



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0126564
(43) 공개일자 2023년08월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/024 (2006.01) A61B 5/00 (2021.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/02416 (2013.01)
A61B 5/02438 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0023895
(22) 출원일자 2022년02월23일
심사청구일자 2022년02월23일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
이진석
서울특별시 송파구 송파대로 567, 511동 1402호(잠실동, 잠실주공아파트)
이후석
경기도 용인시 기흥구 서그대로53번길 3-10, 403호(서천동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
두호특허법인

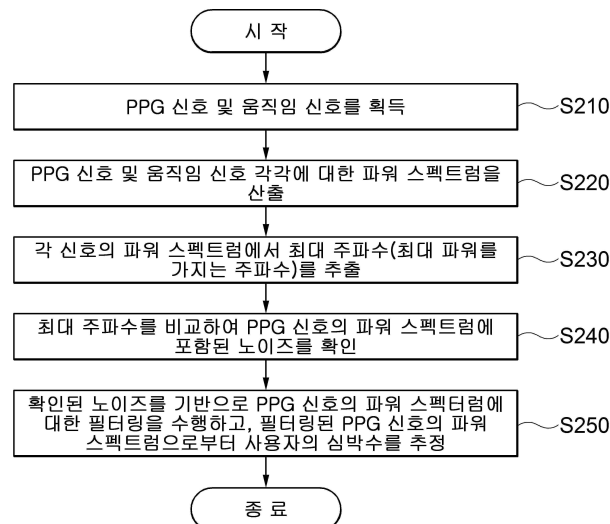
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 심박수 측정 방법 및 이를 수행하기 위한 컴퓨팅 장치

(57) 요약

심박수 측정 방법 및 이를 수행하기 위한 컴퓨팅 장치가 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 심박수 측정 방법 및 이를 수행하기 위한 컴퓨팅 장치는, 하나 이상의 프로세서들, 및 상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비한 컴퓨팅 장치에서 수행되는 심박수 측정 방법으로서, 사용자에게 대한 PPG(photoplethysmographic) 신호 및 움직임 신호를 획득하는 단계, 상기 획득한 PPG 신호 및 움직임 신호 각각에 대한 파워 스펙트럼(power spectrum)을 산출하는 단계, 상기 산출된 PPG 신호의 파워 스펙트럼 및 상기 산출된 움직임 신호의 파워 스펙트럼을 기반으로 상기 PPG 신호의 파워 스펙트럼의 노이즈를 확인하는 단계, 상기 확인된 노이즈를 기반으로 상기 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 대한 필터링을 수행하는 단계 및 상기 필터링된 PPG 신호의 파워 스펙트럼으로부터 상기 사용자의 심박수를 추정하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

A61B 5/1116 (2013.01)

A61B 5/721 (2013.01)

A61B 5/7257 (2013.01)

A61B 2562/0219 (2013.01)

(72) 발명자

고훈

경기도 용인시 기흥구 서그대로53번길 3-10, 403
호(서천동)

정희원

경기도 용인시 기흥구 서천서로12번길 8-17, 301
호(서천동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 9991006768

과제번호 202012B04-01

부처명 다부처

과제관리(전문)기관명 (재단)범부처전주기의료기기연구개발사업단

연구사업명 범부처전주기의료기기연구개발사업(R&D)

연구과제명 AI 기반 ICU 환자 위험도 예측 솔루션 개발과 검증 및 사업화: SAVE-U project

기 여 율 1/1

과제수행기관명 경대학교 산학협력단

연구기간 2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

하나 이상의 프로세서들, 및

상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비한 컴퓨팅 장치에서 수행되는 심박수 측정 방법으로서,

사용자에 대한 PPG(photoplethysmographic) 신호 및 움직임 신호를 획득하는 단계;

상기 획득한 PPG 신호 및 움직임 신호 각각에 대한 파워 스펙트럼(power spectrum)을 산출하는 단계;

상기 산출된 PPG 신호의 파워 스펙트럼 및 상기 산출된 움직임 신호의 파워 스펙트럼을 기반으로 상기 PPG 신호의 파워 스펙트럼의 노이즈를 확인하는 단계;

상기 확인된 노이즈를 기반으로 상기 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 대한 필터링을 수행하는 단계; 및

상기 필터링된 PPG 신호의 파워 스펙트럼으로부터 상기 사용자의 심박수를 추정하는 단계를 포함하는, 심박수 측정 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 획득하는 단계는,

상기 사용자의 신체와 접촉된 전자 장치를 이용하여 상기 PPG 신호 및 상기 움직임 신호를 획득하며,

상기 전자 장치는,

상기 사용자에 대한 PPG 신호를 획득하는 PPG 센서; 및

상기 사용자에 대한 움직임 신호를 획득하는 가속도 센서와 자이로 센서를 포함하는, 심박수 측정 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 움직임 신호는, 가속도 신호 및 자이로스코프 신호를 포함하는, 심박수 측정 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 산출하는 단계는,

상기 획득한 PPG 신호, 가속도 신호 및 자이로스코프 신호 각각에 밴드 패스 필터(band pass filter)를 적용하고 정규화(normalized)하는 단계; 및

상기 정규화된 PPG 신호, 가속도 신호 및 자이로스코프 신호 각각을 푸리에 변환(fourier transform, FT)을 이용하여 주파수 신호로 변환하여 파워 스펙트럼을 산출하는 단계를 더 포함하는, 심박수 측정 방법.

청구항 5

청구항 3에 있어서,

상기 확인하는 단계는,

상기 산출된 PPG 신호의 파워 스펙트럼, 가속도 신호의 파워 스펙트럼 및 자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼으로부터 각각 최대 파워 주파수를 추출하는 단계;

상기 추출된 PPG 신호의 최대 파워 주파수, 가속도 신호의 최대 파워 주파수 및 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수를 비교하는 단계; 및

상기 비교한 결과에 따라 상기 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 포함된 노이즈를 확인하는 단계를 더 포함하는, 심박수 측정 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 확인하는 단계는,

상기 PPG 신호의 최대 파워 주파수, 상기 가속도 신호의 최대 파워 주파수 및 상기 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수가 동일한 경우, 상기 가속도 신호의 파워 스펙트럼 및 상기 자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼 중 적어도 하나를 상기 노이즈로 확인하는 단계를 더 포함하는, 심박수 측정 방법.

청구항 7

청구항 5에 있어서,

상기 확인하는 단계는,

상기 PPG 신호의 최대 파워 주파수와 상기 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수가 동일하고, 상기 PPG 신호의 최대 파워 주파수가 상기 가속도 신호의 최대 파워 주파수의 1/2배인 경우, 상기 자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼을 상기 노이즈로 확인하는 단계를 더 포함하는, 심박수 측정 방법.

청구항 8

청구항 5에 있어서,

상기 확인하는 단계는,

상기 PPG 신호의 최대 파워 주파수와 상기 가속도 신호의 최대 파워 주파수가 동일하고 상기 PPG 신호의 최대 파워 주파수가 상기 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수의 2배인 경우, 상기 가속도 신호의 파워 스펙트럼을 상기 노이즈로 확인하는 단계를 더 포함하는, 심박수 측정 방법.

청구항 9

하나 이상의 프로세서들;

메모리; 및

하나 이상의 프로그램들을 포함하고,

상기 하나 이상의 프로그램들은 상기 메모리에 저장되고, 상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되도록 구성되며,

상기 하나 이상의 프로그램들은,

사용자에 대한 PPG(photoplethysmographic) 신호 및 움직임 신호를 획득하기 위한 명령;

상기 획득한 PPG 신호 및 움직임 신호 각각에 대한 파워 스펙트럼(power spectrum)을 산출하기 위한 명령;

상기 산출된 PPG 신호의 파워 스펙트럼 및 상기 산출된 움직임 신호의 파워 스펙트럼을 기반으로 상기 PPG 신호의 파워 스펙트럼의 노이즈를 확인하기 위한 명령;

상기 확인된 노이즈를 기반으로 상기 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 대한 필터링을 수행하기 위한 명령; 및

상기 필터링된 PPG 신호의 파워 스펙트럼으로부터 상기 사용자의 심박수를 추정하기 위한 명령을 포함하는, 컴퓨팅 장치.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 획득하기 위한 명령은,

상기 사용자의 신체와 접촉된 전자 장치를 이용하여 상기 PPG 신호 및 상기 움직임 신호를 획득하며,

상기 전자 장치는,

상기 사용자에 대한 PPG 신호를 획득하는 PPG 센서; 및

상기 사용자에 대한 움직임 신호를 획득하는 가속도 센서와 자이로 센서를 포함하는, 컴퓨팅 장치.

청구항 11

청구항 9에 있어서,

상기 움직임 신호는, 가속도 신호 및 자이로스코프 신호를 포함하는, 컴퓨팅 장치.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 산출하기 위한 명령은,

상기 획득한 PPG 신호, 가속도 신호 및 자이로스코프 신호 각각에 밴드 패스 필터(band pass filter)를 적용하고 정규화(normalized)하기 위한 명령; 및

상기 정규화된 PPG 신호, 가속도 신호 및 자이로스코프 신호 각각을 푸리에 변환(fourier transform, FT)을 이용하여 주파수 신호로 변환하여 파워 스펙트럼을 산출하기 위한 명령을 더 포함하는, 컴퓨팅 장치.

청구항 13

청구항 11에 있어서,

상기 확인하기 위한 명령은,

상기 산출된 PPG 신호의 파워 스펙트럼, 가속도 신호의 파워 스펙트럼 및 자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼으로부터 각각 최대 파워 주파수를 추출하기 위한 명령;

상기 추출된 PPG 신호의 최대 파워 주파수, 가속도 신호의 최대 파워 주파수 및 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수를 비교하기 위한 명령; 및

상기 비교한 결과에 따라 상기 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 포함된 노이즈를 확인하기 위한 명령을 더 포함하는, 컴퓨팅 장치.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 확인하기 위한 명령은,

상기 PPG 신호의 최대 파워 주파수, 상기 가속도 신호의 최대 파워 주파수 및 상기 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수가 동일한 경우, 상기 가속도 신호의 파워 스펙트럼 및 상기 자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼 중 적어도 하나를 상기 노이즈로 확인하기 위한 명령을 더 포함하는, 컴퓨팅 장치.

청구항 15

청구항 13에 있어서,

상기 확인하기 위한 명령은,

상기 PPG 신호의 최대 파워 주파수와 상기 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수가 동일하고, 상기 PPG 신호의 최대 파워 주파수가 상기 가속도 신호의 최대 파워 주파수의 1/2배인 경우, 상기 자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼을 상기 노이즈로 확인하기 위한 명령을 더 포함하는, 컴퓨팅 장치.

청구항 16

청구항 13에 있어서,

상기 확인하기 위한 명령은,

상기 PPG 신호의 최대 파워 주파수와 상기 가속도 신호의 최대 파워 주파수가 동일하고 상기 PPG 신호의 최대 파워 주파수가 상기 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수의 2배인 경우, 상기 가속도 신호의 파워 스펙트럼을 상기 노이즈로 확인하기 위한 명령을 더 포함하는, 컴퓨팅 장치.

청구항 17

비일시적 컴퓨터 판독 가능한 저장매체(non-transitory computer readable storage medium)에 저장된 컴퓨터 프로그램으로서,

상기 컴퓨터 프로그램은 하나 이상의 명령어들을 포함하고, 상기 명령어들은 하나 이상의 프로세서들을 갖는 컴퓨팅 장치에 의해 실행될 때, 상기 컴퓨팅 장치로 하여금,

사용자에 대한 PPG(photoplethysmographic) 신호 및 움직임 신호를 획득하고,

상기 획득한 PPG 신호 및 움직임 신호 각각에 대한 파워 스펙트럼(power spectrum)을 산출하고,

상기 산출된 PPG 신호의 파워 스펙트럼 및 상기 산출된 움직임 신호의 파워 스펙트럼을 기반으로 상기 PPG 신호의 파워 스펙트럼의 노이즈를 확인하고,

상기 확인된 노이즈를 기반으로 상기 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 대한 필터링을 수행하고, 그리고;

상기 필터링된 PPG 신호의 파워 스펙트럼으로부터 상기 사용자의 심박수를 추정하도록 하는, 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명의 실시예들은 심박수 측정 기술과 관련된다.

배경 기술

- [0003] 정보통신 기술의 발전으로 시계, 안경, 신발, 의류와 같은 다양한 형태의 웨어러블 디바이스(wearable device)가 출시되면서, 스마트폰과 함께 우리 삶의 필수 아이템으로 자리잡고 있다. 웨어러블 디바이스는 스마트폰과의 연동을 통해 실시간 데이터 수집이 가능하고, 휴대성과 사용 편리성이 높아 확산 속도가 증가하고 있으며, 의료, 헬스케어를 비롯한 다양한 분야로 활용 범위 또한 확대되고 있다.
- [0004] 최근 건강에 대한 관심이 높아지면서, 생체 신호를 감지할 수 있는 센서를 탑재한 웨어러블 디바이스를 이용하여 사용자의 건강 상태를 실시간 모니터링 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 예를 들어, 웨어러블 디바이스에 구비되는 PPG(photoplethysmography) 센서를 이용하여 웨어러블 디바이스를 착용한 사용자의 심박수(heart rate), 심박 변이(heart rate variability)와 같은 건강 정보를 실시간 측정할 수 있으며, 측정 결과에 대한 지속적인 분석을 통해 해당 사용자의 건강 상태를 관리하고 무리한 신체 활동을 예방할 수 있다.
- [0005] 이러한 웨어러블 디바이스에 일반적으로 탑재되는 PPG 센서는 신체 부위에 따른 광 혈류량을 PPG(photoplethysmography) 신호로 변환하여 사용자의 심박수를 측정한다. PPG 신호는 LED(light emitting diode)를 피부로 투사하여 반사된 빛의 흡광도를 이용하여 혈관의 부피 변화를 나타내는데, PPG 신호를 통해 심장의 수축과 이완에 의해 발생하는 혈관의 부피 변화를 검출함으로써 사용자의 심박수를 실시간 추정할 수 있다.
- [0006] 그러나, PPG 센서는 사용자의 움직임에 따른 모션 아티팩트(motion artifacts)에 취약하여, 사용자의 자세나 동작에 따라 PPG 신호가 왜곡되기 쉽다. 즉, 웨어러블 디바이스를 착용한 사용자가 움직이는 동안 측정되는 PPG 신호에는 모션 아티팩트 성분이 포함될 수 있어, 측정 결과에 대한 정확성이 떨어지고 건강 분석에 대한 신뢰성이 저하되는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2017-0044826호 (2017.04.26.)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명의 실시예들은 사용자의 자세나 움직임에 관계없이 웨어러블 디바이스로부터 추정되는 심박수의 정확도를 향상시키기 위한 심박수 측정 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 예시적인 실시예에 따르면, 하나 이상의 프로세서들, 및 상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비한 컴퓨팅 장치에서 수행되는 심박수 측정 방법으로서, 사용자에게 대한 PPG(photoplethysmographic) 신호 및 움직임 신호를 획득하는 단계, 상기 획득한 PPG 신호 및 움직임 신호 각각에 대한 파워 스펙트럼(power spectrum)을 산출하는 단계, 상기 산출된 PPG 신호의 파워 스펙트럼 및 상기 산출된 움직임 신호의 파워 스펙트럼을 기반으로 상기 PPG 신호의 파워 스펙트럼의 노이즈를 확인하는 단계, 상기 확인된 노이즈를 기반으로 상기 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 대한 필터링을 수행하는 단계 및 상기 필터링된 PPG 신호의 파워 스펙트럼으로부터 상기 사용자의 심박수를 추정하는 단계를 포함하는 심박수 측정 방법이 제공된다.
- [0012] 상기 획득하는 단계는 상기 사용자의 신체와 접촉된 전자 장치를 이용하여 상기 PPG 신호 및 상기 움직임 신호를 획득하며, 상기 전자 장치는 상기 사용자에게 대한 PPG 신호를 획득하는 PPG 센서 및 상기 사용자에게 대한 움직임 신호를 획득하는 가속도 센서와 자이로 센서를 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 움직임 신호는 가속도 신호 및 자이로스코프 신호를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 산출하는 단계는 상기 획득한 PPG 신호, 가속도 신호 및 자이로스코프 신호 각각에 밴드 패스 필터(band

pass filter)를 적용하고 정규화(normalized)하는 단계 및 상기 정규화된 PPG 신호, 가속도 신호 및 자이로스코프 신호 각각을 푸리에 변환(fourier transform, FT)을 이용하여 주파수 신호로 변환하여 파워 스펙트럼을 산출하는 단계를 더 포함할 수 있다.

- [0015] 상기 확인하는 단계는 상기 산출된 PPG 신호의 파워 스펙트럼, 가속도 신호의 파워 스펙트럼 및 자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼으로부터 각각 최대 파워 주파수를 추출하는 단계, 상기 추출된 PPG 신호의 최대 파워 주파수, 가속도 신호의 최대 파워 주파수 및 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수를 비교하는 단계 및 상기 비교한 결과에 따라 상기 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 포함된 노이즈를 확인하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 확인하는 단계는 상기 PPG 신호의 최대 파워 주파수, 상기 가속도 신호의 최대 파워 주파수 및 상기 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수가 동일한 경우, 상기 가속도 신호의 파워 스펙트럼 및 상기 자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼 중 적어도 하나를 상기 노이즈로 추정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 확인하는 단계는 상기 PPG 신호의 최대 파워 주파수와 상기 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수가 동일하고, 상기 PPG 신호의 최대 파워 주파수가 상기 가속도 신호의 최대 파워 주파수의 1/2배인 경우, 상기 자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼을 상기 노이즈로 추정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 확인하는 단계는 상기 PPG 신호의 최대 파워 주파수와 상기 가속도 신호의 최대 파워 주파수가 동일하고 상기 PPG 신호의 최대 파워 주파수가 상기 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수의 2배인 경우, 상기 가속도 신호의 파워 스펙트럼을 상기 노이즈로 추정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 다른 예시적인 실시예에 따르면, 하나 이상의 프로세서들; 메모리; 및 하나 이상의 프로그램들을 포함하고, 상기 하나 이상의 프로그램들은 상기 메모리에 저장되고, 상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되도록 구성되며, 상기 하나 이상의 프로그램들은, 사용자에게 대한 PPG(photoplethysmographic) 신호 및 움직임 신호를 획득하기 위한 명령, 상기 획득한 PPG 신호 및 움직임 신호 각각에 대한 파워 스펙트럼(power spectrum)을 산출하기 위한 명령, 상기 산출된 PPG 신호의 파워 스펙트럼 및 상기 산출된 움직임 신호의 파워 스펙트럼을 기반으로 상기 PPG 신호의 파워 스펙트럼의 노이즈를 확인하기 위한 명령, 상기 확인된 노이즈를 기반으로 상기 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 대한 필터링을 수행하기 위한 명령 및 상기 필터링된 PPG 신호의 파워 스펙트럼으로부터 상기 사용자의 심박수를 추정하기 위한 명령을 포함하는 컴퓨팅 장치가 제공된다.
- [0020] 상기 획득하기 위한 명령은 상기 사용자의 신체와 접촉된 전자 장치를 이용하여 상기 PPG 신호 및 상기 움직임 신호를 획득하며, 상기 전자 장치는 상기 사용자에게 대한 PPG 신호를 획득하는 PPG 센서 및 상기 사용자에게 대한 움직임 신호를 획득하는 가속도 센서와 자이로 센서를 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 움직임 신호는 가속도 신호 및 자이로스코프 신호를 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 산출하기 위한 명령은 상기 획득한 PPG 신호, 가속도 신호 및 자이로스코프 신호 각각에 밴드 패스 필터(band pass filter)를 적용하고 정규화(normalized)하기 위한 명령 및 상기 정규화된 PPG 신호, 가속도 신호 및 자이로스코프 신호 각각을 푸리에 변환(fourier transform, FT)을 이용하여 주파수 신호로 변환하여 파워 스펙트럼을 산출하기 위한 명령을 더 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 확인하기 위한 명령은 상기 산출된 PPG 신호의 파워 스펙트럼, 가속도 신호의 파워 스펙트럼 및 자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼으로부터 각각 최대 파워 주파수를 추출하기 위한 명령, 상기 추출된 PPG 신호의 최대 파워 주파수, 가속도 신호의 최대 파워 주파수 및 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수를 비교하기 위한 명령 및 상기 비교한 결과에 따라 상기 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 포함된 노이즈를 확인하기 위한 명령을 더 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 확인하기 위한 명령은 상기 PPG 신호의 최대 파워 주파수, 상기 가속도 신호의 최대 파워 주파수 및 상기 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수가 동일한 경우, 상기 가속도 신호의 파워 스펙트럼 및 상기 자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼 중 적어도 하나를 상기 노이즈로 추정하기 위한 명령을 더 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 확인하기 위한 명령은 상기 PPG 신호의 최대 파워 주파수와 상기 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수가 동일하고, 상기 PPG 신호의 최대 파워 주파수가 상기 가속도 신호의 최대 파워 주파수의 1/2배인 경우, 상기 자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼을 상기 노이즈로 추정하기 위한 명령을 더 포함할 수 있다.
- [0026] 상기 확인하기 위한 명령은 상기 PPG 신호의 최대 파워 주파수와 상기 가속도 신호의 최대 파워 주파수가 동일하고 상기 PPG 신호의 최대 파워 주파수가 상기 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수의 2배인 경우, 상기 가

속도 신호의 파워 스펙트럼을 상기 노이즈로 추정하기 위한 명령을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0028] 본 발명의 실시예들은 웨어러블 디바이스로부터 측정되는 PPG 신호에서 선택적으로 노이즈를 필터링함으로써, 웨어러블 디바이스로부터 추정되는 심박수의 정확도를 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1는 예시적인 실시예들에서 사용되기에 적합한 컴퓨팅 장치를 포함하는 컴퓨팅 환경을 예시하여 설명하기 위한 블록도
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 심박수 측정 방법의 구성을 설명하기 위한 흐름도
- 도 3 내지 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 심박수 측정 방법에 따라 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 대한 필터링을 수행하는 다양한 방식을 설명하기 위한 도면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시형태를 설명하기로 한다. 이하의 상세한 설명은 본 명세서에서 기술된 방법, 장치 및/또는 시스템에 대한 포괄적인 이해를 돕기 위해 제공된다. 그러나 이는 예시에 불과하며 본 발명은 이에 제한되지 않는다.
- [0032] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서, 본 발명과 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 그리고, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 상세한 설명에서 사용되는 용어는 단지 본 발명의 실시예들을 기술하기 위한 것이며, 결코 제한적이어서는 안 된다. 명확하게 달리 사용되지 않는 한, 단수 형태의 표현은 복수 형태의 의미를 포함한다. 본 설명에서, "포함" 또는 "구비"와 같은 표현은 어떤 특성들, 숫자들, 단계들, 동작들, 요소들, 이들의 일부 또는 조합을 가리키기 위한 것이며, 기술된 것 이외에 하나 또는 그 이상의 다른 특성, 숫자, 단계, 동작, 요소, 이들의 일부 또는 조합의 존재 또는 가능성을 배제하도록 해석되어서는 안 된다.
- [0034] 도 1는 예시적인 실시예들에서 사용되기에 적합한 컴퓨팅 장치를 포함하는 컴퓨팅 환경(10)을 예시하여 설명하기 위한 블록도이다. 도시된 실시예에서, 각 컴포넌트들은 이하에 기술된 것 이외에 상이한 기능 및 능력을 가질 수 있고, 이하에 기술되는 것 이외에도 추가적인 컴포넌트를 포함할 수 있다.
- [0035] 도시된 컴퓨팅 환경(10)은 컴퓨팅 장치(12)를 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨팅 장치(12)는 본 발명의 실시예에 따른 심박수를 측정하기 위한 장치일 수 있다.
- [0036] 컴퓨팅 장치(12)는 적어도 하나의 프로세서(14), 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16) 및 통신 버스(18)를 포함한다. 프로세서(14)는 컴퓨팅 장치(12)로 하여금 앞서 언급된 예시적인 실시예에 따라 동작하도록 할 수 있다. 예컨대, 프로세서(14)는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)에 저장된 하나 이상의 프로그램들을 실행할 수 있다. 상기 하나 이상의 프로그램들은 하나 이상의 컴퓨터 실행 가능 명령어를 포함할 수 있으며, 상기 컴퓨터 실행 가능 명령어는 프로세서(14)에 의해 실행되는 경우 컴퓨팅 장치(12)로 하여금 예시적인 실시예에 따른 동작들을 수행하도록 구성될 수 있다.
- [0037] 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)는 컴퓨터 실행 가능 명령어 내지 프로그램 코드, 프로그램 데이터 및/또는 다른 적합한 형태의 정보를 저장하도록 구성된다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)에 저장된 프로그램(20)은 프로세서(14)에 의해 실행 가능한 명령어의 집합을 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)는 메모리(랜덤 액세스 메모리와 같은 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리, 또는 이들의 적절한 조합), 하나 이상의 자기 디스크 저장 디바이스들, 광학 디스크 저장 디바이스들, 플래시 메모리 디바이스들, 그 밖에 컴퓨팅 장치(12)에 의해 액세스되고 원하는 정보를 저장할 수 있는 다른 형태의 저장 매체, 또는 이들의 적합한 조합일 수

있다.

- [0038] 통신 버스(18)는 프로세서(14), 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)를 포함하여 컴퓨팅 장치(12)의 다른 다양한 컴포넌트들을 상호 연결한다.
- [0039] 컴퓨팅 장치(12)는 또한 하나 이상의 입출력 장치(24)를 위한 인터페이스를 제공하는 하나 이상의 입출력 인터페이스(22) 및 하나 이상의 네트워크 통신 인터페이스(26)를 포함할 수 있다. 입출력 인터페이스(22) 및 네트워크 통신 인터페이스(26)는 통신 버스(18)에 연결된다. 입출력 장치(24)는 입출력 인터페이스(22)를 통해 컴퓨팅 장치(12)의 다른 컴포넌트들에 연결될 수 있다. 예시적인 입출력 장치(24)는 포인팅 장치(마우스 또는 트랙패드 등), 키보드, 터치 입력 장치(터치패드 또는 터치스크린 등), 음성 또는 소리 입력 장치, 다양한 종류의 센서 장치 및/또는 촬영 장치와 같은 입력 장치, 및/또는 디스플레이 장치, 프린터, 스피커 및/또는 네트워크 카드와 같은 출력 장치를 포함할 수 있다. 예시적인 입출력 장치(24)는 컴퓨팅 장치(12)를 구성하는 일 컴포넌트로서 컴퓨팅 장치(12)의 내부에 포함될 수도 있고, 컴퓨팅 장치(12)와는 구별되는 별개의 장치로 컴퓨팅 장치(12)와 연결될 수도 있다.
- [0041] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 심박수 측정 방법의 구성을 설명하기 위한 흐름도이다. 전술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 심박수 측정 방법은 하나 이상의 프로세서들, 및 상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비한 컴퓨팅 장치(12)에서 수행될 수 있다. 이를 위하여, 상기 심박수 측정 방법은 하나 이상의 컴퓨터 실행 가능 명령어를 포함하는 프로그램 내지 소프트웨어의 형태로 구현되어 상기 메모리상에 저장될 수 있다.
- [0042] 또한, 도시된 흐름도에서는 상기 방법을 복수 개의 단계로 나누어 기재하였으나, 적어도 일부의 단계들은 순서를 바꾸어 수행되거나, 다른 단계와 결합되어 함께 수행되거나, 생략되거나, 세부 단계들로 나뉘어 수행되거나, 또는 도시되지 않은 하나 이상의 단계가 추가되어 수행될 수 있다.
- [0043] 일반적으로, 전자 장치에 포함되는 PPG 센서는 신체 부위에 따른 광 혈류량을 PPG(photoplethysmography) 신호로 변환하여 사용자의 심박수를 측정한다. PPG 신호는 LED(light emitting diode)를 피부로 투사하여 반사된 빛의 흡광도를 이용하여 혈관의 부피 변화를 나타내는데, PPG 신호를 통해 심장의 수축과 이완에 의해 발생하는 혈관의 부피 변화를 검출함으로써 사용자의 심박수를 실시간 추정할 수 있다.
- [0044] 그러나, PPG 센서는 사용자의 움직임에 따른 모션 아티팩트(motion artifacts)에 취약하여, 사용자의 자세나 동작에 따라 PPG 신호가 왜곡되기 쉽다. 즉, 사용자가 움직이는 동안 전자 장치의 PPG 센서에 의해 측정되는 생체 신호는 노이즈(모션 아티팩트(motion artifacts))가 포함될 수 있어, 측정 정확도가 떨어질 수 있다.
- [0045] 이에 본 발명의 일 실시예에 따른 심박수 측정 방법은 웨어러블 디바이스로부터 측정되는 PPG 신호에서 선택적으로 노이즈를 필터링함으로써, 웨어러블 디바이스로부터 추정되는 심박수의 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0047] 단계 210에서, 컴퓨팅 장치(12)는 사용자에 대한 PPG(photoplethysmographic) 신호 및 움직임 신호를 획득한다. 구체적으로, 컴퓨팅 장치(12)는 사용자의 신체와 접촉된 전자 장치를 이용하여 PPG 센서로부터 측정된 사용자에 대한 PPG 신호를 획득하고, 가속도 센서 및 자이로 센서로부터 측정된 움직임 신호(가속도 신호, 자이로스코프 신호)를 획득할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치는 웨어러블 장치(wearable device), 머리 착용형 장치(head-mounted-device(HMD)), 전자 의복, 전자 팔찌, 전자 목걸이, 스마트 워치(smart watch) 등일 수 있다. 또한, 전자 장치는 사용자의 생체 데이터를 얻기 위한 PPG 센서 및 사용자의 모션 데이터를 얻기 위한 가속도 센서와 자이로 센서(자이로스코프(gyroscope))를 포함할 수 있다.
- [0049] 단계 220에서, 컴퓨팅 장치(12)는 획득한 PPG 신호 및 움직임 신호 각각에 대한 파워 스펙트럼(power spectrum)을 산출한다. 구체적으로, 컴퓨팅 장치(12)는 획득한 PPG 신호, 가속도 신호 및 자이로스코프 신호 각각에 밴드 패스 필터(band pass filter)를 적용하고 정규화(normalized)한 후, PPG 신호, 가속도 신호 및 자이로스코프 신호 각각을 푸리에 변환(fourier transform, FT)을 이용하여 주파수 신호로 변환하여 파워 스펙트럼을 산출할 수 있다. 여기서, 밴드 패스 필터는 버터워스 필터(Butterworth filter)를 이용할 수 있다.

- [0051] 단계 230에서, 컴퓨팅 장치(12)는 각 신호의 파워 스펙트럼에서 최대 파워를 가지는 주파수(최대 파워 주파수)를 추출한다. 구체적으로, 컴퓨팅 장치(12)는 PPG 신호의 파워 스펙트럼, 가속도 신호의 파워 스펙트럼 및 자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼에서 최대 파워를 가지는 주파수를 각각 추출할 수 있다.
- [0053] 단계 240에서, 컴퓨팅 장치(12)는 각 신호의 파워 스펙트럼에서 추출한 최대 파워 주파수를 비교하여 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 포함된 노이즈를 확인한다. 구체적으로, 컴퓨팅 장치(12)는 PPG 신호의 파워 스펙트럼, 가속도 신호의 파워 스펙트럼 및 자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼에서 각각 추출한 최대 파워 주파수를 비교하고, 비교 결과에 따라 PPG 신호의 파워 스펙트럼에서 추정된 심박수의 정확도를 향상시키기 위하여 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 포함된 노이즈를 확인할 수 있다.
- [0054] 예를 들어, 컴퓨팅 장치(12)는 PPG 신호의 최대 파워 주파수(PPG 신호의 파워 스펙트럼에서 최대 파워를 가지는 주파수), 가속도 신호의 최대 파워 주파수(가속도 신호의 파워 스펙트럼에서 최대 파워를 가지는 주파수) 및 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수(자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼에서 최대 파워를 가지는 주파수)를 비교하여 PPG 신호의 최대 파워 주파수, 가속도 신호의 최대 파워 주파수 및 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수가 동일한 경우, 가속도 신호의 파워 스펙트럼 및 자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼 중 적어도 하나를 PPG 신호의 파워 스펙트럼의 노이즈로 확인할 수 있다.
- [0055] 또한, 컴퓨팅 장치(12)는 PPG 신호의 최대 파워 주파수, 가속도 신호의 최대 파워 주파수 및 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수를 비교하여 PPG 신호의 최대 파워 주파수와 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수가 동일하고 PPG 신호의 최대 파워 주파수가 가속도 신호의 최대 파워 주파수의 1/2배인 경우, 자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼을 PPG 신호의 파워 스펙트럼의 노이즈로 확인할 수 있다.
- [0056] 또한, 컴퓨팅 장치(12)는 PPG 신호의 최대 파워 주파수, 가속도 신호의 최대 파워 주파수 및 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수를 비교하여 PPG 신호의 최대 파워 주파수와 가속도 신호의 최대 파워 주파수가 동일하고 PPG 신호의 최대 파워 주파수가 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수의 2배인 경우, 가속도 신호의 파워 스펙트럼을 PPG 신호의 파워 스펙트럼의 노이즈로 확인할 수 있다.
- [0057] 한편, 컴퓨팅 장치(12)는 PPG 신호의 최대 파워 주파수, 가속도 신호의 최대 파워 주파수 및 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수를 비교하여 상기 3가지 경우에 해당하지 않는 경우, PPG 신호의 파워 스펙트럼의 노이즈를 확인하지 않을 수 있다. 즉, 상기 3가지 경우에 해당하지 않는 경우에는 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 노이즈가 없는 것으로 확인할 수 있어, 가속도 신호 및 자이로스코프 신호를 이용하여 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 대한 필터링을 수행하는 것이 효과적이지 않으므로, 노이즈를 확인하지 않을 수 있다. 이 경우는 사용자가 움직임이 없는 상태를 포함할 수 있다.
- [0059] 단계 250에서, 컴퓨팅 장치(12)는 확인된 노이즈를 기반으로 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 대한 필터링을 수행하고, 필터링된 PPG 신호의 파워 스펙트럼으로부터 사용자의 심박수를 측정한다. 예를 들어, 컴퓨팅 장치(12)는 추정된 노이즈에 따라 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 대한 필터링을 수행하고, 필터링된 PPG 신호의 파워 스펙트럼에서 최대 파워 주파수를 기반으로 사용자의 심박수를 추정할 수 있다.
- [0060] 이에 본 발명의 일 실시예에 따른 심박수 측정 방법은 웨어러블 디바이스로부터 측정되는 PPG 신호에서 선택적으로 노이즈를 필터링함으로써, 웨어러블 디바이스로부터 추정되는 심박수의 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0062] 도 3 내지 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 심박수 측정 방법에 따라 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 대한 필터링을 수행하는 다양한 방식을 설명하기 위한 도면이다.
- [0063] 도 3 내지 도 5의 각 (a)는 PPG 신호의 파워 스펙트럼, 가속도 신호의 파워 스펙트럼 및 자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼을 나타낸 도면이고, 도 3 내지 도 5의 각 (b)는 가속도 신호의 파워 스펙트럼을 기반으로 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 대한 필터링을 수행한 도면이며, 도 3 내지 도 5의 각 (c)는 자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼을 기반으로 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 대한 필터링을 수행한 도면이며, 도 3 내지 도 5의 각 (d)는 가속도 신호의 파워 스펙트럼 및 자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼을 기반으로 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 대한 필터링을 수행한 도면이다.

- [0064] 도 3에서는 PPG 신호의 최대 파워 주파수(F_P), 가속도 신호의 최대 파워 주파수(F_A) 및 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수(F_G)가 동일한 경우($F_P=F_A=F_G$), 가속도 신호의 파워 스펙트럼, 자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼 또는 둘 다 이용(도 3. (b), (c), (d))하여 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 대한 필터링을 수행하여도 정확한 심박수를 추정할 수 있는 것을 확인할 수 있다.
- [0065] 도 4에서는 PPG 신호의 최대 파워 주파수와 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수가 동일하고 PPG 신호의 최대 파워 주파수가 가속도 신호의 최대 파워 주파수의 1/2배인 경우($2F_P=F_A=2F_G$), 자이로스코프 신호의 파워 스펙트럼을 이용(도 4. (c))하여 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 대한 필터링을 수행하여야 정확한 심박수를 추정할 수 있는 것을 확인할 수 있다.
- [0066] 도 5에서는 PPG 신호의 최대 파워 주파수와 가속도 신호의 최대 파워 주파수가 동일하고 PPG 신호의 최대 파워 주파수가 자이로스코프 신호의 최대 파워 주파수의 2배인 경우($F_P=F_A=2F_G$), 가속도 신호의 파워 스펙트럼을 이용(도 5. (b))하여 PPG 신호의 파워 스펙트럼에 대한 필터링을 수행하여야 정확한 심박수를 추정할 수 있는 것을 확인할 수 있다.
- [0068] 이상에서 본 발명의 대표적인 실시예들을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허 청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

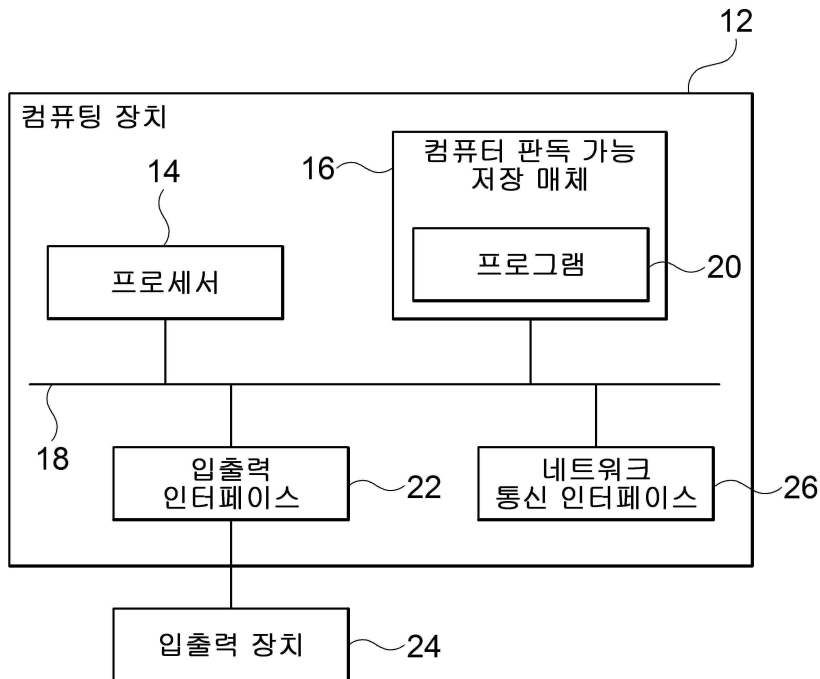
부호의 설명

- [0070] 10: 컴퓨팅 환경
12: 컴퓨팅 장치
14: 프로세서
16: 컴퓨터 판독 가능 저장 매체
18: 통신 버스
20: 프로그램
22: 입출력 인터페이스
24: 입출력 장치
26: 네트워크 통신 인터페이스

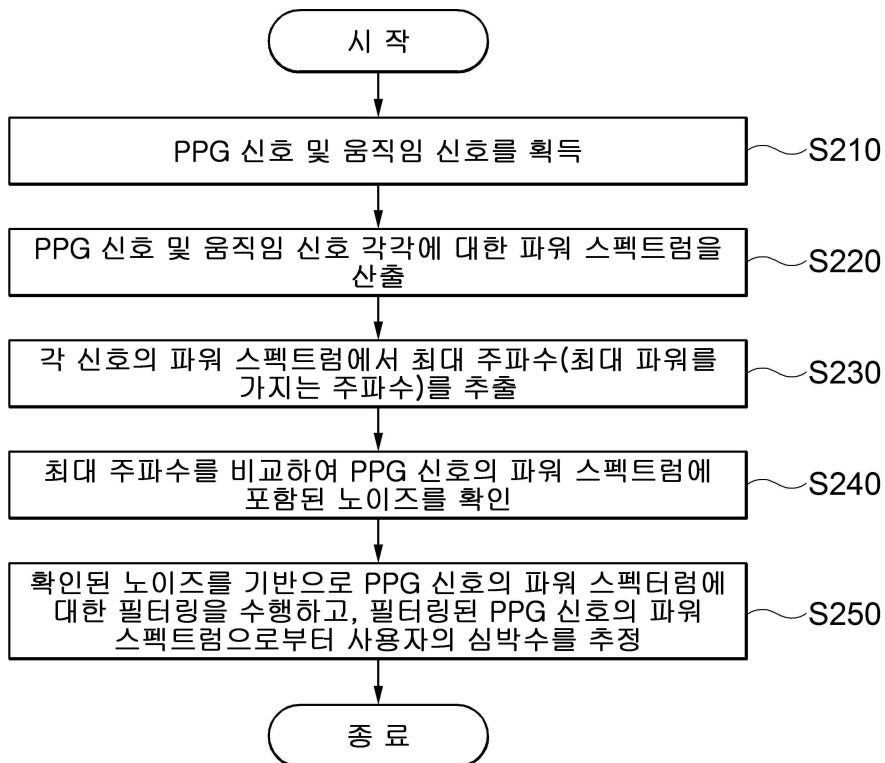
도면

도면1

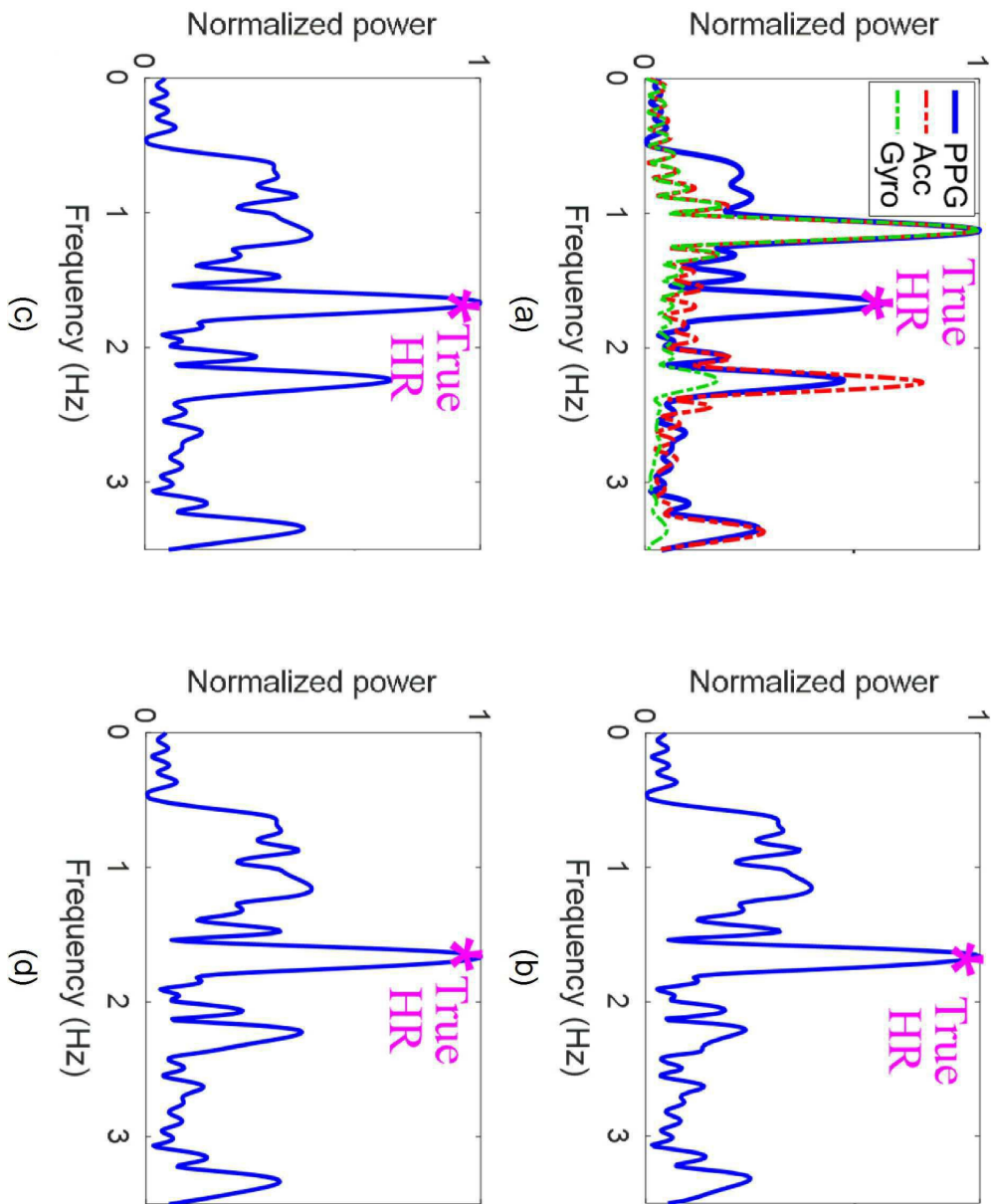
10



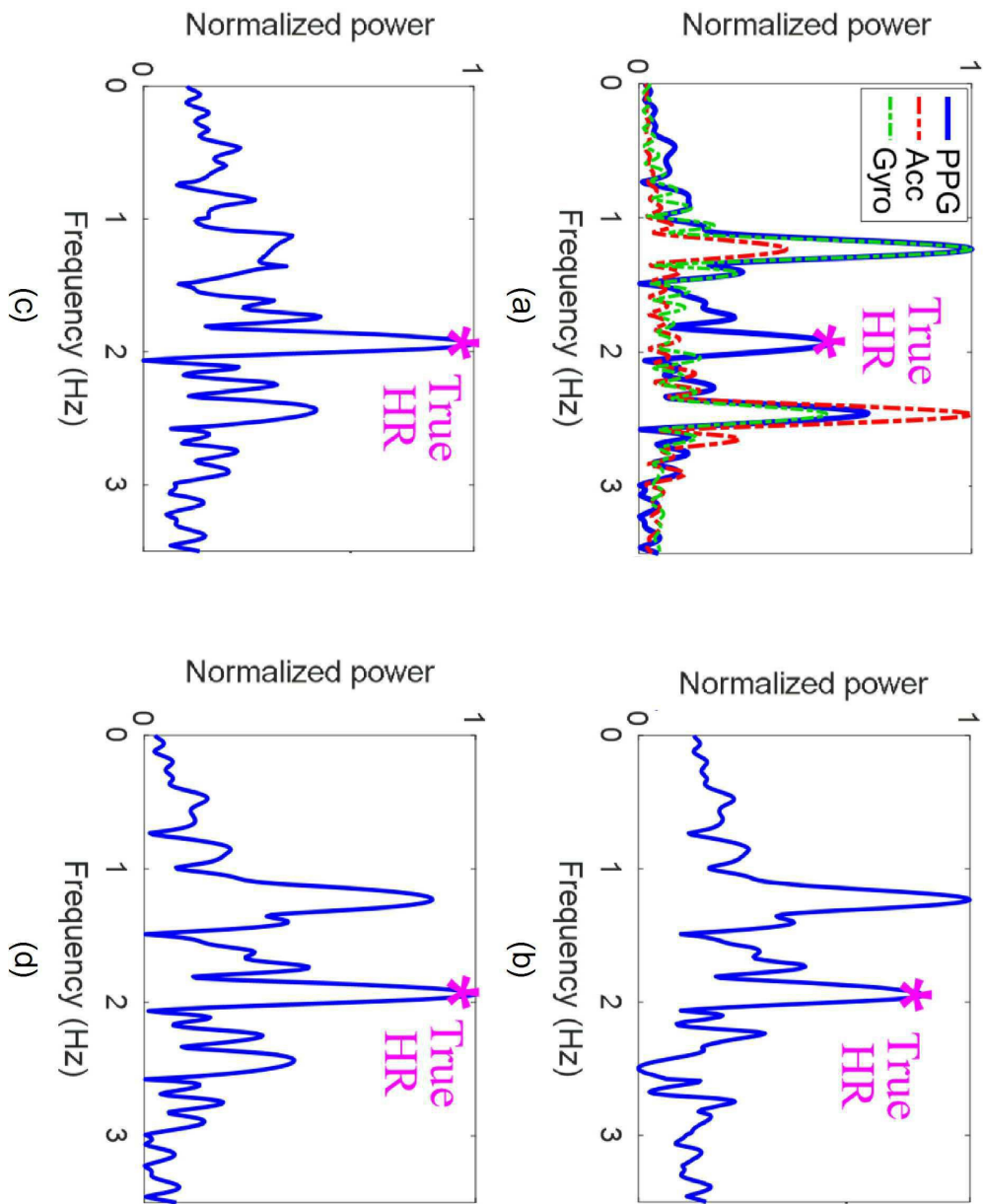
도면2



도면3



도면4



도면5

