



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월10일
(11) 등록번호 10-1998114
(24) 등록일자 2019년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2006.01) A61B 5/04 (2006.01)
A61B 5/0452 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/4884 (2013.01)
A61B 5/04012 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0030212
(22) 출원일자 2018년03월15일
심사청구일자 2018년03월15일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140114588 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
한국과학기술연구원
서울특별시 성북구 화랑로14길 5 (하월곡동)
(72) 발명자
윤인찬
서울특별시 성북구 화랑로14길 5
김형민
서울특별시 성북구 화랑로14길 5
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김영철, 김 순 영

전체 청구항 수 : 총 11 항

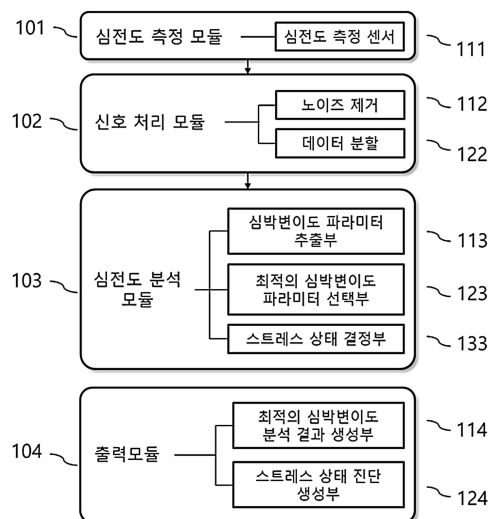
심사관 : 이봉수

(54) 발명의 명칭 심박변이도 파라미터 선택을 이용한 일상생활의 스트레스 모니터링 방법

(57) 요약

본 발명은 심전도 원신호를 취득하는 단계; 심전도 원신호를 처리하여 가공된 심전도 신호를 취득하는 단계; 가공된 심전도 신호로부터 복수의 심박 변이도 파라미터를 추출하는 단계; 복수의 심박 변이도 파라미터로부터 소정의 심박 변이도 파라미터를 선택하는 단계; 소정의 심박 변이도 파라미터로부터 측정 대상의 스트레스 상태를 결정하는 단계; 및 스트레스 상태를 출력하는 단계를 포함하는 스트레스 진단 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/0452 (2013.01)

A61B 5/7225 (2013.01)

A61B 5/7235 (2013.01)

(72) 발명자

최귀원

서울특별시 성북구 화랑로14길 5

이미란

서울특별시 성북구 화랑로14길 5

박다정

서울특별시 성북구 화랑로14길 5

(56) 선행기술조사문헌

KR101664323 B1*

KR101006534 B1

JP6129327 B2

KR101352479 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711058668

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 바이오.의료기술개발

연구과제명 개인 맞춤형 근육 재활용 생체신호 통합 분석기술 및 근육 자극 알고리즘 개발

기 여 율 1/2

주관기관 한국과학기술연구원

연구기간 2017.08.01 ~ 2018.10.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711061023

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 바이오.의료기술개발

연구과제명 듀얼 밴드를 이용한 라이프 가디언스 기반의 스트레스 측정/관리 시스템 개발

기 여 율 1/2

주관기관 한국과학기술연구원

연구기간 2017.12.01 ~ 2018.09.30

명세서

청구범위

청구항 1

심전도 측정 센서를 통해 심전도 원신호를 취득하는 단계;

심전도 측정 모듈을 통해 상기 심전도 원신호를 처리하여 가공된 심전도 신호를 취득하는 단계;

심전도 분석 모듈을 통해 상기 가공된 심전도 신호로부터 복수의 심박 변이도 파라미터를 추출하는 단계;

상기 심전도 분석 모듈을 통해 상기 복수의 심박 변이도 파라미터로부터 소정의 심박 변이도 파라미터를 선택하는 단계;

상기 심전도 분석 모듈을 통해 상기 소정의 심박 변이도 파라미터로부터 측정 대상의 스트레스 상태를 결정하는 단계; 및

출력 모듈을 통해 상기 스트레스 상태를 출력하는 단계를 포함하고,

상기 소정의 심박 변이도 파라미터를 선택하는 단계는,

2이상의 자연수인 N개의 심박 변이도 파라미터로 구성된 집합으로부터 순차적으로 하나의 파라미터씩을 제외하는 방법으로 N개의 파라미터 매트릭스를 구성하여, 스트레스 상태들의 조합에 따른 2이상의 자연수인 P개의 스트레스 상태 조합별로 개별 파라미터들의 가중치를 산출하고, 산출된 가중치 중에서 최소값을 갖는 파라미터를 선택하여 다음 산출시에는 해당 파라미터를 제외하는 형태로 N번의 탐색을 반복 실시하여, 스트레스 상태 검출을 위한 파라미터 순위 리스트를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 스트레스 모니터링 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 심전도 원신호를 취득하는 단계는, 복수의 심전도 신호 측정 센서에 의해 측정되고,

상기 복수의 심전도 신호 측정 센서는, 측정 대상의 흉부, 팔부, 손목부, 다리부 중 하나 이상에 부착될 수 있는 것을 특징으로 하는 스트레스 모니터링 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

가공된 심전도 신호를 취득하는 단계는, 신호 처리 모듈을 통해 상기 심전도 원신호에 포함되는 노이즈를 제거하는 단계와, 노이즈가 제거된 상기 심전도 원신호를 분할하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 스트레스 모니터링 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 노이즈를 제거하는 단계는, 저주파 필터, 고주파 필터, 밴드 패스 필터, 노치 필터 중 하나 이상의 필터를 이용하여 실시되는 것을 특징으로 하는 스트레스 모니터링 방법.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 심전도 원신호를 분할하는 단계는, 3분 이상의 주기로 이루어지는 것을 특징으로 하는 스트레스 모니터링 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 심박 변이도 파라미터를 추출하는 단계는, 시간 영역, 주파수 영역 및 비선형 방법을 이용한 파라미터를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 스트레스 모니터링 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 복수의 심박 변이도 파라미터를 추출하는 단계는, 추출된 복수의 심박 변이도 파라미터를 0 내지 1 사이의 정규화값으로 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 스트레스 모니터링 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 스트레스 상태는 정상 상태, 기간에 따른 급성 및 만성 스트레스 상태, 정신적 및 육체적 스트레스 상태를 포함하는 것을 특징으로 하는 스트레스 모니터링 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

측정 대상의 스트레스 상태를 결정하는 단계는,

상기 파라미터 순위 리스트를 기초하여, 추출된 2이상의 자연수 n 개의 심박 변이도 파라미터에 대하여, 최고 순위부터 다음 순위의 파라미터를 순차적으로 더 포함하는 형태로 n 개의 부분 집합을 생성하는 단계;

상기 생성된 n 개의 부분 집합별로 스트레스 상태 검출 성능을 평가하는 단계;

상기 평가된 성능으로부터 최고의 성능을 갖는 파라미터의 부분 집합을 추출하는 단계; 및

상기 최고의 성능을 갖는 파라미터의 부분 집합을 이용하여, 측정 대상의 스트레스 상태를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 스트레스 모니터링 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 스트레스 상태 검출 성능 평가는, SVM (Support vector machine), K-NN (K-nearest neighbor), K-means, LDA (Linear discriminant analysis), QDA (Quadratic discriminant analysis) 중에서 선택되는 하나 이상의 분류기를 통해 이루어지는 것을 특징으로 하는 스트레스 모니터링 방법.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 스트레스 상태를 출력하는 단계는, 상기 스트레스 상태별로 상기 심박 변이도의 분석 결과를 제공하고, 측정 대상에게 스트레스 상태 및 피드백 정보를 제공하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 스트레스 모니터링 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일상생활의 스트레스 모니터링을 위한 심박변이도 파라미터 선택 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 사용자로부터 측정되는 심전도 신호를 기반으로 심박변이도 파라미터 선택 기법을 이용하여 스트레스 진단에 최적화된 심박변이도 파라미터를 결정해내고, 스트레스 상태를 효율적으로 진단하기 위한 스트레스 모니터링 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 스트레스는 삶의 질을 결정하는 요소로 판단되며, 축적된 스트레스는 우울증, 심장질환, 고혈압 등 다양한 질병을 유발시킬 가능성이 있다. 따라서, 일상생활 속에서 스트레스에 의한 질병 예방 및 건강관리 기능의 목적으로 스트레스 모니터링 시스템에 대한 활용 범위가 확대되고 있다.

[0003] 스트레스는 호르몬, 체온, 맥박, 심전도, 뇌파, 호흡수 등 다양한 방법을 이용하여 모니터링이 가능하다. 특히, 심전도는 심박동과 관련된 전위를 신체 표면에서 도형으로 기록한 것으로, 무선 장비를 이용하여 심전도를 취득할 수 있어 용이하며, 심전도를 통해 산출된 심박변이도는 다른 분석 방법들보다 스트레스 분석 결과가 비교적 정확하다는 점에서 중요한 파라미터로 활용되고 있다.

[0004] 종래의 기술들에 따르면, 스트레스 모니터링을 위해 적용되는 심박변이도 파라미터는 스트레스와 관련이 깊은 자율신경계 균형을 의미하는 LF/HF(The ratio of low frequency and high frequency) 파라미터, 또는 심박수를 의미하는 HR(Heart rate) 파라미터로 한정적으로 사용되고 있으며, 스트레스와 관련이 적은 심박변이도 파라미터를 그대로 활용하는 경우도 있다.

[0005] 하지만, 스트레스 상태에 따라, 특정 스트레스 상태를 반영해주는 특정 심박변이도 파라미터가 존재하기 때문에 획일화된 심박변이도 파라미터의 사용은 스트레스 진단 정확도를 보다 향상시키는데 한계가 있다.

[0006] 예를 들어, 도 8(a)에 도시된 바와 같이, 특허문헌 1은 측정 대상의 심박변이도를 이용해 스트레스 정도를 분석하기 위한 스트레스 분석 시스템(1000)을 제공하고 있지만, 이러한 분석 시스템은 이러한 분석 시스템(1000)은 노이즈에 취약한 맥파 신호를 사용한다는 점에서, 심전도 데이터가 불안하다는 단점이 있다.

[0007] 반면, 도 8(b)에 도시된 바와 같이, 특허문헌 2는 실시간으로 심전도를 모니터링하여 이를 시각적으로 심박수와 스트레스 지수 정보를 제공하는 모니터링 시스템(2000)을 제공하고 있다. 그러나, 이러한 모니터링 시스템(2000)은 심박수에 한정되어 정보를 전달하고 스트레스를 분석하고 있지만, 실제로 측정 대상마다 스트레스에 영향을 받는 파라미터가 상이할 수 있으므로, 예를 들어, 특정 측정 대상의 경우에는 스트레스와 심박수가 무관한 관계를 나타낼 수 있다.

[0008] 또한, 도 8(c)에 도시된 바와 같이, 특허문헌 3은 장시간 심전도 획득 및 스트레스 분석 장치 및 방법에 대한 시스템(3000)으로서, 심전도 및 가속도 신호를 이용하여 정신적 스트레스 상태만을 획득하도록 하는 목적을 지닌다.

[0009] 구체적으로, 특허문헌 3에 기재된 시스템(3000)은 무구속, 무자각 상태에서 심전도를 획득하고 자율신경계 분석 기법을 이용하여 스트레스 분석하고, 장시간 스트레스 모니터링 시스템 개발 및 모바일 헬스케어 부분에 기여할 수 있는 효과가 있다.

[0010] 그러나, 특허문헌 3에 기재된 시스템(3000)은 HR (Heart rate), SDNN (Standard of N-N interval), LF (Low frequency), HF (High frequency)인 소수의 심박변이도 파라미터만을 공통적으로 사용했으며, 스트레스 지수를 LF/HF 파라미터로 획일화하여 사용함으로써, 다양한 스트레스 상태에 따른 다수의 심박변이도를 분석해보는 것

은 고려하고 있지 않다.

- [0011] 따라서, 스트레스 지수를 LF/HF로 사용하는 특허문헌 3에 기재된 시스템(3000)은 실질적으로 스트레스를 정확하게 진단하는데 부정확한 결과를 도출해낼 수 있다는 점에서 한계가 있다. 또한, 스트레스 상태를 정신적 스트레스 상태로만 국한시킨 점에서, 육체적 활동으로부터 유발될 수 있는 스트레스를 모니터링하고 대처할 수 없다는 점에서 한계가 있다.
- [0012] 또한, 도 8(d)에 도시된 바와 같이, 특허문헌 4에는 사용자로부터 획득한 생체 정보를 이용하여 심박변이도를 계산하고, 이러한 심박변이도를 기반으로 스트레스 지수와 피로 지수를 산출하면서, 이에 생성된 건강관리 프로그램을 표시해주는 건강관리 시스템(4000)을 제안하고 있다.
- [0013] 구체적으로, 이러한 시스템(4000)은 사용자가 스스로의 몸 상태를 확인하고 스트레스 해소를 위한 피드백 정보를 제공받을 수 있다는 점에서 헬스케어 분야에 기여할 수 있는 효과적일 수 있다.
- [0014] 그러나, 특허문헌 4에 기재된 시스템(4000) 역시 특허문헌 3에 기재된 시스템(3000)과 마찬가지로, 사용되는 심박변이도는 nLF(Normalized of low frequency), nHF(Normalized of high frequency), SDNN, HR로 제한되었으며, 다양한 스트레스 상태에 따라 개별적인 심박변이도 파라미터의 분석 없이, 공통적으로 같은 심박변이도 파라미터들을 사용한다는 점에서 스트레스 진단 정확도를 향상시키는데 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0015] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 한국특허출원공개 10-2012-0098365호
- (특허문헌 0002) 특허문헌 2: 한국특허출원공개 10-2015-0014411호
- (특허문헌 0003) 특허문헌 3: 한국특허 10-1410989호
- (특허문헌 0004) 특허문헌 4: 한국특허 10-1264156호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0016] 전술한 종래 기술들의 문제점들을 해결하기 위해, 본 발명은 사용자로부터 획득한 심전도 데이터에서 심박변이도 파라미터를 추출하여, 반복적인 파라미터의 성능평가를 수행함으로써, 성능 평가에 따라 스트레스 상태를 진단하는데 불필요한 파라미터를 제외하고, 중요도가 높은 파라미터만 선정하는 방법에 대해 제안하며, 이를 통해 효과적인 스트레스 진단 방법을 제공하고자 한다.
- [0017] 또한, 본 발명은 특정 스트레스 상태에 제한을 두지 않고, 정상 상태 및 단기 또는 장기 기간에 따른 급성 및 만성 스트레스, 정신적 및 신체적 스트레스 상태 등 모든 스트레스 상태에 적용 가능하도록 구성된 범용적 스트레스 진단을 위한 스트레스 진단 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0018] 전술한 기술적 과제를 달성하기 위해, 본 발명은 심전도 원신호를 취득하는 단계; 심전도 원신호를 처리하여 가공된 심전도 신호를 취득하는 단계; 가공된 심전도 신호로부터 복수의 심박 변이도 파라미터를 추출하는 단계; 복수의 심박 변이도 파라미터로부터 소정의 심박 변이도 파라미터를 선택하는 단계; 소정의 심박 변이도 파라미터로부터 측정 대상의 스트레스 상태를 결정하는 단계; 및 스트레스 상태를 출력하는 단계를 포함하는 스트레스 진단 방법을 제공할 수 있다.
- [0019] 또한, 본 발명의 심전도 원신호를 취득하는 단계는, 복수의 심전도 신호 측정 센서에 의해 측정되고, 복수의 심전도 신호 측정 센서는, 측정 대상의 흉부, 팔부, 손목부, 다리부 중 하나 이상에 부착될 수 있다.
- [0020] 또한, 본 발명의 가공된 심전도 신호를 취득하는 단계는, 심전도 원신호에 포함되는 노이즈를 제거하는 단계와, 노이즈가 제거된 심전도 원신호를 분할하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0021] 또한, 본 발명의 노이즈를 제거하는 단계는, 저주파 필터, 고주파 필터, 밴드 패스 필터, 노치 필터 중 하나 이

상의 필터를 이용하여 실시될 수 있다.

- [0022] 또한, 본 발명의 심전도 원신호를 분할하는 단계는, 3분 이상의 주기로 이루어질 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명의 복수의 심박 변이도 파라미터를 추출하는 단계는, 시간 영역, 주파수 영역 및 비선형 방법을 이용한 파라미터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다. 또한, 본 발명의 복수의 심박 변이도 파라미터를 추출하는 단계는, 추출된 복수의 심박 변이도 파라미터를 0 내지 1 사이의 정규화값으로 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0024] 또한, 본 발명의 소정의 심박 변이도 파라미터를 선택하는 단계는, 2이상의 자연수인 N개의 심박 변이도 파라미터로 구성된 집합으로부터 순차적으로 하나의 파라미터씩을 제외하는 방법으로 N개의 파라미터 매트릭스를 구성하여, 스트레스 상태들의 조합에 따른 2이상의 자연수인 P개의 스트레스 상태 조합별로 개별 파라미터들의 가중치를 산출하고, 산출된 가중치 중에서 최소값을 갖는 파라미터를 선택하여 다음 산출시에는 해당 파라미터를 제외하는 형태로 N번의 탐색을 반복 실시하여, 스트레스 상태 검출을 위한 파라미터 순위 리스트를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0025] 또한, 본 발명의 스트레스 상태는 정상 상태, 기간에 따른 급성 및 만성 스트레스 상태, 정신적 및 육체적 스트레스 상태를 포함할 수 있다.
- [0026] 또한, 본 발명의 측정 대상의 스트레스 상태를 결정하는 단계는, 파라미터 순위 리스트를 기초하여, 추출된 2이상의 자연수 n개의 심박 변이도 파라미터에 대하여, 최고 순위부터 다음 순위의 파라미터를 순차적으로 더 포함하는 형태로 n개의 부분 집합을 생성하는 단계; 생성된 n개의 부분 집합별로 스트레스 상태 검출 성능을 평가하는 단계; 평가된 성능으로부터 최고의 성능을 갖는 파라미터의 부분 집합을 추출하는 단계; 및 최고의 성능을 갖는 파라미터의 부분 집합을 이용하여, 측정 대상의 스트레스 상태를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0027] 또한, 본 발명의 스트레스 상태 검출 성능 평가는, SVM (Support vector machine), K-NN (K-nearest neighbor), K-means, LDA (Linear discriminant analysis), QDA (Quadratic discriminant analysis) 중에서 선택되는 하나 이상의 분류기를 통해 이루어질 수 있다.
- [0028] 또한, 본 발명의 스트레스 상태를 출력하는 단계는, 스트레스 상태별로 심박 변이도의 분석 결과를 제공하고, 측정 대상에게 스트레스 상태 및 피드백 정보를 제공하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0029] 본 발명에 따르면, 심전도 신호로부터 산출되는 심박변이도를 기초로, 주어진 모든 스트레스 상태에 따른 최적의 심박변이도 파라미터를 선정하여, 주어진 스트레스 상태와 관련이 적은 불필요한 심박변이도를 제외함으로써, 스트레스 진단을 보다 효과적이고 정확하게 모니터링 할 수 있게 된다.
- [0030] 또한, 스트레스 상태 별 심박변이도 분석의 결과와 피드백 기능을 탑재하여, 사용자에게 개인 건강관리 시스템을 제공할 수 있으므로, 질환 예방, 스트레스 진단, 치료 방법 등의 정보를 효과적으로 지원할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 스트레스 진단 방법의 개략적인 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 심전도 신호 기반의 심박변이도 선택 방법을 이용한 스트레스 진단 방법을 설명하는 순서도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 정상, 기간별 스트레스 상태 진단을 위한 최적의 심박변이도 파라미터의 분석 결과이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 정상, 기간별 스트레스 상태 진단을 위한 최적의 심박변이도 파라미터의 분류 정확도를 나타낸 결과이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 정상, 기간별 스트레스 상태를 진단한 진단 결과를 나타내는 것이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 개별 파라미터들의 가중치를 탐색하는 방법을 개략적으로 나타낸 것이다.

도 7은 본 발명의 일 실시 형태에 따라 순위 리스트로부터 n개의 부분 집합을 생성하는 방법을 개략적으로 나타낸 것이다.

도 8a 내지 도 8d는 종래의 스트레스 진단 방법 또는 시스템을 개략적으로 나타내는 도면들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 이하, 첨부된 도면을 기준으로 본 발명의 바람직한 실시 형태를 통하여, 본 발명에 따른 스트레스 모니터링을 위한 심박변이도 파라미터 선택 방법에 대하여 설명하기로 한다.
- [0033] 설명에 앞서, 여러 실시 형태에 있어서, 동일한 구성을 가지는 구성 요소에 대해서는 동일 부호를 사용하여 대표적으로 일 실시 형태에서 설명하고, 그 외의 실시 형태에서는 다른 구성 요소에 대해서만 설명하기로 한다.
- [0034] 전술한 바와 같이, 본 발명은 사용자의 심전도 신호를 측정하는 심전도 측정 센서로부터 취득된 심전도 신호를 수신하여, 심전도의 원래 형태의 신호에서 노이즈를 제거하고, 데이터를 분할하는 신호 처리 모듈, 신호 처리 모듈로부터 가공된 신호에서 심박변이도 파라미터를 추출하고, 추출된 심박변이도 파라미터를 이용하여 최적의 심박변이도 파라미터를 선택하며, 스트레스 상태를 결정하는 심전도 분석 모듈; 최적의 심박변이도 분석 결과를 생성하고, 스트레스 상태 진단 결과를 생성하는 출력모듈을 포함하여 최적의 심박변이도 파라미터를 선택할 수 있다.
- [0035] 또한, 심전도 측정 모듈에 포함되는 심전도 측정 센서는 복수의 심전도 신호 센서를 포함할 수 있고, 복수의 심전도 신호 센서는 사용자의 흉부, 양 팔, 양 손목, 양 다리에 부착될 수 있으며, 사용하는 목적에 따라 부착 위치가 달라질 수 있다.
- [0036] 또한, 신호 처리 모듈에 포함되는 노이즈 제거에는 저주파 필터, 고주파 필터, 밴드 패스 필터, 노치 필터 등이 포함될 수 있으며, 데이터 분할은 최소 3분 이상의 데이터를 분할하여 데이터를 가공할 수 있다.
- [0037] 또한, 심전도 분석 모듈에 포함되는 심박변이도 파라미터 추출부는 심전도 신호를 기반으로 시간 영역, 주파수 영역, 비선형 방법을 이용한 심박변이도 파라미터를 생성할 수 있으며, 최적의 심박변이도 파라미터 선택부는 추출된 심박변이도 중에, 파라미터 선택 방법을 이용하여 최적의 심박변이도 파라미터 부분집합을 생성할 수 있다.
- [0038] 또한, 스트레스 상태 결정부는 모든 심박변이도, 혹은 단순히 특정 심박변이도 파라미터를 사용하지 않고, 최적의 심박변이도 파라미터만을 이용하여, 주어진 스트레스 상태를 결정할 수 있다.
- [0039] 또한, 본 발명의 출력 모듈은 최적의 심박변이도 파라미터들의 분석 결과를 생성하는 결과 생성부 및 스트레스 상태를 진단한 결과를 생성하는 진단 생성부를 포함할 수 있다.
- [0040] 이하, 첨부되는 도면들을 기초하여 본 발명의 일 실시 형태에 따른 스트레스의 진단 방법의 세부 과정들을 설명하기로 한다.
- [0041] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 스트레스 진단 방법은 심전도 측정 센서(111)로부터 취득된 심전도 신호를 수신하는 심전도 측정 모듈(101)과, 심전도 측정 모듈(101)에서 획득한 신호의 움직임 및 전원 노이즈를 제거하는 노이즈 제거(112) 및 심박변이도 추출을 위한 데이터 분할을 위한 데이터 분할(122) 기능을 포함하는 신호 처리 모듈(102)을 제공한다.
- [0042] 특히, 데이터 분할은 3분 이상의 주기가 필요하며, 이는 심박변이도의 주파수 영역의 파라미터를 산출하기 위해 필요한 최소한의 주기이다.
- [0043] 또한, 심전도 분석 모듈(103)은, 신호처리 모듈(102)에서 전처리 과정을 거친 신호를 이용하여, 심전도의 QRS파를 검출해내고, 검출한 R파들의 간격을 기반으로 N개의 심박변이도 파라미터를 추출하는 심박변이도 파라미터 추출부(113), 심박변이도 파라미터 추출부(113)에서 획득된 N개의 심박변이도 파라미터를 이용하여 불필요한 파라미터를 제거하고, 중요한 파라미터를 선정해내는 최적의 심박변이도 파라미터 선택부(123), 최적의 심박변이도 파라미터 선택부(123)의 결과를 기반으로 스트레스 상태를 결정하는 스트레스 상태 결정부(133)를 제공할 수 있다.
- [0044] 또한, 심전도 분석 모듈(103)은 심박변이도 파라미터 추출부(113)를 포함하는 것으로서, 심박변이도 파라미터 추출부(113)은 시간 영역, 주파수 영역, 비선형 방법의 파라미터가 사용될 수 있다.

[0045] 예를 들어, 시간 영역의 파라미터인 HR (Heart rate), R-R interval, SDRR (Standard deviation of R-R interval), CVRR (Coefficient of variance of R-R interval), RMSSD (Root mean square of the successive difference), pNNk (Percentage of R-R interval that differ more than k ms)을 포함할 수 있다.

[0046] 이 때, pNNk의 k 값은 R-R interval의 차이가 k 밀리초(ms)이상인 것을 계수하는 것으로, k 는 일반적으로 사람의 심전도에서는 50으로 간주되나, 쥐 모델에서는 5로도 사용되며, 심박수가 다른 대상에서 k 은 임의적으로 사용될 수 있다.

[0047] 구체적으로, 시간 영역의 심박변이도 파라미터를 산출하는 식은 하기 식과 같다.

[0048] [수식 1]

$$R-R \text{ interval} \approx \frac{\sum_{i=1}^T (RR_i)}{T}$$

[0049]

[0050] [수식 2]

$$SDRR \approx \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^T (RR_i - mRR)^2}{T-1}}$$

[0051]

[0052] [수식 3]

$$CVRR \approx \frac{SDRR \times 100}{mRR}$$

[0053]

[0054] [수식 4]

$$RMSSD \approx \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{T-1} (RR_{i+1} - RR_i)^2}{T-1}}$$

[0055]

[0056] [수식 5]

$$pNNk \approx \frac{\text{count}(|RR_{i+1} - RR_i| > k)}{T-1} \times 100$$

[0057]

[0058] 여기에서 RR은 현재의 R-R interval을 의미하며, T은 샘플 개수를 의미한다. 또한, mRR은 R-R interval의 전체 평균을 의미한다. 또한, [수식 3]에서 SDRR은 [수식 2]에서 산출한 SDRR을 의미한다. 또한, [수식 4] 및 [수식 5]에서 RR_{i+1} 은 현재의 R-R interval의 다음의 R-R interval을 의미한다.

[0059] 심박변이도 파라미터 추출부(113)는 주파수 영역의 파라미터를 포함하며, 본 발명의 일 실시 형태에 따르면, LF (Low frequency), HF (High frequency), nLF (Normalized low frequency), nHF (Normalized high frequency), LF/HF (The ratio of LF to HF)를 포함할 수 있다.

[0060] 또한, 심박변이도 파라미터 추출부(113)에서 추출된 모든 심박변이도 파라미터는 Min-Max 방법을 이용하여 0과 1사이로 정규화된(normalized) 값을 산출하게 된다. Min-Max 방법을 이용한 심박변이도 파라미터 정규화된(normalized) 값을 산출하기 위한 식은 하기 식과 같다.

[0061] [수식 6]

$$z_i = \frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

[0062]

[0063] 상기 [수식 6]에서 z_i 는 출력되는 값을 의미하며, x 는 입력되는 심전도 파라미터 데이터를 의미하며, i 는 입력 받는 수를 의미한다.

[0064] 심전도 분석 모듈(103)에 포함되는 최적의 심박변이도 파라미터 선택부(123)는, 심박변이도 파라미터 추출부

(113)에서 추출된 N 가지의 심박변이도 파라미터를 이용하여 최적의 심박변이도 파라미터를 선택하게 된다. 여기에서 최적의 심박변이도 파라미터 선택이라 함은, 스트레스 상태 결정을 위해 모든 N 가지의 심박변이도 파라미터가 활용될 수 있으며, 적어도 한 개 이상의 파라미터가 사용될 수 있다. 또한, 심전도 분석 모듈(103)에 포함되는 스트레스 상태 결정부(133)은, 상기 심박변이도 파라미터 추출부(113)와 상기 최적의 심박변이도 파라미터 선택부(123)에서 결정된 최적의 심박변이도 파라미터의 조합을 이용하여 현재 스트레스 상태를 결정하는 것으로, 스트레스 상태는 정상 상태를 포함하여 적어도 하나 이상의 스트레스 상태가 될 수 있다.

- [0065] 출력모듈(104)은 최적의 심박변이도 분석 결과 생성부(114)와 스트레스 상태 진단 생성부(114)를 포함하는 것으로, 최적의 심박변이도 분석 결과 생성부(114)는 심전도 분석 모듈(103)에 포함되는 최적의 심박변이도 파라미터 선택부(123)에서 선정된 심박변이도 파라미터들의 스트레스 상태 별 심박변이도 분석 결과를 제공해주는 것이다.
- [0066] 또한, 스트레스 상태 진단 생성부(124)는 심전도 분석 모듈(103)에 포함되는 스트레스 상태 결정부(133)에서 결정된 현재 스트레스 상태 결과에 대한 내용과 요약된 피드백 내용을 제공하는 것을 포함할 수 있다.
- [0067] 도 2는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 심전도 신호 기반의 심박변이도 선택 방법을 이용한 스트레스 모니터링 시스템을 설명하는 순서도이며, 도 1에 도시된 심전도 분석 모듈(103)의 최적의 심박변이도 파라미터 선택부(123)와 스트레스 상태 결정부(133)를 구체적으로 설명하는 순서도이다.
- [0068] 도 1 및 도 2를 참조하면, 심박변이도 선택 방법을 이용한 스트레스 모니터링 시스템은 심전도 측정 센서(111)를 통해 심전도 신호를 획득하며(S201), 신호 처리 모듈(102)로 부터 가공된 신호는 심박변이도 파라미터 추출부(113)에서 N 개의 심박변이도 파라미터를 추출하게 된다(S202).
- [0069] 또한, 파라미터 집합 생성(S203)은 상기 N 개의 심박변이도 파라미터 추출(S202)에서 산출된 심박변이도 파라미터들로 구성된 집합을 의미한다. 이 파라미터 집합은 반복적 수행에 따라 파라미터가 한 개씩 감소되어, 최종적으로 집합을 구성하는 파라미터 원소의 개수가 1개가 될 때까지, 즉 알고리즘의 반복 횟수가 N 번이 될 때까지 반복 수행하는 시스템 구조를 가지게 된다.
- [0070] 또한, 파라미터 집합 생성(S203)에서 P 개의 스트레스 상태별로, N 개로 구성된 파라미터 매트릭스를 생성하게 된다.
- [0071] 본 발명의 일 실시 형태에 따르면, 스트레스 상태는 정상 상태, 기간(단기 및 장기)에 따른 급성 및 만성 스트레스 상태, 정신적 및 육체적 스트레스 상태 등을 포함할 수 있다.
- [0072] 스트레스 상태 분류 모델 생성(S204)은 주어진 스트레스 상태 별 분류 모델을 생성하는 것으로, 주어진 스트레스 상태라 함은, 스트레스가 없는 정상 상태, 단기 및 장기 기간에 따라 축적된 급성 및 만성 스트레스, 정신적 및 육체적으로 구분된 스트레스 상태 등이 포함될 수 있다.
- [0073] 또한, 분류 모델이라 함은, 특정 스트레스 상태가 다른 스트레스 상태들과 구분 및 분류가 가능하도록 최적화된 상태를 의미한다.
- [0074] 본 발명의 일 실시 형태에 따르면, 스트레스 상태 분류 모델 생성(S204)에 사용될 수 있는 분류기는 linear SVM (Support vector machine), RBF(Radial basis function) SVM, polynomial SVM 등 스트레스 상태 별 각 파라미터들의 가중치를 산출해 낼 수 있는 분류기여야 하며, 적어도 하나 이상의 분류기가 스트레스 상태 분류 모델 생성(S204)을 위해 사용되어야 한다.
- [0075] 이 때, 분류 모델 파라미터 가중치 산출(S205)은, 상기 스트레스 상태 분류 모델 생성(S204)에서 획득한 스트레스 상태별 각 파라미터들의 가중치를 구하는 것을 의미하며, 파라미터들의 가중치는 사용된 분류기에 따라 산출하는 방법이 상이해질 수 있다. 산출된 모든 가중치는 그것의 절대값 또는, 제곱값으로 최종 가중치로 산출된다.
- [0076] 최소 가중치 탐색(S206)은, 분류 모델 파라미터 가중치 산출(S205)에서 구한 각 파라미터들의 가중치 중에 최소값을 탐색하는 것을 의미한다.
- [0077] 도 6을 참조하면, 최소 가중치 탐색(S206)은, 1, 2, ..., P 개 까지 구성된 A, B, ..., P 라는 스트레스 상태가 주어지고, 각 스트레스 상태에 따라 분류모델 1, 분류 모델 2, ... 분류 모델 P 가 생성된다. 각 스트레스 상태는, 적어도 한 개 이상부터 k 개까지의 심박변이도 파라미터를 생성하여, 각 분류 모델로부터 파라미터들의 가중

치(w)를 추출하며, $P \times W$ 로 구성된 가중치 벡터(ω)를 생성하게 된다.

[0078] 가중치(w)는 2차원 배열로 w_{ij} 로 구성되어지며, 여기서 i 는 분류 모델의 번호를 나타내고, j 는 파라미터 가중치의 번호를 나타낸다. 가중치(w)는 같은 j 값을 갖는 같은 파라미터의 번호를 갖는 가중치(w)들의 최대값, 즉, 각 파라미터의 분류 모델별 최대값을 갖는 가중치를 선택하고, 선택된 파라미터별 가중치 중 최소값을 갖는 것을 MW (minimum weight)라고 지칭하게 된다. MW는 ω_{ij} 로 지정할 수 있으며, 이 과정은 j 값, 즉 파라미터 원소 개수만큼 반복되어 진다.

[0079] 좀 더 구체적으로, 최소 가중치 탐색(S206)은, 분류 모델 1, 분류 모델 2, ..., 분류 모델 P들의 파라미터 가중치 중에 가장 큰 가중치(각 파라미터에서 스트레스 분류 모델 별 최대값)를, 각 파라미터 종류마다 탐색 과정을 의미한다. 가장 작은 파라미터 가중치는, 스트레스를 상태를 분류하는데 가장 적은 영향을 끼치는 파라미터로, 상기 스트레스 상태 진단(S217)에서, 스트레스 상태를 진단하는데 불필요한 파라미터를 제거하기 위함이다.

[0080] 도 2를 참조하면, 상기 순위 리스트 갱신(S207)은, 상기 최소 가중치 탐색(S206)에서 탐색되어진 심박변이도 파라미터들의 가중치 벡터(ω)중에 가장 최소값에 해당되는 파라미터를 기존의 순위 리스트의 상위 순위로 갱신한다. 첨부하자면, 초기의 순위 리스트는 비어있는 상태로 시작한다. 즉, 첫 번째 반복에서 탐색된 최소값을 가지는 파라미터를, 첫 번째 순위로 랭크시키고, 이 순위리스트를 기존 순위리스트라 지칭하면, 두 번째 반복에서 탐색된 최소값을 가지는 파라미터를, 기존 순위리스트의 상위순위로 랭크시키고, 이 과정이 N번째, 즉 파라미터 집합 원소 개수만큼 반복될 때까지, 기존 순위리스트를 이용하여 그 상위 순위로 갱신시킨다.

[0081] 위의 과정을 구체적으로 설명하자면, 예를 들어, 11개의 심박변이도 파라미터가 있고, 상기 최소 가중치탐색(S206)에서 탐색되어진 11개의 심박변이도 파라미터들의 가중치 벡터(ω)중에 가장 최소값에 해당하는 파라미터의 순위는 11순위가 된다. 만일, 10개의 파라미터 집합이 생성되고, 최소 가중치탐색(S206)에서 탐색되어진 10개의 심박변이도 파라미터들의 가중치 벡터 중에 가장 최소값에 해당하는 파라미터의 순위는 10순위가 된다. 즉, 순위 리스트 갱신(S207)에서 갱신되어지는 순위 순위는 N순위로 지정되며, 파라미터 집합 생성(S203)에서 파라미터 집합에 존재하는 파라미터의 원소(종류) 개수로 지정할 수 있다.

[0082] 상기 최저 순위의 파라미터 삭제(S208)는, 상기 순위 리스트 갱신(S207)에서 N순위로 기록한 파라미터를, 파라미터 집합 생성(S203)에서 삭제(제외)하는 것을 포함한다. 만일, 파라미터 집합 생성(S203)부터 최저 순위의 파라미터 삭제(S208)까지를 포함하는 모든 단계를 반복하였을 때, 그 반복 횟수가, N개의 심박변이도 파라미터 추출(S202)에서 추출한 심박변이도의 개수와 동일해질 때까지, 이 과정을 반복하게 된다.

[0083] 상기 N개의 심박변이도 파라미터 추출(S202)부터 최저 순위의 파라미터 삭제(S208)까지 해당하는 모든 단계는, 주어진 스트레스 상태에서, 특정 스트레스 상태를 검출해낼 때 불필요한 파라미터를 제거하고, 중요도가 높은 파라미터의 순위를 상위로 랭크 시킴으로써, 스트레스 상태 검출을 위한 파라미터들의 순위 리스트를 생성하기 위함이다.

[0084] 상기 최종 순위 리스트 생성(S210)은, 최종적으로 생성된 심박변이도 파라미터들의 순위가 지정된 리스트를 포함할 수 있다.

[0085] 상기 N개의 파라미터 부분집합 생성(S211)은, 상기 최종 순위 리스트 생성(S210)에서 얻어진 순위 리스트를 기반으로, 추출된 심박변이도 파라미터의 개수만큼 N개의 부분집합을 생성한다.

[0086] 도 7을 참조하면, 부분집합이라 함은, 순위 리스트의 상위 순위부터 하위 순위까지 하나씩 조합하면서 생성하는 집합으로, 순위 리스트 순위를 R이라고 지칭하면, $R_1, R_2, R_3, \dots, R_N$ 까지 구성되는 순위 리스트에서, 부분집합 1은 R_1 , 부분집합 2는 R_1 과 R_2 , 부분집합 3은 R_1, R_2, R_3 로 구성되고, 부분집합 N은 $R_1, R_2, \dots, R_{N-1}, R_N$ 까지 조합으로 이루어지는 집합을 의미한다.

[0087] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시 형태에 있어서, 정상, 단기, 장기 스트레스 상태 별로 HR, HF, LF, pNN5, RMSSD, nLF, SDRR, mRR, nHF, LF/HF, CVRR로 구성된 심박변이도 파라미터들은 그것의 개수만큼 반복되어 최종 파라미터 순위 리스트를 생성하며, CVRR (1순위), nLF (2순위), SDRR (3순위), mRR (4순위), nHF (5순위), LF/HF (6순위), HR (7순위), HF (8순위), LF (9순위), pNN5 (10순위), RMSSD (11순위)로 리스트를 완성하게 된다.

[0088] 도 2를 참조하면, 생성된 부분집합 별 성능 평가(S212)는, 상기 N개의 파라미터 부분집합 생성(S211)에서 생성

된 부분집합들의 성능을 비교하는 것이며, 성능 평가를 위해 사용되는 분류기는 SVM (Support vector machine), K-NN (K-nearest neighbor), K-means, LDA (Linear discriminant analysis), QDA (Quadratic discriminant analysis) 등의 분류기로, 적어도 한 개 이상을 포함할 수 있다.

[0089] 또한, 전체 성능 평가 결과 비교(S213)는, 생성된 부분집합 별 성능 평가(S212)의 결과를 기반으로, 성능 평가를 위해 사용된 분류기 별 각 부분집합의 성능을 모두 비교하여, 가장 높은 정확도를 나타내는 최고 성능의 파라미터 부분집합을 추출해내며(S214), 이 부분집합은 주어진 스트레스 상태를 가장 잘 검출해내는 최적의 심박변이도 파라미터를 의미한다(S215).

[0090] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시 형태에 있어서, 예를 들어, 11개의 파라미터가 주어졌을 때, S211에서 생성된 11개의 파라미터 부분집합의 성능을 비교할 수 있으며, 여기서 나타내는 가로축의 파라미터 개수는 부분집합을 이루는 파라미터 원소의 개수를 의미하며, 1은 파라미터 순위 리스트의 1순위를 의미하며, 2는 파라미터 순위 리스트의 1순위와 2순위를 조합한 결과, 3은 파라미터 순위 리스트의 1순위, 2순위, 3순위의 파라미터를 조합한 스트레스 검출 결과를 의미한다.

[0091] 또한, 전체 파라미터를 모두 다 사용하였을 때보다, 중요도가 높은 파라미터를 사용하였을 때, 스트레스 상태 검출 정확도가 높았으며, 특히, 파라미터 순위 리스트의 상위 순위에 해당하는 1순위 및 2순위의 파라미터를 조합하여 사용하였을 경우, 최상의 분류 정확도를 도출해낼 수 있었다.

[0092] 도 2를 참조하면, 스트레스 상태 진단 분류기 생성(S216)은 상기 S202부터 S215까지 모든 과정을 포함하여 얻은 결과를 기반으로, 가장 최적화된 심박변이도 파라미터만을 선정하여 스트레스 상태 별 분류기를 생성함으로써, 스트레스 상태를 진단할 수 있다(S217).

[0093] 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시 형태에 있어서, 스트레스 상태 진단 내용은 진단 결과 및 간단한 피드백 내용을 포함할 수 있으며, 스트레스 상태에 따른 심박변이도 분석 결과를 도식화한 내용을 포함할 수 있다.

[0094] 전술한 바와 같이, 스트레스 모니터링을 위해 사용되는 심박변이도 파라미터들 중에, 최적의 심박변이도 파라미터를 선정하여, 주어진 스트레스 상태와 관련이 적은 파라미터를 제거하고, 중요도가 높은 파라미터들을 상위 순위로 지정하였으며, 상위 순위부터 하위 순위까지 파라미터를 한 개씩 조합하여, 파라미터 부분집합을 생성하여 최종적으로 가장 좋은 성능을 보이는 파라미터 부분집합을 추출함에 따라, 모든 심박변이도 파라미터를 사용하였을 때보다 스트레스 상태 검출 정확도를 향상시킬 수 있는 결론을 도출해냈다.

[0095] 따라서, 모든 심박변이도 파라미터를 사용하거나, 또는 단순히 특정 심박변이도 파라미터를 기반으로 스트레스 상태를 검출하는 시스템과는 다르게, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 스트레스 진단을 위한 심박변이도 파라미터 선택 방법은 도출된 최적의 파라미터 부분집합의 정량적 결과와, 정량적 결과를 기초로 다양한 분류기를 이용한 성능 평가를 기반으로, 스트레스 모니터링 시스템의 효율성을 극대화하는 것이 가능하다.

[0096] 전술한 설명들을 참고하여, 본 발명이 속하는 기술 분야의 종사자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[0097] 그러므로, 지금까지 전술한 실시 형태는 모든 면에서 예시적인 것으로서, 본 발명을 실시 형태들에 한정하기 위한 것이 아님을 이해하여야만 하고, 본 발명의 범위는 전술한 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 균등한 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

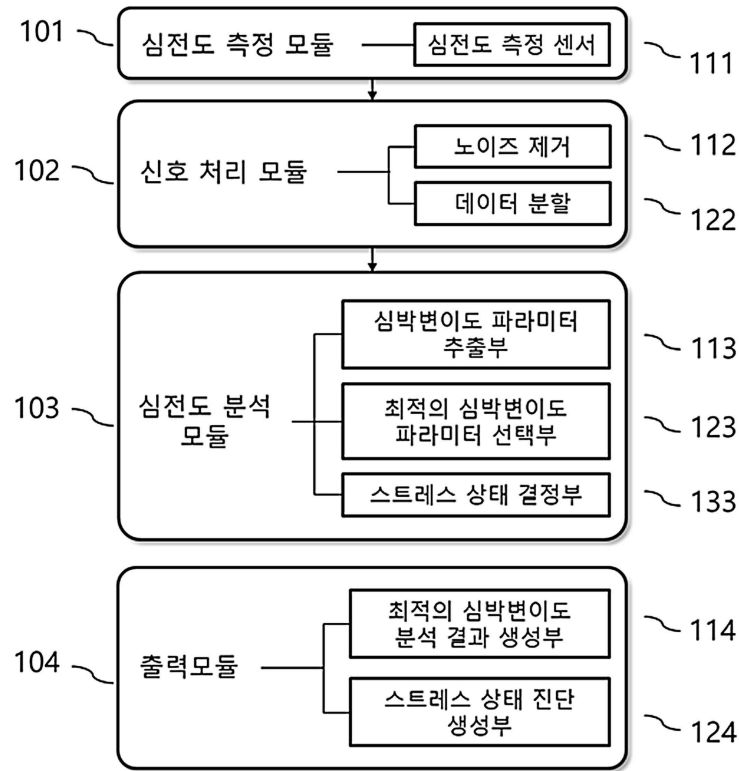
부호의 설명

- [0098]
- 101 심전도 측정 모듈
 - 102 신호 처리 모듈
 - 103 심전도 분석 모듈
 - 104 출력 모듈
 - 111 심전도 측정 센서
 - 112 노이즈 제거

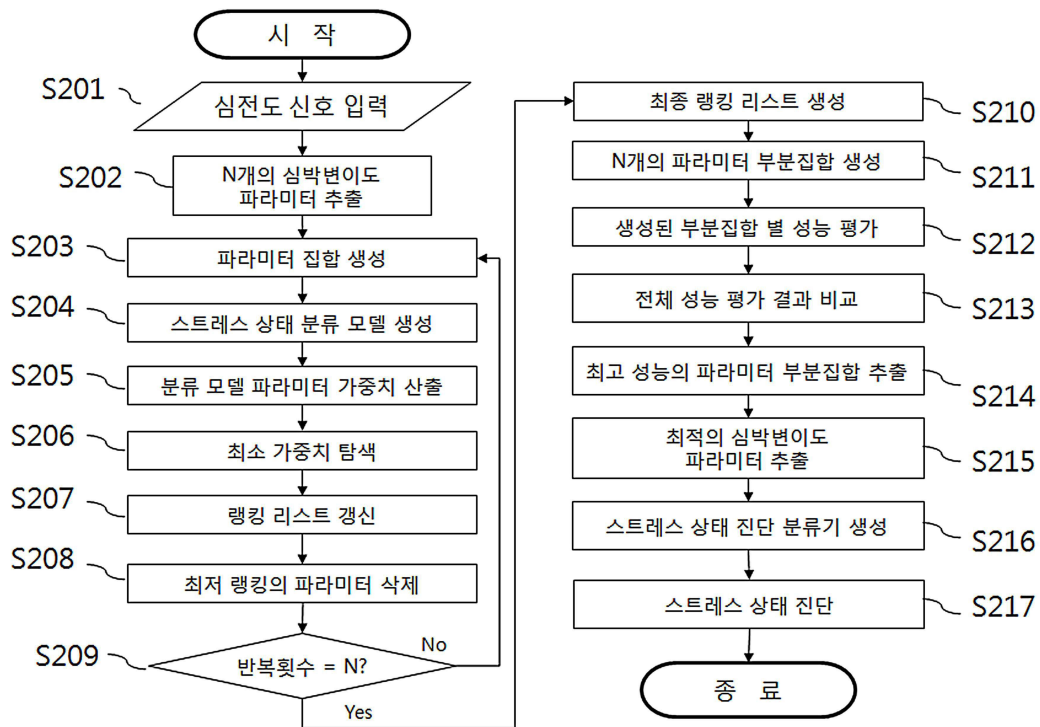
- 113 심박변이도 파라미터 추출부
- 114 심박변이도 분석 결과 생성부
- 122 데이터 분할
- 123 심박변이도 파라미터 선택부
- 124 스트레스 상태 진단 생성부
- 133 스트레스 상태 결정부

도면

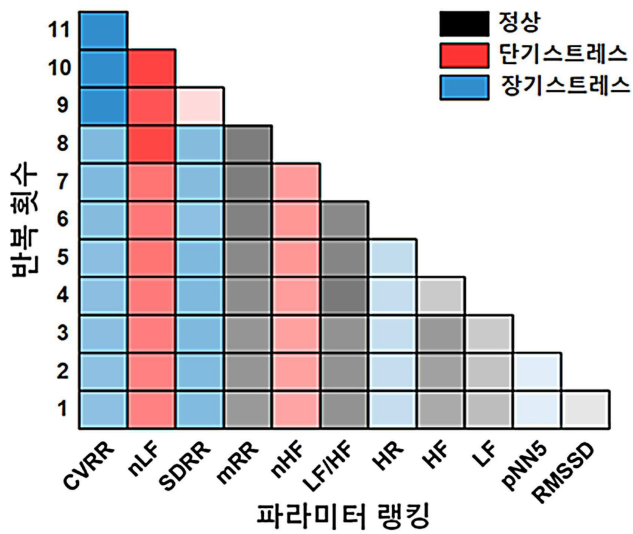
도면1



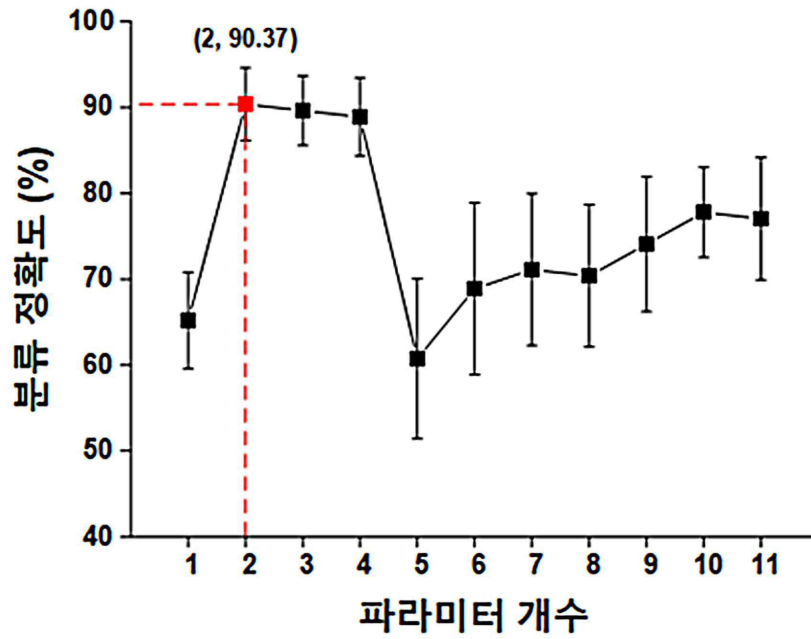
도면2



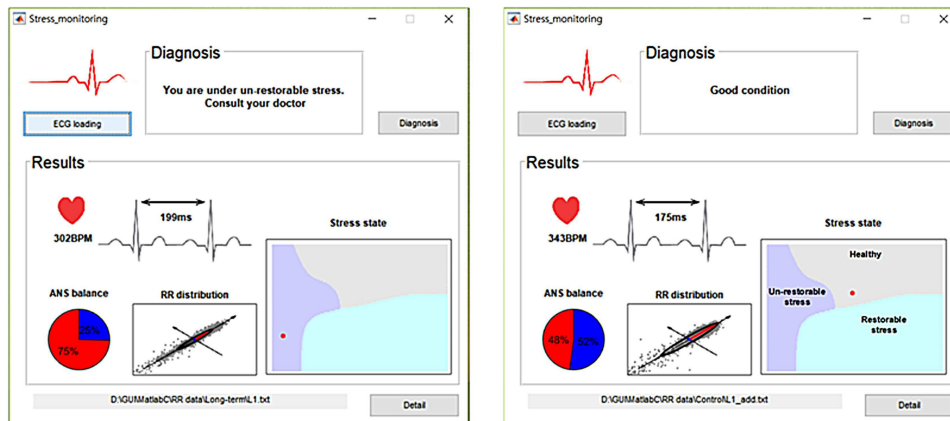
도면3



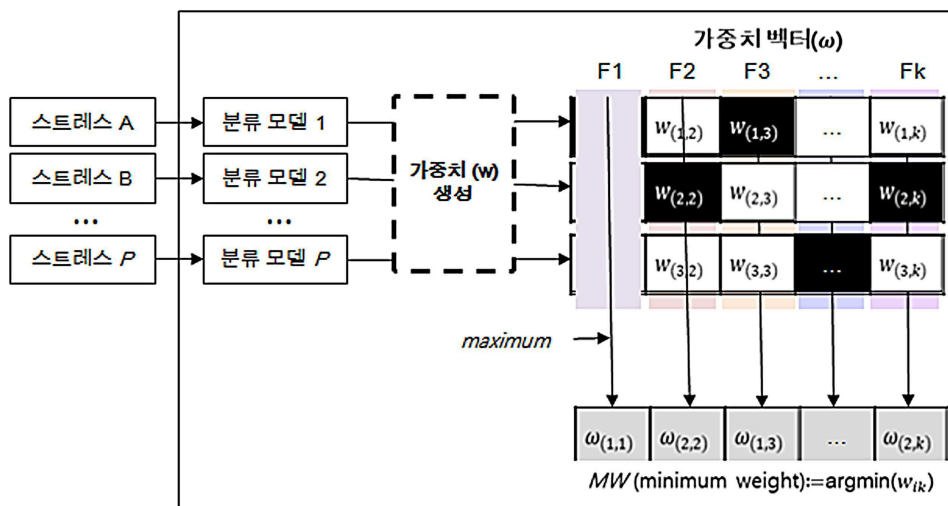
도면4



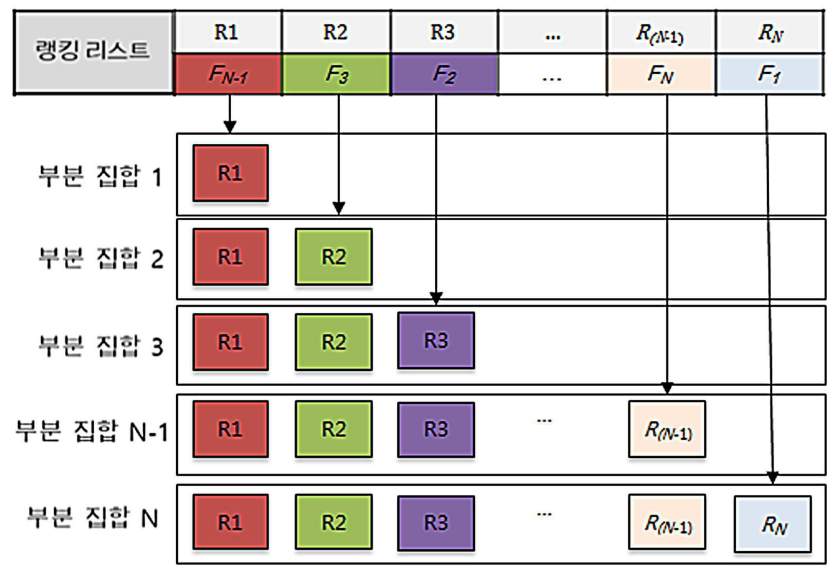
도면5



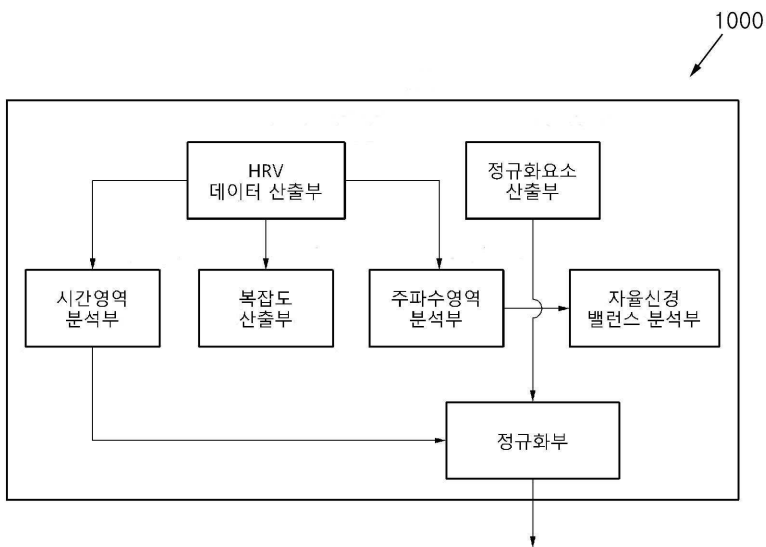
도면6



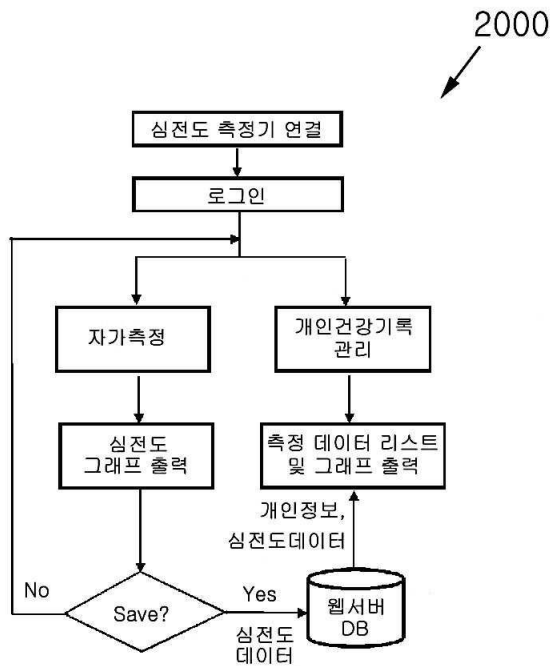
도면7



도면8a



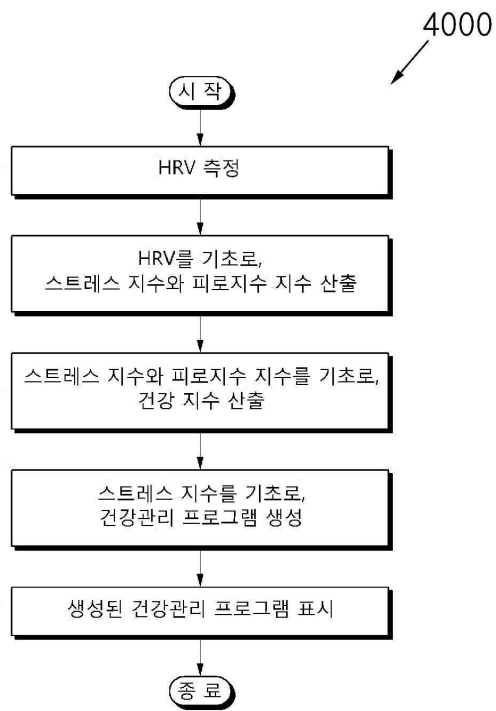
도면8b



도면8c



도면8d



专利名称(译)	基于心率变异性参数选择的日常生活压力监测方法		
公开(公告)号	KR101998114B1	公开(公告)日	2019-07-10
申请号	KR1020180030212	申请日	2018-03-15
[标]申请(专利权)人(译)	韩国科学技术研究院		
申请(专利权)人(译)	科学技术研究所韩国		
当前申请(专利权)人(译)	科学技术研究所韩国		
[标]发明人	윤인찬 김형민 최귀원 이미란 박다정		
发明人	윤인찬 김형민 최귀원 이미란 박다정		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/04 A61B5/0452		
CPC分类号	A61B5/4884 A61B5/04012 A61B5/0452 A61B5/7225 A61B5/7235		
代理人(译)	金永澈		
审查员(译)	이봉수		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及一种用于诊断压力的方法，该方法包括以下步骤：获取心电图原始信号；以及获取通过处理心电图原始信号处理后的心电图信号；从处理后的心电图信号中提取多个心率变异性参数；从多个心率变异性参数中选择预定的心率变异性参数；根据预定的心率变异性参数确定待测物体的应力状态；并输出应力状态。本发明基于从心电图信号产生的心率变异性，根据给定的所有压力状态选择最佳心率变异性参数，并且排除与给定应力状态无关的不必要的心率变异性，从而有效且准确地监测压力诊断。

