



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년05월02일
 (11) 등록번호 10-1853102
 (24) 등록일자 2018년04월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
A61B 5/4812 (2013.01)
A61B 5/6823 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2016-0059862
 (22) 출원일자 2016년05월16일
 심사청구일자 2016년05월17일
 (65) 공개번호 10-2017-0129028
 (43) 공개일자 2017년11월24일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2004089267 A*
 JP4633374 B2*
 JP2013013542 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
 서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
 (72) 발명자
유선국
 서울특별시 중구 퇴계로90길 74 래미안 하이베르A 101-1002
 (74) 대리인
민혜정

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 양성연

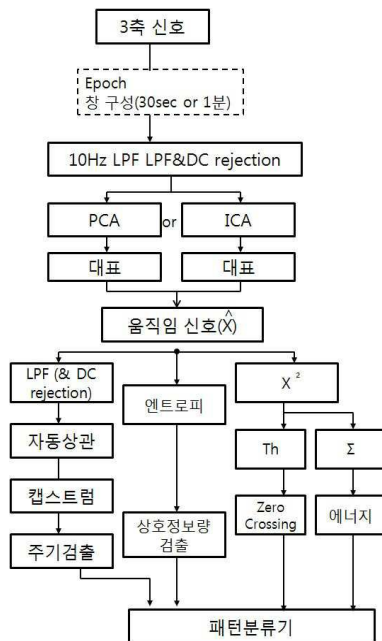
(54) 발명의 명칭 가속도 센서 기반 수면분류 정보 측정기

(57) 요약

본 발명은 가속도 센서를 구비하여 복부의 움직임을 3축 가속도 신호로 검출하여 무선 송신하는 복부 움직임 측정부와, 복부움직임 측정부로부터 수신된 3축 가속도 신호를, 독립성분 분석법 또는 주성분 분석법을 이용하여 피검자의 움직임 신호를 검출하고, 검출된 상기 움직임 신호를 차단주파수가 0.2Hz 내지 0.6Hz의 저역통과 필터

(뒷면에 계속)

대표도 - 도5



링을 행하며 DC 성분의 제거를 행하여, 호흡 신호를 검출하며, 상기 움직임 신호와 호흡신호로부터 호흡 주기, 기준시간당 움직임 횟수, 기준시간당 움직임 에너지, 엔트로피, 상호정보량을 검출하여 패턴분류기(Pattern classifier)에 적용하여 수면분류를 행하는 신호처리부를 포함하는, 가속도 센서 기반 수면분류 정보 측정기(수면 측정기)에 관한 것이다.

본 발명의 가속도 센서 기반 복부형 수면 측정기는 간단하며, 일상생활에서 사용자 본인이 스스로 사용하기에 편리하고, 무자각적일 수 있도록 충분히 소형이며, 저렴하면서, 정확도가 높다.

(52) CPC특허분류

A61B 5/7235 (2013.01)

A61B 5/7275 (2013.01)

A61B 2562/0219 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

복부에 장착되며 가속도센서를 구비하여 3축 가속도 신호를 검출하는 복부 움직임 측정부;

복부움직임 측정부로부터 수신된 3축 가속도 신호로부터 호흡신호를 검출하고 검출된 호흡신호를 이용하여 수면 분류를 행하는 연산처리부;

를 포함하여 이루어진 가속도 센서 기반 수면 측정기에 있어서,

연산처리부는,

복부움직임 측정부로부터 수신된 3축 가속도 신호를, 독립성분 분석법 또는 주성분 분석법을 이용하여 피검자의 움직임 신호를 검출하고, 검출된 상기 움직임 신호를 차단주파수가 0.2Hz 내지 0.6Hz의 저역통과 필터링을 행하며 DC 성분의 제거를 행하여, 호흡 신호를 검출하며,

호흡신호에서 캡스트럼(cepstrum) 또는 자기상관(오토코릴레이션)을 이용하여 호흡 주기를 검출하며,

상기 움직임신호에서 움직임 기준 문턱치를 뺀 신호의, 제로 크로싱(zero crossing)의 회수를 기준시간 동안에 카운팅하여, 기준시간당 움직임 횟수로서 검출하며,

기준시간 동안 상기 움직임신호의 에너지를, 기준시간당 움직임 에너지로서 검출하며,

기준시간 동안 상기 움직임신호에서 엔트로피를 구하고,

호흡신호와 수면상태 템플레이트들의 상호정보량을 검출하고,

호흡 주기, 기준시간당 움직임 횟수, 기준시간당 움직임 에너지, 엔트로피, 상호정보량을 패턴분류기(Pattern classifier)에 적용하여 수면분류를 행하는 것을 특징으로 하는 가속도 센서 기반 수면 측정기.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

제1항에 있어서,

패턴분류기에 의해 분류된 수면분류정보는 제1 얇은수면(light sleep 1), 제2 얇은수면(light sleep 2), 깊은수면(deep sleep), 렘수면(REM sleep) 중 어느 하나 인 것을 특징으로 하는 가속도 센서 기반 수면 측정기.

청구항 10

제1항에 있어서,

기준시간은 1분 또는 30초인 것을 특징으로 하는 가속도 센서 기반 수면 측정기.

청구항 11

제1항에 있어서,

복부 움직임 측정부는, 피검자의 의복에 장착되되, 피검자의 복부 위에 장착되는 것을 특징으로 하는 가속도 센서 기반 수면 측정기.

청구항 12

제1항에 있어서,

복부 움직임 측정부는, 운전 중인 피검자의 안전벨트에 장착되되, 피검자의 복부 위에 장착되는 것을 특징으로 하는 가속도 센서 기반 수면 측정기.

청구항 13

제1항에 있어서,

복부 움직임 측정부는 일측에 클립 또는 벨크로어 또는 스냅버튼이 장착되어 있는 것을 특징으로 하는 가속도 센서 기반 수면 측정기.

청구항 14

제1항에 있어서,

복부 움직임 측정부는, 피검자의 기저귀에 장착되는 것을 특징으로 하는 가속도 센서 기반 수면 측정기.

청구항 15

제1항에 있어서,

복부 움직임 측정부는, 피검자의 침대 위에 위치되는 것을 특징으로 하는 가속도 센서 기반 수면 측정기.

청구항 16

제1항에 있어서,

패턴분류기는 신경회로망(neural network) 패턴분류기, 서포트벡터머신(Support vector machine, SVM), 로지스 트 회귀 분류기(Logist Regression classifier) 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 가속도 센서 기반 수면 측정기.

청구항 17

복부에 장착되며 가속도센서를 구비하여 3축 가속도 신호를 검출하는 복부움직임 측정부와, 복부움직임 측정부로부터 수신된 3축 가속도 신호로부터 호흡신호를 검출하고 검출된 호흡신호를 이용하여 수면분류를 행하는 연산처리부를 포함하는 신호처리부로 이루어진 가속도 센서 기반 수면 측정기의 제어방법에 있어서,

연산처리부는, 복부움직임 측정부로부터 수신된 3축 가속도 신호를, 독립성분 분석법 또는 주성분 분석법을 이용하여 피검자의 움직임 신호를 검출하고, 검출된 상기 움직임 신호를 차단주파수가 0.2Hz 내지 0.6Hz의 저역통과 필터링을 행하고 DC 성분의 제거를 행하여, 호흡 신호를 검출하고,

검출된 호흡신호에서 캡스트럼(cepstrum) 또는 자기상관(오토코릴레이션)을 이용하여 호흡 주기를 검출하되,

연산처리부는, 복부움직임 측정부로부터 수신된 3축 가속도 신호를, 0.4Hz 저역통과 필터링과 DC 성분 제거한 후, 독립성분 분석법을 적용하여 3개의 독립성분을 구하며, 3개의 독립성분 중 최대크기의 신호를 움직임 신호로 검출하고,

상기 움직임신호에서 움직임 기준 문턱치를 뺀 신호의, 제로 크로싱(zero crossing)의 회수를 기준시간 동안에 카운팅하여, 기준시간당 움직임 횟수로서 검출하고,

기준시간 동안 상기 움직임신호의 에너지를, 기준시간당 움직임 에너지로서 검출하고,

기준시간 동안 상기 움직임신호에서 엔트로피를 구하고,

호흡신호와 수면상태 템플레이트들의 상호정보량을 검출하고,

호흡 주기, 기준시간당 움직임 횟수, 기준시간당 움직임 에너지, 엔트로피, 상호정보량을 패턴분류기(Pattern classifier)에 적용하여 수면분류를 행하는 것을 특징으로 하는 가속도 센서 기반 수면 측정기의 제어방법.

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

제17항의 가속도 센서 기반 수면 측정기의 제어방법에 대한 컴퓨터 프로그램 소스를 저장한 기록매체.

청구항 26

제1항에 있어서,

연산처리부는 스마트폰, 컴퓨터, 스마트패드 중의 어느 하나인 것을 특징으로 하는 가속도 센서 기반 수면 측정기.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 가속도 센서를 구비하여 복부의 움직임을 3축 가속도 신호로 검출하여 무선 송신하는 복부 움직임 측정부와, 복부움직임 측정부로부터 수신된 3축 가속도 신호를, 독립성분 분석법 또는 주성분 분석법을 이용하여 피검자의 움직임 신호를 검출하고, 검출된 상기 움직임 신호를 차단주파수가 0.2Hz 내지 0.6Hz의 저역통과 필터링을 행하며 DC 성분의 제거를 행하여, 호흡 신호를 검출하며, 상기 움직임 신호와 호흡신호로부터 호흡 주

[0001]

기, 기준시간당 움직임 횟수, 기준시간당 움직임 에너지, 엔트로피, 상호정보량을 검출하여 패턴분류기(Pattern classifier)에 적용하여 수면분류를 행하는 신호처리부를 포함하는, 가속도 센서 기반 수면분류 정보 측정기(수면 측정기)에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로 수면 단계는 급속 동공운동(Rapid Eye Movement)상태(REM), 얇은 수면 상태, 깊은 수면 상태로 나뉘며, 수면 상태에서 수면 1, 2단계는 얇은 수면(light sleep: LS)으로 분류되고, 수면 3, 4단계는 깊은 수면(Deep Sleep : DS)으로 분류된다.
- [0003] 즉, 입면 및 제 1수면 단계(light sleep 1)는 각성시 뇌파는 주파수가 8~12Hz 인 알파파가 50% 이상을 차지하게 되는데 입면하면서 50% 이하로 감소하고 높이가 낮은 혼합 주파수의 양상으로 변하게 된다.
- [0004] 제 2수면 단계(light sleep 2)는, 방추파 (Sleep slindles) 와 K-복합파 (K-complex) 의 매우 특징적인 뇌파 소견을 보이며, 제 2수면 단계에서는 잠을 깨우려면 제 1수면 단계보다 좀더 강한 자극이 필요하다.
- [0005] 제3 및 4 수면 단계(deep sleep)는, 서파수면, 델타수면, 깊은수면 이라고 하며 제 2단계 수면에서 계속 진행되어 잠이 든 후 30~45분이 지나면 대부분의 젊은 성인은 서파수면에 도달하게 된다. 점차 높은 크기의 느린 뇌파가 그 모습을 드러내기 시작하는데 75 μ V 이상의 높이와 2Hz 이하의 주파수를 보이는 서파들이 20~50%를 차지하면 제 3단계 수면이고 50%를 넘어가면 제 4단계 수면이라고 한다.
- [0006] 렘수면(REM sleep)은, 잠이 든 지 약 90분 가량 지나면 최초의 렘 수면이 나타나고 이후 약 90분 마다 비렘수면과 교대로 나타나는 데, 렘 수면의 뇌파는 제 1수면 단계와 비슷하나 톱니 모양의 뇌파가 나타난다. 빠른 안구운동이 특징적으로 나타나 Rapid Eye Movement 의 영문의 첫 글 자를 따서 REM 수면이라 불린다.
- [0007] 종래에는 수면다원검사를 통해 수면호흡장애(SDB)를 검출하고 수면의 질을 평가하였으나, 고 비용이 소요되며, 검사실에서 1박을 하면서 측정해야 하는 번거로움이 있다. 특히, 수면다원검사를 위한 장치는 공기 흐름을 측정하기 위해 코에 부착한 감시장치(비강기류 검출장치), 눈동작과 뇌활동을 측정하기 위해 얼굴과 두피에 부착된 감지장치, 혈중산소포화도를 측정하는 감지장치, 숨을 쉬는데 들이는 노력을 측정하기 위한 가슴과 배에 두른 밴드타입 감지장치 등등을 포함하여, 뇌파, 안전도, 근전도, 심전도, 산소포화도 등을 측정하며, 이렇게 측정된 수많은 채널의 생체신호를 컴퓨터로 보내어 분석하도록 되어 있어, 상당히 복잡하고 번거롭다.
- [0008] 최근들어, 심전도(ECG) 신호를 이용한 수면의 질 평가에 대한 연구가 보고되었지만, 이들 방법들은 ECG로부터 EDR(ECG derived respiration)신호 또는 RR 간격 신호를 사용하여 수면호흡장애를 검출하기 위한 것으로, ECG 내의 수면호흡장애(SDB)에 의한 패턴이 복잡하거나 일정하지 않아 검출이 용이하지 않았으며, 또한 복잡한 수식을 사용하여 추정하는 것으로, 이를 통한 수면호흡장애(SDB)의 구간을 정확히 검출하기 어려우며, 그 측정기는 복잡하며 가격도 상대적으로 고가이다. 또한 이는 일상생활에서 사용자가 손쉽게 사용하기 어렵다,
- [0009] 따라서 복잡한 수식을 사용하지 않으며, 간단하며, 일상생활에서 사용자 본인이 스스로 사용하기에 편리하고, 무자각적일 수 있도록 소형이며, 저렴하면서, 상대적으로 정확도가 높은 수면 측정기가 요망된다.
- [0010] 국내 특허공개 제10-2011-0088138호는 수면 무호흡 검출 및 유형 판단 장치 및 그 방법에 관한 것이다. 국내 특허공개 제10-2011-0088138호는 가속도 센서, PPG 센서, 체온센서를 구비하며, 가속도 센서로 움직임을 감지하지만, 호흡여부는 PPG 센서로 검출한다. 일반적으로 PPG 센서는 발광부와 수광부를 구비하여, 소형화가 어렵고, 여러 센서를 구비하여 저렴하지 않으며, 특정위치에 센서를 장착해야 하는 등 초보자가 사용하기 쉽지 않다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 가속도 센서를 구비하여 복부의 움직임을 3축 가속도 신호로 검출하여 무선 송신하는 복부 움직임 측정부와, 복부움직임 측정부로부터 수신된 3축 가속도 신호를, 독립성분 분석법 또는 주성분 분석법을 이용하여 피검자의 움직임 신호를 검출하고, 검출된 상기 움직임 신호를 차단주파수가 0.2Hz 내지 0.6Hz의 저역통과 필터링을 행하며 DC 성분의 제거를 행하여, 호흡 신호를 검출하며, 상기 움직임 신호와 호흡신호로부터 호흡 주기, 기준시간당 움직임 횟수, 기준시간당 움직임 에너지, 엔트로피, 상호정보량을 검출하여 패턴분류기(Pattern classifier)에 적용하여 수면분류를 행하는 신호처리부를 포함하는, 가속도 센서 기반 수면분류 정보 측정기(수면 측정기)를 제공하는 것이다.

[0012] 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 상기 신호처리부는 스마트폰으로 이루어져, 사용자는 언제 어디서나 본인의 수면상태를 알 수 있으며, 수면정도에 따라 알람을 행하도록 이루어진 가속도 센서 기반 수면분류 정보 측정기를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 가속도 센서 기반 수면 측정기는, 복부에 장착되며 가속도센서를 구비하여 3축 가속도 신호를 검출하는 복부 움직임 측정부; 복부움직임 측정부로부터 수신된 3축 가속도 신호로부터 호흡신호를 검출하고 검출된 호흡신호를 이용하여 수면 여부를 판단하는 연산처리부;를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

[0014] 연산처리부는, 복부움직임 측정부로부터 수신된 3축 가속도 신호를, 독립성분 분석법 또는 주성분 분석법을 이용하여 피검자의 움직임 신호를 검출하고, 검출된 상기 움직임 신호를 차단주파수가 0.2Hz 내지 0.6Hz의 저역통과 필터링을 행하며 DC 성분의 제거를 행하여, 호흡 신호를 검출한다.

[0015] 연산처리부는, 호흡신호에서 캡스트럼(cepstrum) 및 자기상관(오토코릴레이션)을 이용하여 호흡 주기를 검출한다.

[0016] 연산처리부는, 상기 움직임신호에서 움직임 기준 문턱치를 뺀 신호의, 제로 크로싱(zero crossing)의 회수를 기준시간 동안에 카운팅하여, 기준시간당 움직임 횟수로서 검출한다.

[0017] 연산처리부는, 기준시간 동안 상기 움직임신호의 에너지를, 기준시간당 움직임 에너지로서 검출한다.

[0018] 연산처리부는 기준시간 동안 상기 움직임신호에서 엔트로피를 구한다.

[0019] 연산처리부는 호흡신호와 수면상태 템플레이트들의 상호정보량을 검출한다.

[0020] 연산처리부는 호흡 주기, 기준시간당 움직임 횟수, 기준시간당 움직임 에너지, 엔트로피, 상호정보량을 패턴분류기(Pattern classifier)에 적용하여 수면분류를 행한다.

[0021] 패턴분류기에 의해 분류된 수면분류정보는 제1 얇은수면(light sleep 1), 제2 얇은수면(light sleep 2), 깊은수면(deep sleep), 램수면(REM sleep) 중 어느 하나이다.

[0022] 상기 기준시간은 1분 또는 30초이다.

[0023] 복부 움직임 측정부는, 피검자의 의복에 장착되되, 피검자의 복부 위에 장착될 수 있다.

[0024] 복부 움직임 측정부는, 운전 중인 피검자의 안전벨트에 장착되되, 피검자의 복부 위에 장착될 수 있다.

[0025] 복부 움직임 측정부는 일측에 클립 또는 벨크로어 또는 스냅버튼이 장착되어 있는 것일 수 있다.

[0026] 복부 움직임 측정부는, 피검자의 기저귀에 장착될 수 있다.

[0027] 복부 움직임 측정부는, 피검자의 침대 위에 위치될 수 있다.

[0028] 상기 패턴분류기는 신경회로망(neural network) 패턴분류기, 서포트벡터머신(Support vector machine, SVM), 로지스트 회귀 분류기(Logist Regression classifier) 중 어느 하나이다.

[0029] 또한, 본 발명은, 복부에 장착되며 가속도센서를 구비하여 3축 가속도 신호를 검출하는 복부움직임 측정부와, 복부움직임 측정부로부터 수신된 3축 가속도 신호로부터 호흡신호를 검출하고 검출된 호흡신호를 이용하여 수면분류를 행하는 연산처리부를 포함하는 신호처리부로 이루어진 가속도 센서 기반 수면 측정기의 제어방법에 있어서, 연산처리부는, 복부움직임 측정부로부터 수신된 3축 가속도 신호를, 독립성분 분석법 또는 주성분 분석법을 이용하여 피검자의 움직임 신호를 검출하고, 검출된 상기 움직임 신호를 차단주파수가 0.2Hz 내지 0.6Hz의 저역통과 필터링을 행하고 DC 성분의 제거를 행하여, 호흡 신호를 검출하는 것을 특징으로 한다.

[0030] 연산처리부는, 복부움직임 측정부로부터 수신된 3축 가속도 신호를, 0.4Hz 저역통과 필터링과 DC 성분 제거한 후, 독립성분 분석법을 적용하여 3개의 독립성분을 구하며, 3개의 독립성분 중 최대크기의 신호를 움직임 신호로 검출한다.

[0031] 또한, 본 발명은 가속도 센서 기반 수면 측정기의 제어방법에 대한 컴퓨터 프로그램 소스를 저장한 기록매체를 특징으로 한다.

발명의 효과

[0032] 본 발명의 가속도 센서 기반 수면분류 정보 측정기는, 가속도 센서를 구비하여 복부의 움직임을 3축 가속도 신호로 검출하여 무선 송신하는 복부 움직임 측정부와, 복부움직임 측정부로부터 수신된 3축 가속도 신호를, 독립 성분 분석법 또는 주성분 분석법을 이용하여 피검자의 움직임 신호를 검출하고, 검출된 상기 움직임 신호를 차단주파수가 0.2Hz 내지 0.6Hz의 저역통과 필터링을 행하며 DC 성분의 제거를 행하여, 호흡 신호를 검출하며, 상기 움직임 신호와 호흡신호로부터 호흡 주기, 기준시간당 움직임 횟수, 기준시간당 움직임 에너지, 엔트로피, 상호정보량을 검출하여 패턴분류기(Pattern classifier)에 적용하여 수면분류를 행하는 신호처리부를 포함하여 이루어져, 복잡한 수식을 사용하지 않으며, 간단하며, 일상생활에서 사용자 본인이 스스로 사용하기에 편리하고, 무자각적일 수 있도록 충분히 소형이며, 저렴하면서, 정확도가 높다.

[0033] 또한, 본 발명의 신호처리부는, 스마트폰으로 이루어져, 사용자는 언제 어디서나 본인의 수면상태를 알 수 있으며, 수면 정도에 따라 알람을 행하도록 이루어져, 운전시 등의 수면을 행하면 알람을 제공하여 깨우거나 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1은 본 발명의 가속도 센서 기반 복부형 수면 측정기의 사용상태도의 일예이다.
 도 2는 도 1의 복부 움직임 측정부의 일예이다.
 도 3은 본 발명의 가속도 센서 기반 복부형 수면 측정기의 구성을 개략적으로 설명하는 블럭도이다.
 도 4는 도 3의 신호처리부의 연산처리부에서 수면분류를 하는 과정을 개략적으로 나타내는 흐름도의 일예이다.
 도 5는 도 4의 수면분류과정을 설명하기 위한 설명도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 이하, 본 발명의 가속도 센서 기반 복부형 수면 측정기를 첨부된 도면을 참조하여 설명한다.

[0036] 도 1은 본 발명의 가속도 센서 기반 복부형 수면 측정기의 사용상태도의 일예이고, 도 2는 도 1의 복부 움직임 측정부의 일예이다.

[0037] 피검자는, 도 1에서와 같이, 복부에 복부 움직임 측정부(100)를 장착하고, 복부 움직임 측정부(100)의 개시/종료 스위치(107)를 온(on)하면, 복부 움직임 측정부(100)로부터 피검자의 복부움직임 신호, 즉, 3축 가속도신호를 측정하여 신호처리부(200)로 전송한다.

[0038] 신호처리부(200)는 상기 3축 가속도신호로부터 독립성분 분석법 또는 주성분 분석법을 이용하여 대표되는 움직임신호를 검출하고, 검출된 움직임 신호를 필터링(즉, 0.4Hz LPF 및 DC 제거 필터링)하여 호흡신호를 검출하고, 후술되는 캡스트럼(cepstrum) 및 자기상관(오토코릴레이션)을 이용하여 호흡신호의 주기성을 검출한다.

[0039] 또한, 신호처리부(200)는 독립성분 분석법 또는 주성분 분석법을 이용하여 검출된 대표되는 움직임신호와 움직임 기준 문턱치를 비교하여, 상기 움직임신호가 움직임 기준 문턱치를 넘는 순간(제로크로싱)을 카운팅하여 기준시간(단위시간)동안(예로, 1분간 또는 30초간)에 카운팅된 값을 기준시간당 움직임으로 검출한다.

[0040] 또한, 신호처리부(200)는 독립성분 분석법 또는 주성분 분석법을 이용하여 검출된 대표되는 움직임신호를 기준시간동안(예로, 1분간 또는 30초간)의 에너지를 기준시간 에너지로서 검출한다. 또한, 신호처리부(200)는 독립성분 분석법 또는 주성분 분석법을 이용하여 검출된 대표되는 움직임신호로부터 엔트로피를 검출한다.

[0041] 또한, 신호처리부(200)는 호흡신호와 수면상태 템플레이트들의 상호정보량을 검출한다.

[0042] 이렇게 검출된 호흡신호 주기성, 기준시간당 움직임, 기준시간 에너지, 엔트로피로, 상호정보량을 이용하여 패턴분류기로 패턴분류를 행하여, 수면깊이 정도를 추정한다. 여기서 신호처리부(200)는 스마트폰, 컴퓨터, 스마트패드 중의 어느 하나로 이루어질 수 있다.

[0043] 복부 움직임 측정부(100)는, 도 2에서와 같이, 복부 움직임 측정부(100)는 후면에 클립부(104)를 구비할 수 있으며, 클립부(104)를 이용하여, 피검자의 의복 또는 기저귀에서 복부부위에 복부 움직임 측정부(100)를 장착할 수 있다. 경우에 따라서, 클립부(104) 대신에 벨크로어 또는 스냅버튼으로 이루어져, 피검자의 복부부위의 의복 또는 벨트에 장착될 수 있다. 경우에 따라서는 복부 움직임 측정부(100)는 안전벨트(시트벨트)를 장착한 운전자

에서, 안전벨트(시트벨트)위에 장착되되 운전자의 복부 부위에 장착될 수 있다. 경우에 따라서는 복부 움직임 측정부(100)는 수면중의 피검자의 침대 위에 올려놓고, 침대의 움직임에 의해 측정할 수 있다. 다시말해, 복부 움직임 측정부(100)는, 아이 또는 환자의 기저귀, 자동차의 안전벨트, 피검자의 의복 또는 벨트, 피검자의 침대 위에 위치되어 측정할 수 있다.

- [0044] 도 3은 본 발명의 가속도 센서 기반 복부형 수면 측정기의 구성을 개략적으로 설명하는 블록도이다.
- [0045] 복부 움직임 측정부(100)는 가속도 센서(110), 가속도 전처리부(140), 가속도 측정제어부(170), 송신부(190)을 포함하여 이루어진다.
- [0046] 가속도 센서(110)는 3축 가속도센서로, 피검자의 복부의 움직임에 따라 x, y, z의 3축 가속도신호를 검출한다.
- [0047] 일반적으로, 가속도센서, 즉, 3축가속도 센서는, x,y,z신호를 출력하는 데, 여기서 z가 지구축이라할때, z가 지구축을 향하도록 고려하여 장착하기 어려우며, 특히, 복부 움직임 측정부(100)에 적용할 경우, 더더욱 사용자가 방향을 고려하여 장착하기 어렵다. 따라서 실제적으로는 방향이 로테이션되어 지구축 방향이 Z축이 아닐 수 있으며, 따라서 가속도센서를 이용하여 수면에 관계되는 정보분류가 쉽지 않다. 그래서, 본 발명에서는 독립성분 분석법 또는 주성분 분석법을 이용하여 대표되는 Z축에 정합된 움직임신호를 검출하여 움직임신호로 사용한다.
- [0048] 가속도 전처리부(140)는 3축 가속도신호를 증폭하고 잡음을 제거한다.
- [0049] 가속도 측정제어부(170)는 3축 가속도신호를 전송하기 위한 신호로 변환하고, 변환된 3축 가속도신호를 송신부(190)을 통해 신호처리부(200)로 전송한다.
- [0050] 신호처리부(200)는 수신부(210), 키입력부(220), 메모리부(230), 연산처리부(250), 알람부(260), 디스플레이부(270)을 포함하여 이루어진다.
- [0051] 연산처리부(250)는, 복부 움직임 측정부(100)로부터 수신된 x, y, z의 3축 가속도신호를, 수신부(210)을 통해 수신하며, 수신된 3축 가속도신호를 10Hz 저역통과 필터링(LPF)을 행하고, 독립성분 분석법(또는 주성분 분석법)으로 분석을 행하여 대표되는 움직임신호를 검출하고, 저역필터링(차단주파수가 0.2Hz 내지 0.6Hz, 바람직하게는 0.4Hz임) 및 DC 신호를 제거하여 호흡신호를 검출하고, 캡스트럼(cepstrum) 및 자기상관(오토코릴레이션)을 이용하여 호흡신호 주기성을 검출한다.
- [0052] 여기서, 자기상관계수를 이용한 방법은, 메모리부(230)에 기저장된 기준 호흡신호 패턴과, 독립 성분 분석법을 적용하여 검출된 대표적인 독립성분(즉, 움직임 신호)과의, 자기상관 계수를 구하여, 이를 호흡신호의 주기성의 값으로 사용할 수 있다.
- [0053] 캡스트럼(cepstrum)은 호흡 신호를 고속 푸리에 변환(FFT)를 적용하면 스펙트럼(spectrum)을 구하고, 구하여진 스펙트럼 신호의 로그값을 역 고속 푸리에 변환(inverse FFT)를 행하여 구하진다. 이렇게 구하여진 움직임 신호의 캡스트럼에서 주기성 정도를 판단하여 호흡신호 주기성을 검출한다. 예를들어, 움직임 신호의 캡스트럼에서 기본주파수를 구하고, 기본 주파수로부터 호흡신호 주기성을 판단할 수 있다.
- [0054] 일반적으로 스펙트럼은 기본주파수의 파형과, 기본주파수의 정수배로 이루어진 고조파의 파형이 포함되어 있는데, 캡스트럼은 기본주파수와 고조파를 분리하여 주며, 따라서 캡스트럼으로 기본주파수를 알 수 있다.
- [0055] 또한, 연산처리부(250)는, 독립성분 분석법(또는 주성분 분석법)을 이용하여 검출된 대표되는 움직임신호와 움직임 기준 문턱치를 비교하여, 상기 움직임신호가 움직임 기준 문턱치를 넘는 순간(제로크로싱)을 카운팅하여 기준시간동안(예로, 1분간 또는 30초간)에 카운팅된 값을 기준시간당 움직임으로 검출하고, 또한, 독립성분 분석법(또는 주성분 분석법)을 이용하여 검출된 대표되는 움직임신호를 기준시간동안(예로, 1분간 또는 30초간)의 에너지를 기준시간 에너지로서 검출한다.
- [0056] 또한, 연산처리부(250)는 독립성분 분석법(또는 주성분 분석법)을 이용하여 검출된 대표되는 움직임신호로부터 엔트로피를 검출한다.
- [0057] 또한, 연산처리부(250)는 호흡신호와 수면상태 템플레이트들의 상호정보량(mutual information)을 검출한다.
- [0058] 이렇게 검출된 호흡신호 주기성, 기준시간당 움직임, 기준시간 에너지, 엔트로피, 상호정보량을 패턴분류기(Pattern classifier)에 적용하여 수면분류(즉, 수면깊이정도)를 행한다. 여기서 수면분류는 제1 얇은수면 단계(light sleep 1), 제2 얇은수면 단계(light sleep 2), 깊은수면 단계(deep sleep), 램수면(REM sleep) 중

하나로 분류된다.

- [0059] 예를들어 수면깊이(y)는 다음식에 의해 구하여질 수 있다.
- [0060] $y = a_1En + a_2C + a_3Et + a_4M + a_5R$
- [0061] En는 기준시간당 에너지, C는 호흡신호 주기성 값, Et는 엔트로피 값, R은 호흡신호 주기성 값이며, 여기서, 계수인 a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 는 패턴분류기(Pattern classifier)에 의해 트레이닝 데이터이다. 여기서 패턴분류기(Pattern classifier)로는 신경회로망(neural network) 패턴분류기, 서포트벡터머신(Support vector machine, SVM), 로지스트 회귀 분류기(Logist Regression classifier) 등을 사용할 수 있다.
- [0062] 여기서, 상호정보량(mutual information)은, 엔트로피를 통해 피검자의 움직임여부를 판단하고, 움직임이 없으면, 호흡신호와 수면상태 템플레이트들의 상호정보량(mutual information)을 구하여 수면깊이 정도를 추정할 수 있다.
- [0063] 연산처리부(250)는 검출된 수면분류 정보를 디스플레이부(270)로 출력하고, 또한 메모리부(230)에 저장한다.
- [0064] 연산처리부(250)는 독립성분 분석법으로 추출된 신호들 중 호흡신호를 검출할 때, 메모리부(230)에 기저장된 기준 호흡신호 패턴 또는 호흡신호의 기본 주파수를 이용하여 호흡신호를 검출할 수 있다. 기준 호흡신호 패턴 또는 호흡신호의 기본 주파수는 공장 출하시 저장된 신호이거나, 또는 사용 초기에 사용자에게서 검출된 신호일 수 있다.
- [0065] 경우에 따라서, 연산처리부(250)는 수면정도를 판단하여 수면 중일때 알람부(260)를 통해 알람을 행하게 하거나, 진동부(미도시)를 진동을 행하게 할 수 있다.
- [0066] 도 4는 도 3의 신호처리부의 연산처리부에서 수면분류를 하는 과정을 개략적으로 나타내는 흐름도의 일례이고, 도 5는 도 4의 수면분류과정을 설명하기 위한 설명도이다.
- [0067] 가속도 신호 수신단계로, 연산처리부(250)는 복부 움직임 측정부(100)로부터 3축 가속도 신호, 즉 x축 가속도 신호, y축 가속도 신호, z축 가속도 신호의 3개의 가속도신호를 수신한다(S110).
- [0068] 제1 필터링 단계로, 연산처리부(250)는 3축 가속도 신호, 즉 x축 가속도 신호, y축 가속도 신호, z축 가속도 신호 각각을 10Hz의 차단주파수를 가지는 저역통과필터링(LPF)을 저역통과필터링(LPF)을 행한 후, DC성분을 제거한다(S150).
- [0069] 움직임 신호검출단계로, 10Hz 저역통과필터링 단계에서 출력된 x축 가속도 신호, y축 가속도 신호, z축 가속도 신호, 즉 3개의 가속도 신호에 대해, 독립 성분 분석법 또는 주성분 분석법을 적용하여(S130), 대표적인 신호를 움직임신호로 검출한다(S140).
- [0070] 독립성분 분석법을 적용하여 검출된 3개의 독립성분 중 어느 것이 지구축의 신호인지 알 수 없다. 다시말해, 일반적으로, 독립성분 분석법을 적용하여 추출되는 독립성분들에 있어서, 각 독립성분들이 무슨 신호인지는 알 수 없다. 즉, 검출된 3개의 독립성분 중, 어느 것이 지구축의 신호인지를 검출하기 위해, 자기상관 (autocorrelation) 계수를 이용하여 지구축 신호를 검출하거나, 또는 최대 값을 가지는 신호를 지구축의 신호, 즉 움직임 신호로 검출할 수 있다.
- [0071] 제2 필터링단계로, 연산처리부(250)는 움직임 신호검출단계로부터 검출된 움직임 신호를 0.4Hz의 차단주파수를 가지는 저역통과필터링(LPF)을 행한 후, DC성분을 제거한다(S150). 여기서, 경우에 따라서, DC성분을 제거는 생략할 수 있다.
- [0072] 호흡주기 검출단계로, 제2 필터링단계에서 출력신호를 호흡신호로 하여(S160), 호흡신호의 캡스트럼(cepstrum)을 구하여(S170) 호흡 주기를 검출한다(S180).
- [0073] 캡스트럼(cepstrum)은 독립 성분 분석법 적용단계에서 검출된 3개의 독립성분 각각을 고속 푸리에 변환(FFT)를 적용하면 스펙트럼(spectrum)을 구하고, 구하여진 스펙트럼 신호의 로그값을 역 고속 푸리에 변환(inverse FFT)를 행하여 구하여진다.
- [0074] 움직임신호의 자승단계로, 움직임 신호검출단계에서 구한 움직임 신호를 자승한다(S190). 이는 S/N비를 좋게 한다.
- [0075] 기준시간당 움직임 횟수 연산단계로, 움직임 신호(또는 움직임신호 자승값)에서 움직임 기준 문턱치(Th)를 뺀

값(S200)이 제로크로싱되는 횟수를 카운트하여 기준시간당 움직임 횟수를 구한다(S210).

- [0076] 움직임 에너지 연산단계로, 기준시간동안(예로, 1분간 또는 30초간), 움직임신호의 자승을 합산하여 기준시간당 움직임 에너지를 구한다(S220).
- [0077] 엔트로피 검출단계로, 움직임 신호검출단계에서 검출된 움직임신호에서, 기 설정된 단위시간, 즉 기준시간동안, 엔트로피를 구한다(S230). 구하여진 엔트로피 값은 움직임 정도의 추정값으로 할 수 있다. 엔트로피를 구하는 수식은 이미 널리 공지된 것으로 여기서 상세한 설명은 생략한다.
- [0078] 일반적으로 움직임이 없을 때는 안정된 주기적 호흡을 행하게 되며, 반면, 움직이지 않을 경우, 호흡이 제대로 검출되지 않는다. 따라서 호흡이 얼마나 주기성을 갖는가에 따라, 피검자가 움직이고 있는 지 여부를 알 수 있다.
- [0079] 여기서, 호흡신호가 랜덤신호에 가까울수록 엔트로피는 1에 가까운 최대값을 가지며, 호흡신호가 주기적이면 엔트로피는 0 근처값 이다. 즉, 엔트로피가 1에 가까울 수록 움직임 정도가 높은 것이라 할 수 있다. 또한, 엔트로피가 0 근처값 이면 움직임이 없다고 할 수 있으며 이 경우에는 수면 중이라고 추정할 수 있다.
- [0080] 상호 정보량(mutual information) 검출단계로, 호흡신호와 수면상태 템플레이트들의 상호정보량을 검출한다(S240). 여기서, 수면상태 템플레이트들은 각성기 템플레이트(패턴), 제1 얽은수면(light sleep 1) 템플레이트(패턴), 제 2 얽은수면(light sleep 2) 템플레이트(패턴), 깊은 수면(deep sleep) 템플레이트(패턴), 렘수면(REM sleep) 템플레이트(패턴)으로 이루어진다. 즉, 호흡신호와, 각성기(awake), 제1 얽은수면(입면기, light sleep 1), 제 2 얽은수면(중등 수면기, light sleep 2), 깊은 수면(심수면기, deep sleep)의 템플레이트(패턴)과 상호정보량을 검출한다. 상호 정보량을 구하는 수식은 널리 공지되어 있어, 여기서 상세한 설명은 생략한다.
- [0081] 경우에 따라서는 엔트로피 검출단계와 상호 정보량 검출단계의 움직임여부 판단단계를 더 구비하여, 움직임 여부판단단계에서는, 엔트로피가 0 근처값 인지를 판단하여, 엔트로피가 0 근처값인 경우, 움직임이 없는 경우(즉, 수면 중인 경우)이므로, 수면 정도의 추정하기 위해 상호 정보량(mutual information) 검출단계(S240)로 가며, 엔트로피가 0 근처값이 아닌 경우에는 패턴분류기(S250)로 가게 할 수도 있다.
- [0082] 패턴분류단계에서, 호흡주기 검출단계(S180)에서 검출된 호흡 주기, 기준시간당 움직임 횟수 연산단계(S220)에서 검출된 기준시간당 움직임 횟수, 움직임 에너지 연산단계(S220)에서 구한 기준시간 에너지, 엔트로피 검출단계(S230)에서 구한 엔트로피, 상호 정보량 검출단계(S240)에서 구한 상호정보량을 패턴분류기(Pattern classifier)에 적용하여 수면분류(즉, 수면깊이정도)를 행한다. 여기서 수면분류는 제1 얽은수면 단계(light sleep 1), 제2 얽은수면 단계(light sleep 2), 깊은수면 단계(deep sleep), 렘수면(REM sleep) 중 하나로 분류된다.
- [0083] 일반적으로, 상호 정보량(mutual information)은, 확률론 및 정보이론에 있어서, 2개의 확률 변수의 상호의존의 척도를 나타내는 양으로, 가장 전형적인 상호 정보량의 물리 단위는 비트이다. 상호 정보량(mutual information) 등의 파라미터들을 통해, 호흡신호 안에, 각성기(awake), 입면기(light sleep 1), 중등 수면기(light sleep 2), 심수면기(deep sleep) 각각이 얼마나 들어 있는지 알 수 있다. 상호 정보량(mutual information) 검출단계를 통해 수면 깊이 정도를 알 수 있다.
- [0084] 일반적으로 뇌파를 기준으로 수면상태를 분류할 경우, 각성하고 있으면서 눈을 감고 있을 때는 10Hz 전후의 α 파가 보이는 각성기(awake), 졸음이 오게 되면 α 파는 없어지고 진폭이 작은 4~6Hz의 서파(徐波)와 가는 속파(速波)가 나타나는 입면기(light sleep 1), 이어서 진폭이 큰 예파(銳波), 또는 방추파(紡錘波)라고 하는 14Hz 정도의 빠른 파가 나타나게 되며 더욱 나아가면 방추파 외에 진폭이 큰 3Hz 정도의 서파가 나타나는 중등 수면기(light sleep 2), 더욱 수면이 깊어지면 방추파가 감소하여 거의 서파만으로 되는 심수면기(deep sleep)로 나누어진다.
- [0085] 본 발명에서는 각성기, 입면기, 중등 수면기, 심수면기의 템플레이트를 메모리부(230)에 저장하고 있다. 각성기, 입면기, 중등 수면기, 심수면의 템플레이트는 공장출하시 저장된 것일 수 있으며, 또는, 사용초기에 사용자로부터 검출되어 저장된 신호일 수 있다.
- [0086] 수면분류정보 출력단계로, 상호 정보량 검출단계에서 구한 호흡신호와 수면상태 템플레이트들의 상호정보량(mutual information)을 수면깊이 정보로서 메모리부(230)에 저장하고 디스플레이부(270)로 출력한다(S270). 그리고 다음 신호 측정을 위해 가속도 신호 수신단계(S110)로 되돌아간다.

[0087] 경우에 따라서, 수면깊이 정보에 따라서, 알람부(260)로 하여금 알람을 하게 할 수 있다. 예를들어 복부 움직임 측정부(100)가 운전자의 복부에 위치한 안전벨트에 장착된 경우, 수면분류정보 출력단계(S270)에서, 구하여진 수면분류 정보에 따라서 위험정도를 판단하고, 위험정도에 따라 서로다른 알람을 행하도록 이루어질 수 있다.

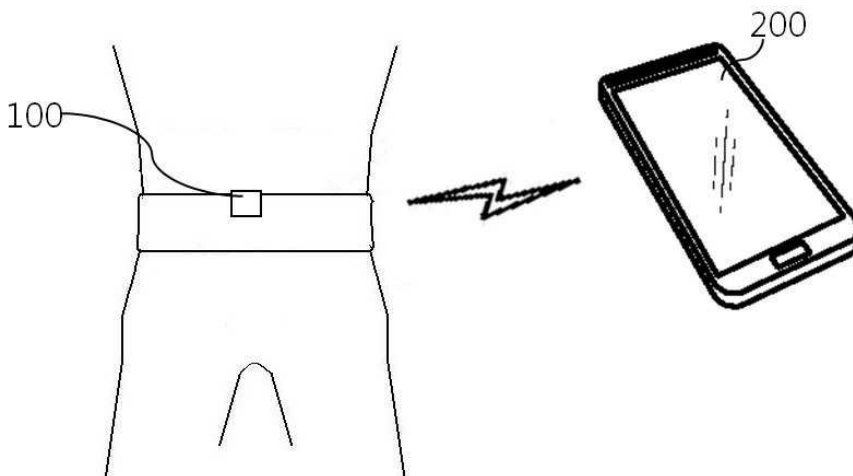
[0088] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 이는 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 아래에 기재된 특허청구범위에 의해서만 파악되어야 하고, 이의 균등 또는 등가적 변형 모두는 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

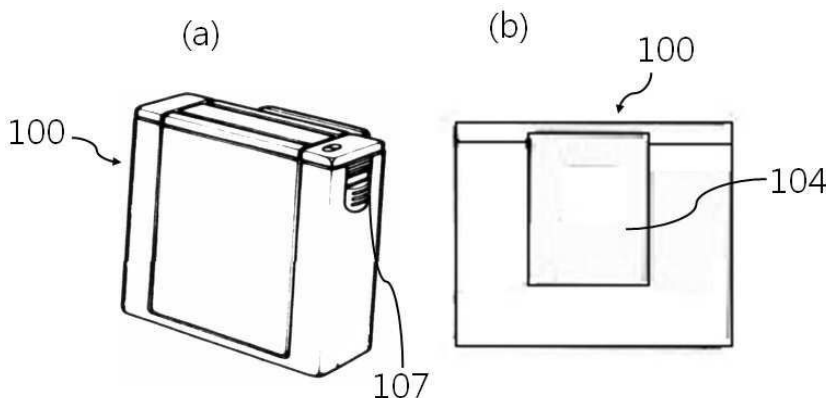
- [0089]
- | | |
|------------------|-----------------|
| 100 : 복부 움직임 측정부 | 104 : 클립부 |
| 107 : 개시/종료 스위치 | 110 : 가속도 센서 |
| 140 : 가속도 전처리부 | 170 : 가속도 측정제어부 |
| 190 : 송신부 | 200 : 신호처리부 |
| 210 : 수신부 | 220 : 키입력부 |
| 230 : 메모리부 | 250 : 연산처리부 |
| 260 : 알람부 | 270 : 디스플레이부 |

도면

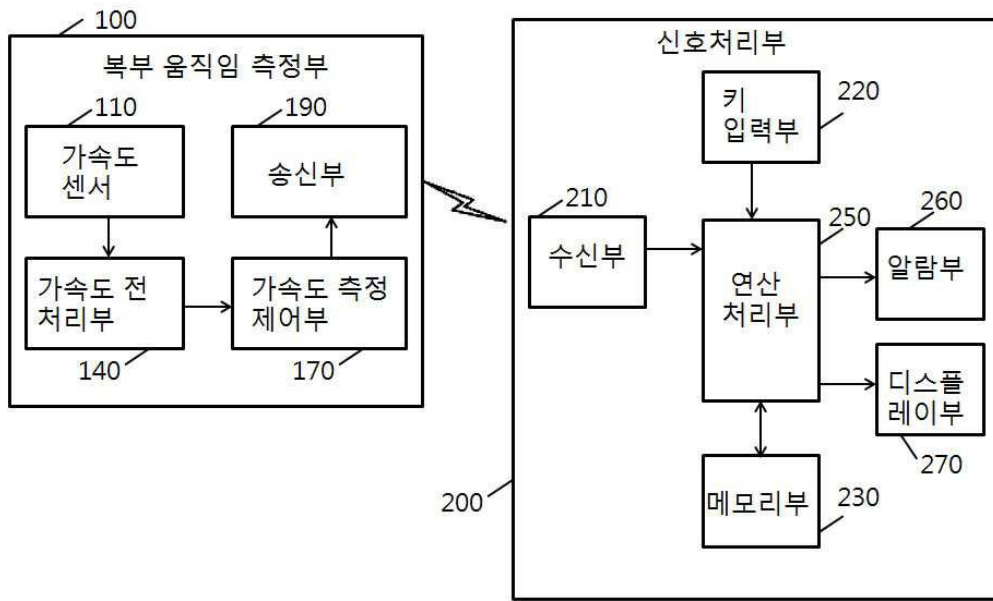
도면1



도면2



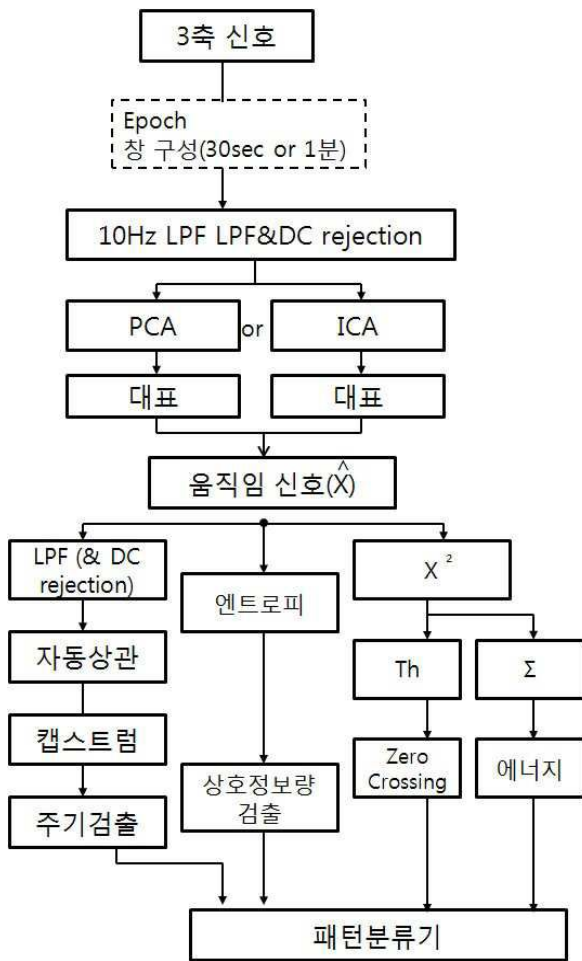
도면3



도면4



도면5



专利名称(译)	基于加速度传感器的睡眠分类信息仪表		
公开(公告)号	KR101853102B1	公开(公告)日	2018-05-02
申请号	KR1020160059862	申请日	2016-05-16
[标]申请(专利权)人(译)	延世大学校产学协力团		
申请(专利权)人(译)	产学合作基金会, 延世大学		
当前申请(专利权)人(译)	产学合作基金会, 延世大学		
[标]发明人	YOU SUNKOOK 유선국		
发明人	유선국		
IPC分类号	A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/4812 A61B5/7235 A61B5/7275 A61B5/6823 A61B2562/0219		
代理人(译)	Minhyejeong		
其他公开文献	KR1020170129028A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及一种使用独立分量分析方法或主成分分析方法测量从腹部运动测量单元接收的三轴加速度信号的装置和方法, 通过滤波器, 用于执行截止频率为0.2 Hz至0.6 Hz的低通滤波, 并去除直流分量以检测来自运动信号和呼吸信号的呼吸信号, 参考涉及一种每运动的次数, 所述基准每小时运动能量, 熵, 通过包括信号处理单元, 用于通过应用模式分类 (Patternclassifier) 进行表面类别相互检测的信息的量, 基于加速计的睡眠分类信息计 (水柱) 。 本发明的基于加速度计的腹部睡眠分析仪简单, 紧凑, 足以在日常生活中自足, 自觉, 廉价且准确。

