호흡수를 산출하기 위한 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 방법 및 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 광용적맥파(Photo-Plethysmograph, PPG) 신호로부터 호흡수, 산소포화도를 산출하고, EDA(Electrodermal Activity) 신호로부터 피부전기전도도를 산출한 후, 산출한 복수의 생체 지표들을 종합하여 호흡 상태를 결정하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 공황장애 또는 정서불안 환자, 선천성 심장질환 신생아, 중환자실 환자, 노인 등에 대한 건강 상태를 판단하는데 중요한 요소 중 하나는 호흡 상태이다.
- [0003] 호흡 상태를 관찰함으로써 대상자의 건강 상태 변화를 신속하게 감지할 수 있다. 이때, 대상자에 대하여, 기도(숨길)가 막혔을 때(질식), 질병(또는 폐렴), 호흡기 이상(폐기종이나 천식 등), 감전, 쇼크, 물에 빠졌을 때, 심장발작, 심장병, 가슴이나 폐에 손상을 입었을 때, 알레르기가 있을 때(음식물, 곤충에 물렸을 때), 약품, 중독(독물 흡입 또는 섭취) 등의 경우에 호흡 응급 상태로 판단할 수 있다.
- [0004] 따라서, 호흡 응급 상태에서 가장 흔하게 나타나는 현상인 호흡곤란을 일상생활이나 의료기관에서 정확하고 신속하게 감지하고 대처해야 한다.
- [0005] 한편, 최근에는 스마트밴드, 패드 등의 웨어러블 장치(wearable device)와 무선 통신을 이용한 모바일 단말이 보급됨에 따라 이러한 장치들을 이용하여 호흡 상태를 감지하는 연구가 증가하고 있다.
- [0006] 그런데, 대부분의 기존 방법은 일상생활에서 쉽게 모니터링하기 어려운 장치를 부착해야하거나, 단순히 호흡수를 지표로 호흡 상태를 판단하기 때문에 정확도와 활용성이 낮은 문제가 있다.
- [0007] 따라서, 대상자에게 나타날 수 있는 여러 생체 신호들을 종합하여 더 정밀하고 신속하게 호흡 상태를 판단할 수 있는 방안이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 방법을 제공하는 데 있다.
- [0009] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 다른 목적은, 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 장치를 제공하는 데 있다.
- [0010] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 또 다른 목적은, 생체신호를 이용하여 분당 호흡수를 산출하기 위한 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면은, 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 방법을 제공한다.
- [0012] 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 방법은, PPG(Photo-Plethysmograph) 센서에서 측정된 광용적맥파 신호 및 EDA(Electrodermal Activity) 센서에서 측정된 피부 전기 신호를 수집하는 단계, 수집된 광용적맥파 신호와 피부 전기 신호를 분석하여, 호흡수를 포함한 복수의 생체 지표를 산출하는 단계 및 산출한 복수의 생체 지표를 종합적으로 평가하여 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 복수의 생체 지표를 산출하는 단계는, 상기 광용적맥파 신호를 대역통과 필터링하여 호흡 신호를 추출하는 단계 및 추출된 호흡 신호에 대하여 세그먼트(segment) 단위로 주파수 분석을 수행하여 호흡수를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 주파수 분석을 수행하여 호흡수를 산출하는 단계는, 연속된 세그먼트들이 공유하는 최적의 샘플 데이터 크기를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 최적의 샘플 데이터 크기($\beta \cdot N$)는, N 의 샘플수를 대상으로 하고, 각 세그먼트의 크기가 $\alpha \cdot N$ 일때, 수학적

$$\alpha \cdot N + x \cdot y = N$$

$$\text{where, } y = (\alpha \cdot N) - (\beta \cdot \alpha \cdot N)$$

$$x = 1/\alpha \cdot ((1-\alpha))/((1-\beta))$$

- [0016]
- [0017] 에 따른 관계를 만족하도록 결정될 수 있다.
- [0018] 상기 복수의 생체 지표는, 혈중 산소 포화도 및 피부 전기 전도도를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 광용적맥파 신호는, 660nm 및 940nm 의 파장을 갖는 빛이 반사되어 획득되는 신호일 수 있다.
- [0020] 상기 복수의 생체 지표를 산출하는 단계는, 상기 광용적맥파 신호에서 660nm 파장에 따른 신호 및 940nm 파장에 따른 신호를 각각 직류 신호 대비 교류 신호의 비율로 정규화하는 단계 및 정규화된 660nm 파장에 따른 신호와 정규화된 940nm 파장에 따른 신호 사이의 비율을 이용하여 상기 혈중 산소 포화도를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 혈중 산소 포화도를 산출하는 단계는, 정규화된 660nm 파장에 따른 신호와 정규화된 940nm 파장에 따른 신호 사이의 비율에 대하여 선형 비례 관계를 갖는 상기 혈중 산소 포화도를 산출할 수 있다.
- [0022] 상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는, 상기 호흡수가 정상 임계치 범위 내에 속하고, 상기 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 크고, 상기 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 작으면, 상기 호흡 상태를 '호흡 정상 상태'로 결정할 수 있다.
- [0023] 상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는, 상기 호흡수가 정상 임계치 범위내에 속하고, 상기 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 작거나 상기 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 크면, 상기 호흡 상태를 '신체 또는 심리적 이상 상태'로 결정할 수 있다.
- [0024] 상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는, 상기 호흡수가 정상 임계치 범위의 최대값보다 크고, 상기 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 작으면, 상기 호흡 상태를 '과호흡에 따른 산소량 부족 증세를 동반한 호흡 곤란 상태'로 결정할 수 있다.
- [0025] 상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는, 상기 호흡수가 정상 임계치 범위의 최대값보다 크고, 상기 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 크면, 상기 호흡 상태를 '과호흡에 따른 피부 끈적임 증세를 동반한 호흡 곤란 상태'로 결정할 수 있다.
- [0026] 상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는, 상기 호흡수가 정상 임계치 범위 밖에 있고, 상기 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 작으며, 상기 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 크면, 상기 호흡 상태를 '호흡 응급 상태'로 결정할 수 있다.
- [0027] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 측면은, 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 장치를 제공한다.
- [0028] 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 장치는, 적어도 하나의 프로세서(processor) 및 상기 적어도 하나의 프로세서가 적어도 하나의 단계를 수행하도록 지시하는 명령어들(instructions)을 저장하는 메모리(memory)를 포함할 수 있다.
- [0029] 상기 적어도 하나의 단계는, PPG(Photo-Plethysmograph) 센서에서 측정된 광용적맥파 신호 및 EDA(Electrodermal Activity) 센서에서 측정된 피부 전기 신호를 수집하는 단계, 수집된 광용적맥파 신호와 피부 전기 신호를 분석하여, 호흡수를 포함한 복수의 생체 지표를 산출하는 단계 및 산출한 복수의 생체 지표를 종합적으로 평가하여 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0030] 상기 복수의 생체 지표를 산출하는 단계는, 상기 광용적맥파 신호를 대역통과 필터링하여 호흡 신호를 추출하는 단계 및 추출된 호흡 신호에 대하여 세그먼트(segment) 단위로 주파수 분석을 수행하여 호흡수를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0031] 상기 주파수 분석을 수행하여 호흡수를 산출하는 단계는, 연속된 세그먼트들이 공유하는 최적의 샘플 데이터 크기를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0032] 상기 최적의 샘플 데이터 크기($\beta \cdot N$)는, N 의 샘플수를 대상으로 하고, 각 세그먼트의 크기가 $\alpha \cdot N$ 일때, 수학적 식

$$\alpha \cdot N + x \cdot y = N$$

$$\text{where, } y = (\alpha \cdot N) - (\beta \cdot \alpha \cdot N)$$

$$x = 1/\alpha \cdot ((1-\alpha))/((1-\beta))$$

[0033]

[0034] 에 따른 관계를 만족하도록 결정될 수 있다.

[0035] 상기 복수의 생체 지표는, 혈중 산소 포화도 및 피부 전기 전도도를 더 포함할 수 있다.

[0036] 상기 광용적맥파 신호는, 660nm 및 940nm 의 파장을 갖는 빛이 반사되어 획득되는 신호일 수 있다.

[0037] 상기 복수의 생체 지표를 산출하는 단계는, 상기 광용적맥파 신호에서 660nm 파장에 따른 신호 및 940nm 파장에 따른 신호를 각각 직류 신호 대비 교류 신호의 비율로 정규화하는 단계 및 정규화된 660nm 파장에 따른 신호와 정규화된 940nm 파장에 따른 신호 사이의 비율을 이용하여 상기 혈중 산소 포화도를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0038] 상기 혈중 산소 포화도를 산출하는 단계는, 정규화된 660nm 파장에 따른 신호와 정규화된 940nm 파장에 따른 신호 사이의 비율에 대하여 선형 비례 관계를 갖는 상기 혈중 산소 포화도를 산출할 수 있다.

[0039] 상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는, 상기 호흡수가 정상 임계치 범위 내에 속하고, 상기 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 크고, 상기 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 작으면, 상기 호흡 상태를 '호흡 정상 상태'로 결정할 수 있다.

[0040] 상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는, 상기 호흡수가 정상 임계치 범위내에 속하고, 상기 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 작거나 상기 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 크면, 상기 호흡 상태를 '신체 또는 심리적 이상 상태'로 결정할 수 있다.

[0041] 상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는, 상기 호흡수가 정상 임계치 범위의 최대값보다 크고, 상기 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 작으면, 상기 호흡 상태를 '과호흡에 따른 산소량 부족 증세를 동반한 호흡 곤란 상태'로 결정할 수 있다.

[0042] 상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는, 상기 호흡수가 정상 임계치 범위의 최대값보다 크고, 상기 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 크면, 상기 호흡 상태를 '과호흡에 따른 피부 근적외선 증세를 동반한 호흡 곤란 상태'로 결정할 수 있다.

[0043] 상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는, 상기 호흡수가 정상 임계치 범위 밖에 있고, 상기 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 작으며, 상기 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 크면, 상기 호흡 상태를 '호흡 응급 상태'로 결정할 수 있다.

[0044] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 측면은, 생체신호를 이용하여 분당 호흡수를 산출하기 위한 방법을 제공한다.

[0045] 생체신호를 이용하여 분당 호흡수를 산출하기 위한 방법은, PPG(Photo-Plethysmograph) 센서에서 측정된 광용적맥파 신호를 수집하는 단계, 상기 광용적맥파 신호를 대역통과 필터링하여 호흡 신호를 추출하는 단계 및 추출된 호흡 신호에 대하여 세그먼트(segment) 단위로 주파수 분석을 수행하여 호흡수를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0046] 상기와 같은 본 발명에 따른 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 방법 및 장치를 이용할 경우에는 웨어러블 기기를 이용하여 편리하고 정밀하게 호흡 상태를 판단할 수 있다.

[0047] 또한, 단순히 호흡수만을 이용하는 것이 아니라 복합적인 지표들을 이용하므로 호흡 곤란에 따른 피부 혈색 변화나 산소 부족까지 파악하여 대처할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0048] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 방법을 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 장치의 기능 모듈을 도시한 블록도이다.
- 도 3은 광용적맥파 신호를 통해 호흡률 신호와 호흡 운동 신호를 추출한 그래프이다.
- 도 4는 호흡 신호에 대하여 세그먼트 단위로 주파수 분석을 수행하는 방법을 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡수를 산출하기 위한 방법에 대한 흐름도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 방법에 대한 흐름도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡수를 산출하는 과정을 구체화한 흐름도이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하는 과정을 구체화한 흐름도이다.
- 도 8은 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 장치에 대한 하드웨어 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0049] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.
- [0050] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0051] 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.
- [0052] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0053] 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 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0054] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0056] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단

하기 위한 방법을 설명하기 위한 예시도이다.

- [0057] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡 상태를 판단하기 위한 방법은 사용자가 손쉽게 착용할 수 있는 웨어러블 장치(100, 이하에서 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 장치로 지칭할 수 있음)에서 수행될 수 있다. 여기서 웨어러블 장치(100)는 사용자의 머리, 손목, 얼굴, 팔뚝 등에 대하여, 일부를 감싸는 밴드형, 끝부분이나 외곽을 짚는 집게형, 전체를 둘러싸는 완장형 등의 형태로 구현될 수 있다. 또한, 또한, 웨어러블 장치(100)는 손목 시계나 아대 등과 같이 종래에 사용자가 착용할 수 있는 여러 기구에 결합 또는 결합되어 구현될 수 있다.
- [0058] 한편, 웨어러블 장치(100)는 PPG(Photo-Plethysmograph) 센서(102)와 EDA(Electrodermal Activity) 센서(109)를 포함할 수 있다. 여기서 PPG 센서(102)는 웨어러블 장치(100)가 사용자의 신체와 접촉하는 일면에 내장될 수 있으며, 발광 LED를 이용한 빛을 조사하고, 신체로부터 수신된 반사파를 통해 사용자의 맥파를 측정하는 센서일 수 있다. 더 상세하게 PPG 센서(102)는 660nm 또는 940 nm의 파장에 해당하는 빛을 조사하는 광전 소자를 포함할 수 있다.
- [0059] EDA 센서(109)는 피부의 전기적 특징 변화를 감지하는 센서일 수 있다. 또한, EDA 센서(109)는 사람의 GSR(galvanix skin response)를 감지하는 센서로 지칭될 수도 있다.
- [0060] 본 발명의 일 실시예에 따른 웨어러블 장치(100)는 PPG 센서(102)를 이용하여 측정된 광용적맥파 신호를 분석하여 생체 지표로서 호흡수(또는 호흡률, 106a)와 산소포화도(또는 호흡량, 108a)를 산출할 수 있고, EDA 센서(109)로부터 측정된 피부의 전기적 신호를 분석하여 피부전기전도도(112a)를 산출할 수 있다.
- [0061] 다음으로, 웨어러블 장치(100)는 호흡수(106a), 산소포화도(108a), 및 피부전기전도도(112a)를 종합적으로 평가하여 사용자의 호흡 상태를 판단할 수 있다. 이때, 호흡수(106)에 우선 순위를 부여하여 호흡수(106)로 1차적 호흡 상태를 평가하고, 평가 결과에 산소포화도(108a) 및/또는 피부전기전도도(112a)를 추가로 고려함으로써, 최종적인 호흡 상태를 평가할 수 있다. 또한, 호흡수(106a), 산소포화도(108a), 피부전기전도도(112a)에 각각 가중치를 부여하거나 복합적으로 고려하여 사용자의 호흡 상태를 평가할 수도 있다.
- [0062] 본 발명에서 지칭하는 호흡수는 분당 또는 단위시간당 산출된 호흡수를 의미할 수 있으며, 호흡률로 혼용하여 지칭될 수도 있다.
- [0063] 여기서 웨어러블 장치(100)에서 생체 지표를 산출하고, 호흡 상태를 판단하는 것을 전제로 설명하지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어 웨어러블 장치(100)로부터 측정된 생체 신호를 수신하고, 외부의 서버 또는 사용자 단말에서 생체 지표를 산출하고, 호흡 상태를 판단할 수도 있다.
- [0065] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 장치의 기능 모듈을 도시한 블록도이다.
- [0066] 도 2를 참조하면, 도 1에 따른 웨어러블 장치 또는 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 장치(100)에 대한 세부 기능 모듈을 확인할 수 있다.
- [0067] 먼저, PPG 센서(102)에서 측정된 광용적맥파 신호는 하드웨어 필터(HW 필터, 103)를 통해 호흡이나 심박과 관련 없는 신호(전원 신호 또는 신호잡음 등)를 필터링할 수 있다. 이때, 하드웨어 필터(103)는 불필요한 신호를 제거하는 필터로서 대역 소거 필터(band-stop filter)로 지칭될 수도 있다. 하드웨어 필터(103)를 통해 필터링된 신호는 아날로그-디지털 변환기(104)를 통해 디지털 신호로 변환될 수 있다.
- [0068] 디지털 신호로 변환된 광용적맥파 신호는 호흡 신호 추출을 위한 대역 통과 필터(band-pass filter, 105)를 통해 호흡 신호에 상응하는 주파수만 추출될 수 있다. 호흡수 산출 모듈(106)은, 호흡 신호 추출을 위한 대역 통과 필터(105)에서 추출된 호흡 신호 주파수를 분석하여 호흡수를 산출할 수 있다.
- [0069] 또한, 디지털 신호로 변환된 광용적맥파 신호는 심박 신호 추출을 위한 대역 통과 필터(107)를 통해 심박 신호에 상응하는 주파수만 추출될 수 있다. 산소량 산출 모듈(108)은, 심박 신호 추출을 위한 대역 통과 필터(107)에서 추출된 심박 신호 주파수를 분석하여 혈중 산소 포화도를 산출할 수 있다.
- [0070] 여기서 심박 신호 추출을 위한 대역 통과 필터(107)와 호흡 신호 추출을 위한 대역 통과 필터(105)는 각각 도면에 도시하였으나, 하나의 기능 모듈로 구현될 수도 있다.

- [0071] 한편, EDA 센서(109)에서 측정된 피부 전기 신호는 하드웨어 필터(110)를 통해 피부 전기 신호와 관련없는 신호(전원 신호 또는 신호잡음 등)를 필터링할 수 있다. 하드웨어 필터(110)를 통해 필터링된 신호는 아날로그-디지털 변환기(111)를 통해 디지털 신호로 변환될 수 있다.
- [0072] 디지털 신호로 변환된 피부 전기 신호는 피부 전기 전도도를 측정하기 위한 대역 통과 필터(113)를 거쳐 피부 전기 전도도를 측정하는데 필요한 주파수만 추출될 수 있다. 다음으로, 피부 전기 전도도 산출 모듈(114)은, 대역 통과 필터(113)를 통해 추출된 피부 전기 주파수를 분석하여 피부 전기 전도도를 산출할 수 있다.
- [0073] 호흡 상태 판단 엔진(115)은 호흡수 산출 모듈(106), 산소량 산출 모듈(108), 피부 전기 전도도 산출 모듈(114)을 통해 산출된 생체 지표(호흡수, 산소 포화도, 피부 전기 전도도)를 종합적으로 고려하여 대상자의 호흡 상태를 결정할 수 있다.
- [0074] 호흡 상태 판단 엔진(115)에서 결정한 최종 호흡 상태 및/또는 호흡수는 결과 출력 UI(116, 또는 디스플레이부)를 통해 사용자에게 표시되거나, 외부의 결과 전송 통신 인터페이스(117, 또는 통신 모듈)를 통해 외부의 서버나 사용자 단말로 전송될 수 있다.
- [0076] 도 3은 광용적맥파 신호를 통해 호흡률 신호와 호흡 운동 신호를 추출한 그래프이다. 도 4는 호흡 신호에 대하여 세그먼트 단위로 주파수 분석을 수행하는 방법을 설명하기 위한 예시도이다.
- [0077] 도 3을 참조하면, 상용 호흡 측정 시스템(BIOPAC Systems Inc., MP150, RESP100C)을 이용하여 측정된 실제 흉부의 호흡 운동 신호를, PPG 센서를 통해 획득된 광용적맥파 신호(31) 및 광용적맥파 신호(31)로부터 산출한 호흡수 신호(32)와 비교한 그래프이다.
- [0078] 먼저, 광용적맥파 신호(31)는 대역 통과 필터(105)를 거쳐 호흡 신호가 추출될 수 있다. 구체적으로, 도 2의 호흡 신호 추출을 위한 대역 통과 필터(105)는 다음의 수학적 식 1에 따라 호흡 신호를 추출할 수 있다.

수학적 식 1

$$Y(t) = X(t) \sum_{k=0}^N b(k) \cdot z^{-k} + Y(t) \sum_{k=1}^M a(k) \cdot z^{-k}$$

- [0079]
- [0080] 수학적 식 1을 참조하면, X(t)는 디지털 신호로 변환된 광용적맥파 신호를 의미할 수 있고, Y(t)는 추출되는 호흡 신호를 의미할 수 있으며, a(k)와 b(k)는 대역 통과 필터 계수를 의미할 수 있다.
- [0081] 한편, 수학적 식 1에 따라 산출된 호흡 신호는 세그먼트 단위로 주파수 분석이 수행될 수 있다. 도 4를 참조하면, N개의 호흡 신호 샘플들에 대하여 n개의 세그먼트 단위들로 분할하고, 분할된 각 세그먼트 단위에 대하여 주파수 분석을 수행할 수 있다.
- [0082] 이때, 각 세그먼트의 샘플수는 전체 샘플수 N을 기준으로 α 의 비례상수를 갖는 $\alpha \cdot N$ 샘플수로 정의될 수 있고, 연속된 세그먼트들은 서로 중첩된 $\beta \cdot N$ 의 샘플수를 공유할 수 있다. 즉, 세그먼트 1에 대하여 시간적으로 뒤에 있는 $\beta \cdot N$ 개의 샘플은 세그먼트 2의 초기 샘플들로 사용될 수 있고, 이처럼 공유되는 샘플수를 최적으로 결정함으로써 더 정확한 주파수 분석이 가능할 수 있다.
- [0083] 예를 들어, 연속된 세그먼트들이 공유하는 분석 샘플수 $\beta \cdot N$ 의 크기는, 다음의 수학적 식 2를 통해 최적의 크기를 갖도록 결정될 수 있다.

수학적 식 2

$$\alpha \cdot N + x \cdot y = N$$

where, $y = (\alpha \cdot N) - (\beta \cdot \alpha \cdot N)$

$$x = 1/\alpha \cdot ((1-\alpha))/((1-\beta))$$

[0084]

[0085] 수학적 식 2에 x와 y값을 대입하고, 전체 샘플수 N을 대입하면, 세그먼트의 크기 비례 상수 α와 공유 분석 샘플수에 대한 비례 상수 β 사이의 관계를 결정할 수 있다. 또한, 수학적 식 2에 따른 관계에서, 세그먼트들의 개수 n은 다음의 수학적 식 3과 같이 결정될 수 있다.

수학적 식 3

$$n=1+x$$

[0086]

[0087] 수학적 식 3에서 변수 x는 수학적 식 2를 참조할 수 있다. 즉, 수학적 식 2와 수학적 식 3의 관계식을 통해 연속된 세그먼트들이 공유하는 최적의 샘플 데이터 크기가 결정될 뿐만 아니라, 주파수 분석을 위한 세그먼트 개수를 결정할 수 있다.

[0088] 따라서, 실시간으로 수집되는 호흡 신호를 FIFO(선입선출, First-In-First-Out) 방식으로 도 3 및 수학적 식 2에 따른 세그먼트 단위로 분석함으로써 호흡수를 산출할 수 있다. 이때, 각 세그먼트 단위에 대하여 아래의 수학적 식 4를 이용한 주파수 변환을 하고, 주파수 도메인에서 호흡신호를 분석함으로써 호흡수를 산출할 수 있다.

수학적 식 4

$$Y(f) = \sum_{t=0}^{\frac{T}{2}-1} Y(2t)e^{-\frac{j2\pi(2t)f}{T}} + \sum_{t=0}^{\frac{T}{2}-1} Y(2t+1)e^{-\frac{j2\pi(2t+1)f}{T}}$$

[0089]

[0090] 수학적 식 4를 참조하면, 호흡 신호(Y(t))를 주파수 도메인으로 변환한 신호(Y(f))가 도출되는 수식을 확인할 수 있다.

[0091] 도 3을 참조하면, 산출된 호흡수를 시간에 따라 나타낸 신호(32)를 확인할 수 있으며, 이때 분당 호흡수를 호흡률로 정의할 수 있다.

[0093] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 방법에 대한 흐름도이다. 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 호흡수를 산출하는 과정을 구체화한 흐름도이다.

[0094] 도 5를 참조하면, 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 방법은, PPG(Photo-Plethysmograph) 센서에서 측정된 광용적맥파 신호 및 EDA(Electrodermal Activity) 센서에서 측정된 피부 전기 신호를 수집하는 단계(S100), 수집된 광용적맥파 신호와 피부 전기 신호를 분석하여, 호흡수를 포함한 복수의 생체 지표를 산출하는 단계(S110) 및 산출한 복수의 생체 지표를 종합적으로 평가하여 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계(S120)를 포함할 수 있다.

[0095] 이때, 도 6을 참조하면, 상기 복수의 생체 지표를 산출하는 단계(S110)는, 상기 광용적맥파 신호를 대역통과 필터링하여 호흡 신호를 추출하는 단계(S111) 및 추출된 호흡 신호에 대하여 세그먼트(segment) 단위로 주파수 분석을 수행하여 호흡수를 산출하는 단계(S112)를 포함할 수 있다.

[0096] 상기 주파수 분석을 수행하여 호흡수를 산출하는 단계(S112)는, 연속된 세그먼트들이 공유하는 최적의 샘플 데이터 크기를 결정하는 단계(S112a)를 포함할 수 있다.

[0097] 또한, 상기 주파수 분석을 수행하여 호흡수를 산출하는 단계(S112)는, 결정된 최적의 샘플 데이터 크기에 따라 주파수 분석을 위한 세그먼트 개수를 결정하는 단계(S112b)를 포함할 수 있다.

[0098] 여기서 상기 최적의 샘플 데이터 크기(β · N)는, N의 샘플수를 대상으로 하고, 각 세그먼트의 크기가 α · N 일 때, 앞선 수학적 식 2에 따른 관계를 만족하도록 결정될 수 있다.

- [0099] 상기 복수의 생체 지표는, 혈중 산소 포화도 및 피부 전기 전도도를 더 포함할 수 있다.
- [0100] 한편, 혈중 산소 포화도는 PPG 센서에 포함된 광전 소자(또는 발광 다이오드)가 660nm 및 940nm 의 파장을 갖는 빛을 손목 등 사용자 신체부위에 조사하고, 조사된 빛이 반사되어 획득된 신호를 이용하여 산출할 수 있다. 즉, 광용적맥파 신호는, 660nm 및 940nm 의 파장을 갖는 빛이 반사되어 획득되는 신호일 수 있다.
- [0101] 혈중 산소 포화도는 660nm 파장에 따른 신호에서, 직류 성분(RED_{DC})과 교류 성분(RED_{AC})의 비율을 이용하여 정규화한 신호(RED_{norm})를 산출하고, 940nm 파장에 따른 신호에서, 직류 성분(IR_{DC})과 교류 성분(IR_{AC})의 비율을 이용하여 정규화한 신호(IR_{norm})를 산출한 후, 정규화된 660nm 파장에 따른 신호(RED_{norm})와 정규화된 940nm 파장에 따른 신호(IR_{norm}) 사이의 비율(PPG_{ratio})을 산출함으로써 도출될 수 있다.
- [0102] 구체적으로, 정규화된 660nm 파장에 따른 신호(RED_{norm})와 정규화된 940nm 파장에 따른 신호(IR_{norm}) 사이의 비율(PPG_{ratio})은 다음의 수학적 식 5를 통해 산출될 수 있다.

수학적 식 5

$$PPG_{ratio} = \frac{RED_{norm}}{IR_{norm}} = \frac{\frac{RED_{AC}}{RED_{DC}}}{\frac{IR_{AC}}{IR_{DC}}}$$

[0103]

- [0104] 또한, 수학적 식 5에 따른 비율을 이용하여 혈중 산소포화도는 다음의 수학적 식 6에 따른 상관 관계(또는 선형 비례 관계)를 갖도록 결정될 수 있다.

수학적 식 6

$$SpO_2 = a + b \times PPG_{ratio}$$

[0105]

- [0106] 수학적 식 6에서 a와 b는 상수로서, 발광다이오드 및 사용자의 혈중 산소 포화도가 예측되는 부위에 따라 실험적으로 결정될 수 있다.
- [0107] 종합하면, 상기 복수의 생체 지표를 산출하는 단계(S110)는, 상기 광용적맥파 신호에서 660nm 파장에 따른 신호 및 940nm 파장에 따른 신호를 각각 직류 성분 대비 교류 성분의 비율로 정규화하는 단계 및 정규화된 660nm 파장에 따른 신호와 정규화된 940nm 파장에 따른 신호 사이의 비율을 이용하여 상기 혈중 산소 포화도를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0108] 또한, 상기 혈중 산소 포화도를 산출하는 단계는, 정규화된 660nm 파장에 따른 신호와 정규화된 940nm 파장에 따른 신호 사이의 비율에 대하여 선형 비례 관계를 갖는 상기 혈중 산소 포화도를 산출할 수 있다.

- [0110] 한편, 본 발명의 다른 측면에 따르면, 생체신호를 이용하여 분당 호흡수를 산출하기 위한 방법을 제공할 수 있다.
- [0111] 생체신호를 이용하여 분당 호흡수를 산출하기 위한 방법은, PPG(Photo-Plethysmograph) 센서에서 측정된 광용적맥파 신호를 수집하는 단계, 상기 광용적맥파 신호를 대역통과 필터링하여 호흡 신호를 추출하는 단계 및 추출된 호흡 신호에 대하여 세그먼트(segment) 단위로 주파수 분석을 수행하여 호흡수를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0112] 그 밖에도, 본 명세서 전체에서 설명한 내용과 논리적으로 또는 개념적으로 부합하는 과정이 포함될 수 있으며, 중복 설명을 방지하기 위해 자세한 설명은 생략한다.

- [0114] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하는 과정을 구체화한 흐름도이다.
- [0115] 도 7을 참조하면, 도 5에 따른 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계(S120)가 수행되는 구체적인 과정을 설명할 수 있다. 이때, 호흡 상태 결정을 위한 판단 기준으로서, 혈중 산소포화도, 호흡수, 피부 전기전도도의 정상 여부를 판단하는 기준을 설정할 수 있다.
- [0116] 예를 들어, 호흡수는 정상 임계치 범위 내에 있는지 비교될 수 있고, 호흡수가 정상 임계치 범위의 최대값보다 크면 과호흡(또는 얇은 호흡)인 것으로 판단할 수 있다. 또한, 호흡수가 정상 임계치 범위의 최소값보다 작으면 저호흡(또는 깊은 호흡)인 것으로 판단할 수 있다.
- [0117] 혈중 산소포화도는 미리 설정된 최소 임계 산소 포화도값보다 큰지 비교될 수 있고, 최소 임계 산소 포화도값보다 혈중 산소포화도가 크면, 혈중 산소포화도가 정상인 것으로 판단할 수 있다. 또한, 최소 임계 산소 포화도값보다 혈중 산소포화도가 작으면, 혈중 산소포화도가 이상 상태인 것으로 판단할 수 있다.
- [0118] 또한, 피부 전기 전도도는 미리 설정된 중립 임계 피부 전도도값보다 큰지 비교될 수 있다. 이때, 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 크면, 피부 전기 전도도가 이상 상태인 것으로 판단하고, 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 작으면, 피부 전기 전도도가 정상인 것으로 판단할 수 있다.
- [0119] 이러한 기준 하에서 도 7을 참조하여 호흡 상태를 결정하는 과정을 설명하면 다음과 같다.
- [0120] 먼저, 도 5의 단계 S110에서 산출한 호흡수가 정상 임계치 범위 내에 있는지 판단(S121)할 수 있고, 정상 임계치 범위 내에 있으면, 혈중 산소포화도와 피부 전기 전도도가 정상인지 여부를 판단(S122)할 수 있다.
- [0121] 단계 S122에서 판단 결과, 혈중 산소포화도와 피부 전기 전도도가 정상이면, 사용자의 호흡 상태를 '호흡 정상 상태'로 결정할 수 있다. 더욱 상세하게는, 호흡수가 정상 임계치 범위 내에 속하고, 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 크고, 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 작으면, 호흡 상태를 '호흡 정상 상태'로 결정할 수 있다.
- [0122] 단계 S122에서 판단 결과, 혈중 산소포화도와 피부 전기전도도 중 적어도 하나가 이상 상태이면, 사용자의 호흡 상태를 '신체 또는 심리적 이상 상태'로 판단할 수 있다. 더욱 상세하게는, 호흡수가 정상 임계치 범위내에 속하고, 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 작거나 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 크면, 호흡 상태를 '신체 또는 심리적 이상 상태'로 결정할 수 있다.
- [0123] 한편, 단계 S121에서 판단 결과, 호흡수가 정상 임계치 범위 밖에 있으면, 사용자의 1차적 호흡 상태를 과호흡 또는 저호흡으로 판단(S123)할 수 있다. 구체적으로, 호흡수가 정상 임계치 범위의 최대값보다 크면 과호흡으로 판단할 수 있고, 호흡수가 정상 임계치 범위의 최소값보다 작으면 저호흡으로 판단할 수 있다.
- [0124] 단계 S123 이후에, 혈중 산소포화도와 피부 전기전도도가 정상인지 판단(S124)할 수 있고, 혈중 산소포화도와 피부 전기전도도가 모두 정상이면 사용자의 호흡 상태를 '과호흡이나 저호흡에 의한 호흡 곤란 상태'로 판단(S124a)할 수 있다. 즉, 단계 S123에서 판단한 1차적 판단 결과가 과호흡이면, 단계 S124a에서 사용자의 호흡 상태를 '과호흡에 의한 호흡 곤란 상태'로 판단할 수 있고, 단계 S123에서 판단한 1차적 판단 결과가 저호흡이면, 단계 S124a에서 사용자의 호흡 상태를 '저호흡에 의한 호흡 곤란 상태'로 판단할 수 있다.
- [0125] 단계 S124에서, 혈중 산소포화도나 피부 전기전도도 중 어느 하나가 이상 상태라면, 사용자의 호흡 상태를 '증세를 동반한 호흡 곤란 상태'로 판단(S124b)할 수 있다.
- [0126] 예를 들어, 단계 S123에서의 1차적 판단 결과가 과호흡이고, 혈중 산소포화도가 이상 상태라면, 사용자의 호흡 상태를 '과호흡에 따른 산소량 부족 증세를 동반한 호흡 곤란 상태'로 판단할 수 있다. 더욱 상세하게는, 호흡수가 정상 임계치 범위의 최대값보다 크고, 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 작으면, 호흡 상태를 '과호흡에 따른 산소량 부족 증세를 동반한 호흡 곤란 상태'로 결정할 수 있다.
- [0127] 또한, 단계 S123에서의 1차적 판단 결과가 과호흡이고, 피부 전기전도도가 이상 상태라면, 사용자의 호흡 상태를 '과호흡에 따른 피부 끈적임 증세를 동반한 호흡 곤란 상태'로 판단할 수 있다. 더욱 상세하게는, 호흡수가 정상 임계치 범위의 최대값보다 크고, 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 크면, 호흡 상태를 '과호흡에 따른 피부 끈적임 증세를 동반한 호흡 곤란 상태'로 결정할 수 있다.
- [0128] 앞서와 마찬가지로 방식으로, 단계 S123에서의 1차적 판단 결과가 저호흡이고, 혈중 산소포화도가 이상 상태라면, 사용자의 호흡 상태를 '저호흡에 따른 산소량 부족 증세를 동반한 호흡 곤란 상태'로 판단할 수 있다.

또한, 단계 S123에서의 1차적 판단 결과가 저호흡이고, 피부 전기전도도가 이상 상태라면, 사용자의 호흡 상태를 '저호흡에 따른 피부 근적임 증세를 동반한 호흡 곤란 상태'로 판단할 수 있다.

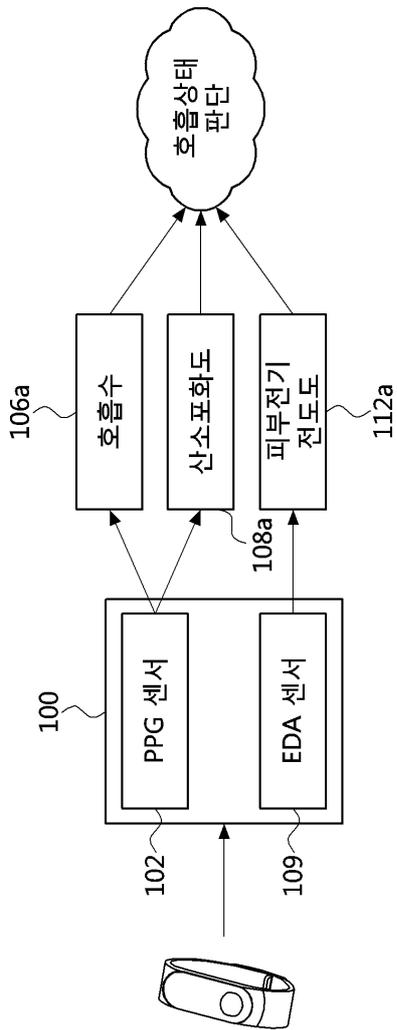
- [0129] 한편, 단계 S124에서 혈중 산소포화도와 피부 전기전도도가 모두 이상 상태라면, 사용자의 호흡 상태를 '호흡 응급 상태'로 판단(S124c)할 수 있다. 더욱 상세하게는, 호흡수가 정상 임계치 범위 밖에 있고, 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 작으며, 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 크면, 호흡 상태를 '호흡 응급 상태'로 결정할 수 있다.
- [0131] 도 8은 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 장치에 대한 하드웨어 구성도이다.
- [0132] 도 8을 참조하면, 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 장치(200)는, 적어도 하나의 프로세서(processor, 210) 및 상기 적어도 하나의 프로세서(210)가 적어도 하나의 단계를 수행하도록 지시하는 명령어들(instructions)을 저장하는 메모리(memory, 220)를 포함할 수 있다.
- [0133] 상기 적어도 하나의 프로세서(210)는 중앙 처리 장치(central processing unit, CPU), 그래픽 처리 장치(graphics processing unit, GPU), 또는 본 발명의 실시예들에 따른 방법들이 수행되는 전용의 프로세서를 의미할 수 있다. 메모리(220) 및 저장 장치(260) 각각은 휘발성 저장 매체 및 비휘발성 저장 매체 중에서 적어도 하나로 구성될 수 있다. 예를 들어, 메모리(220)는 읽기 전용 메모리(read only memory, ROM) 및 랜덤 액세스 메모리(random access memory, RAM) 중에서 적어도 하나로 구성될 수 있다.
- [0134] 또한, 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 장치(200)는, 무선 네트워크를 통해 통신을 수행하는 송수신 장치(transceiver, 230)를 포함할 수 있다. 또한, 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 장치(200)는 입력 인터페이스 장치(240), 출력 인터페이스 장치(250), 저장 장치(260) 등을 더 포함할 수 있다. 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 장치(200)에 포함된 각각의 구성 요소들은 버스(bus)(270)에 의해 연결되어 서로 통신을 수행할 수 있다.
- [0135] 상기 적어도 하나의 단계는, PPG(Photo-Plethysmograph) 센서에서 측정된 광용적맥파 신호 및 EDA(Electrodermal Activity) 센서에서 측정된 피부 전기 신호를 수집하는 단계, 수집된 광용적맥파 신호와 피부 전기 신호를 분석하여, 호흡수를 포함한 복수의 생체 지표를 산출하는 단계 및 산출한 복수의 생체 지표를 종합적으로 평가하여 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0136] 상기 복수의 생체 지표를 산출하는 단계는, 상기 광용적맥파 신호를 대역통과 필터링하여 호흡 신호를 추출하는 단계 및 추출된 호흡 신호에 대하여 세그먼트(segment) 단위로 주파수 분석을 수행하여 호흡수를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0137] 상기 주파수 분석을 수행하여 호흡수를 산출하는 단계는, 연속된 세그먼트들이 공유하는 최적의 샘플 데이터 크기를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0138] 상기 최적의 샘플 데이터 크기($\beta \cdot N$)는, N 의 샘플수를 대상으로 하고, 각 세그먼트의 크기가 $\alpha \cdot N$ 일때, 앞선 수학식 2에 따른 관계를 만족하도록 결정될 수 있다.
- [0139] 상기 복수의 생체 지표는, 혈중 산소 포화도 및 피부 전기 전도도를 더 포함할 수 있다.
- [0140] 상기 광용적맥파 신호는, 660nm 및 940nm 의 파장을 갖는 빛이 반사되어 획득되는 신호일 수 있다.
- [0141] 상기 복수의 생체 지표를 산출하는 단계는, 상기 광용적맥파 신호에서 660nm 파장에 따른 신호 및 940nm 파장에 따른 신호를 각각 직류 신호 대비 교류 신호의 비율로 정규화하는 단계 및 정규화된 660nm 파장에 따른 신호와 정규화된 940nm 파장에 따른 신호 사이의 비율을 이용하여 상기 혈중 산소 포화도를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0142] 상기 혈중 산소 포화도를 산출하는 단계는, 정규화된 660nm 파장에 따른 신호와 정규화된 940nm 파장에 따른 신호 사이의 비율에 대하여 선형 비례 관계를 갖는 상기 혈중 산소 포화도를 산출할 수 있다.
- [0143] 상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는, 상기 호흡수가 정상 임계치 범위 내에 속하고, 상기 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 크고, 상기 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 작으면, 상

기 호흡 상태를 '호흡 정상 상태'로 결정할 수 있다.

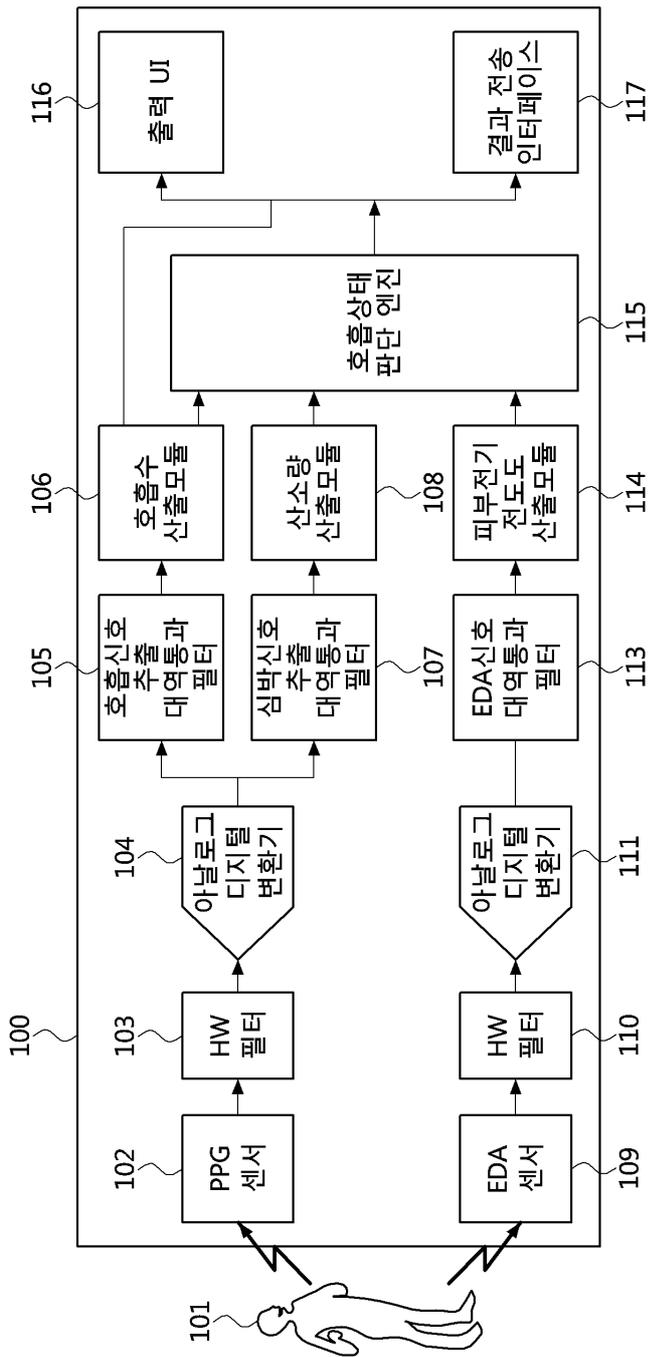
- [0144] 상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는, 상기 호흡수가 정상 임계치 범위내에 속하고, 상기 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 작거나 상기 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 크면, 상기 호흡 상태를 '신체 또는 심리적 이상 상태'로 결정할 수 있다.
- [0145] 상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는, 상기 호흡수가 정상 임계치 범위의 최대값보다 크고, 상기 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 작으면, 상기 호흡 상태를 '과호흡에 따른 산소량 부족 증세를 동반한 호흡 곤란 상태'로 결정할 수 있다.
- [0146] 상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는, 상기 호흡수가 정상 임계치 범위의 최대값보다 크고, 상기 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 크면, 상기 호흡 상태를 '과호흡에 따른 피부 끈적임 증세를 동반한 호흡 곤란 상태'로 결정할 수 있다.
- [0147] 상기 사용자의 호흡 상태를 결정하는 단계는, 상기 호흡수가 정상 임계치 범위 밖에 있고, 상기 혈중 산소 포화도가 최소 임계 산소 포화도값보다 작으며, 상기 피부 전기 전도도가 중립 임계 피부 전도도값보다 크면, 상기 호흡 상태를 '호흡 응급 상태'로 결정할 수 있다.
- [0148] 생체 신호를 이용하여 산출한 복수의 생체 지표를 기초로 호흡 상태를 판단하기 위한 장치(200)는 바람직하게는 웨어러블 장치가 될 수 있으나 그 밖에도, 통신 가능한 데스크탑 컴퓨터(desktop computer), 랩탑 컴퓨터(laptop computer), 노트북(notebook), 스마트폰(smart phone), 태블릿 PC(tablet PC), 모바일폰(mobile phone), 스마트 워치(smart watch), 스마트 글래스(smart glass), e-book 리더기, PMP(portable multimedia player), 휴대용 게임기, 네비게이션(navigation) 장치, 디지털 카메라(digital camera), DMB(digital multimedia broadcasting) 재생기, 디지털 음성 녹음기(digital audio recorder), 디지털 음성 재생기(digital audio player), 디지털 동영상 녹화기(digital video recorder), 디지털 동영상 재생기(digital video player), PDA(Personal Digital Assistant) 등일 수 있다.
- [0150] 본 발명에 따른 방법들은 다양한 컴퓨터 수단을 통해 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위해 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.
- [0151] 컴퓨터 판독 가능 매체의 예에는 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리(flash memory) 등과 같이 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함될 수 있다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러(compiler)에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터(interpreter) 등을 사용해서 컴퓨터에 의해 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함할 수 있다. 상술한 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 적어도 하나의 소프트웨어 모듈로 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0152] 또한, 상술한 방법 또는 장치는 그 구성이나 기능의 전부 또는 일부가 결합되어 구현되거나, 분리되어 구현될 수 있다.
- [0153] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

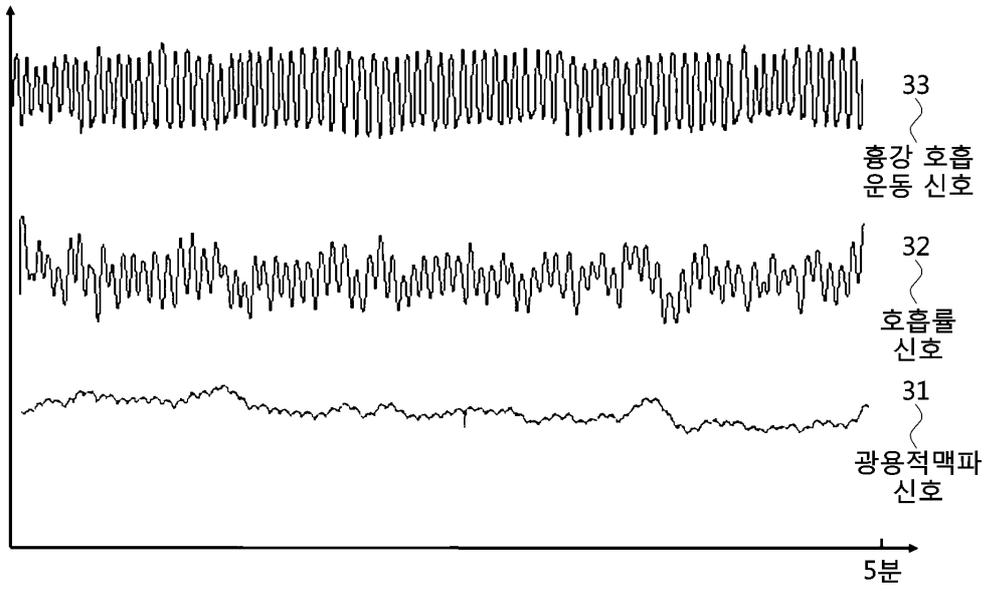
도면1



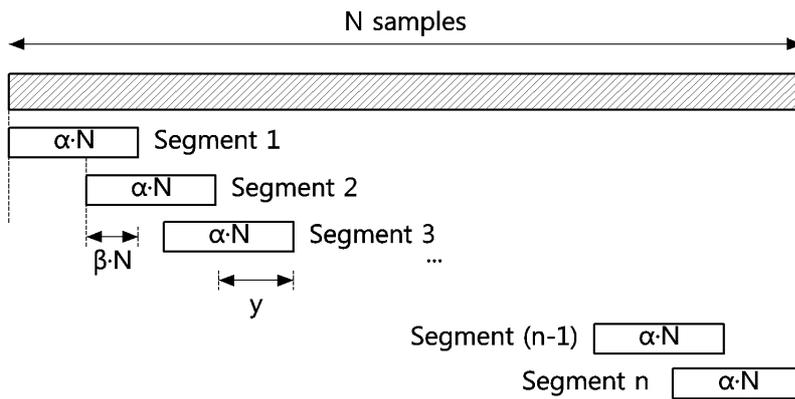
도면2



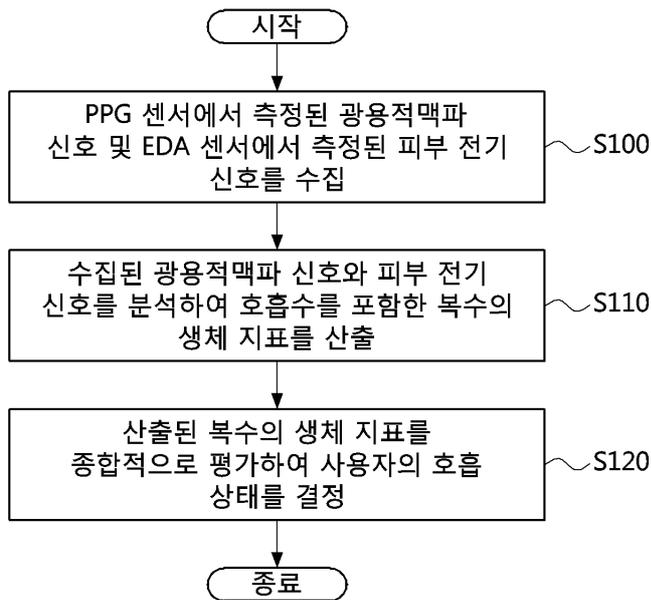
도면3



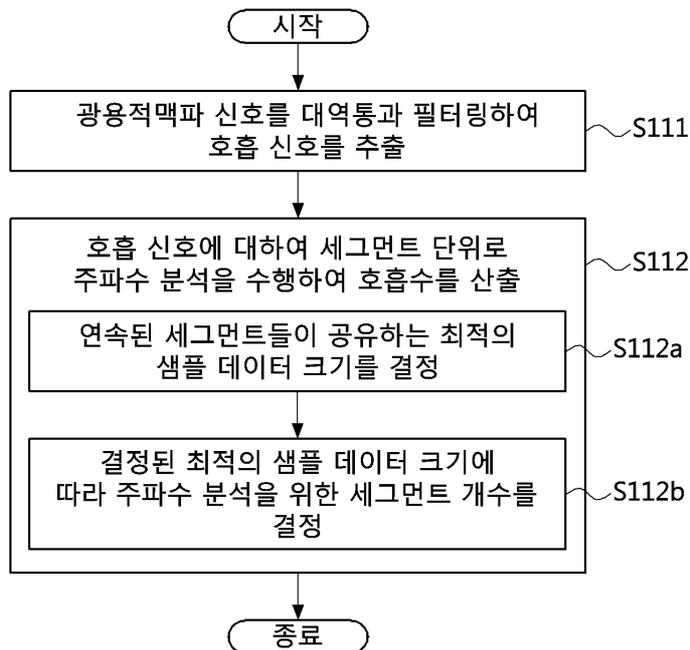
도면4



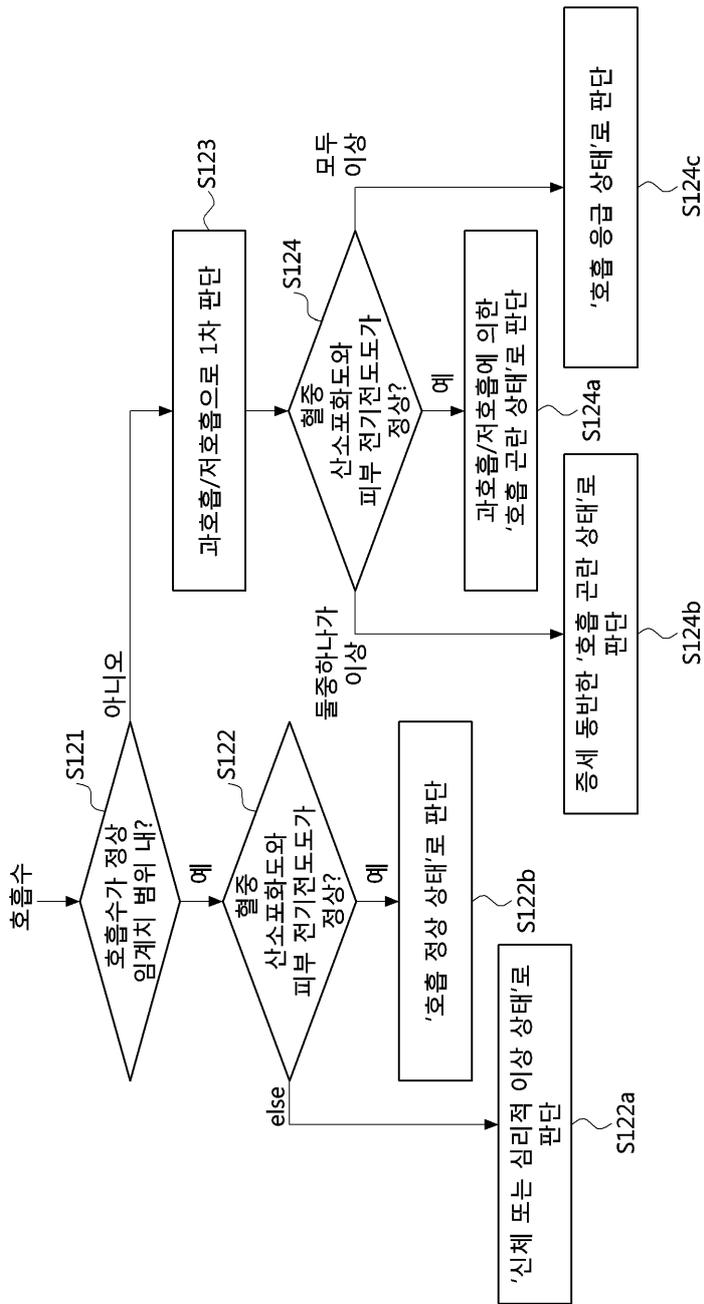
도면5



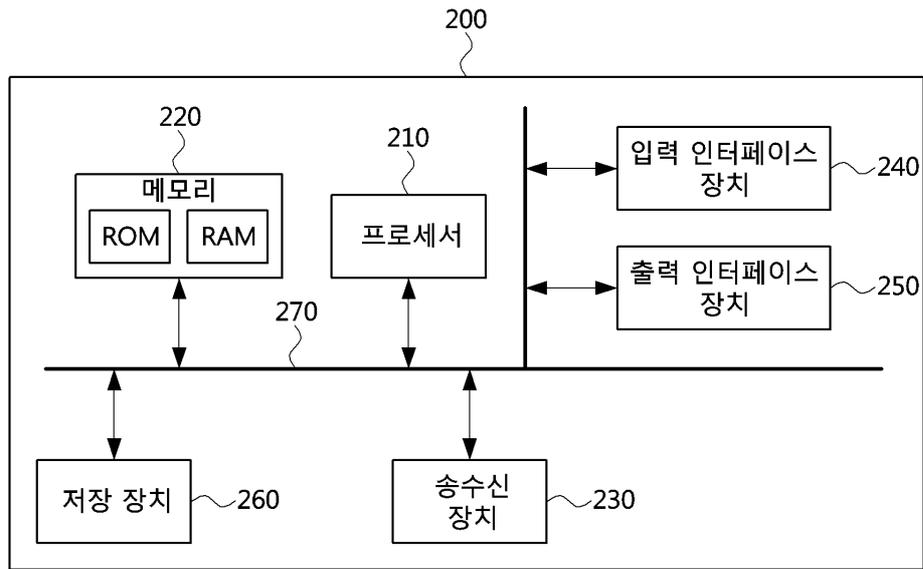
도면6



도면7



도면8



专利名称(译)	用于基于使用生物信号计算的多个生物标志物来确定呼吸状态的方法和装置		
公开(公告)号	KR1020190092242A	公开(公告)日	2019-08-07
申请号	KR1020180149342	申请日	2018-11-28
[标]申请(专利权)人(译)	韩国电子通信研究院 首尔大学医院		
申请(专利权)人(译)	韩国电子通信研究院 서울대학교병원		
[标]发明人	신현순 강도형 함찬영 남승윤		
发明人	신현순 강도형 함찬영 남승윤 로렌조		
IPC分类号	A61B5/08 A61B5/00 A61B5/0416 A61B5/1455		
CPC分类号	A61B5/08 A61B5/0416 A61B5/14551 A61B5/7225 A61B5/7235 A61B5/7275		
优先权	1020180010982 2018-01-29 KR		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了一种用于基于使用生物信号计算出的多个生物标志物确定呼吸状态的方法和装置。该方法包括以下步骤：收集在光电容积描记器 (PPG) 传感器中测量的光电容积描记信号和在皮肤电活动 (EDA) 传感器中测量的电皮肤信号。分析收集的光体积分描记术信号和皮肤电信号，以计算多个生物标记，包括呼吸频率；通过综合评估计算出的生物标志物确定使用者的呼吸状态。

