



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0058289  
(43) 공개일자 2019년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 5/08 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
A61B 5/08 (2013.01)  
A61B 5/7225 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-0124321  
(22) 출원일자 2018년10월18일  
심사청구일자 없음  
(30) 우선권주장  
15/819,220 2017년11월21일 미국(US)

(71) 출원인  
인텔 코포레이션  
미합중국 캘리포니아 95054 산타클라라 미션 칼리지 블러바드 2200  
(72) 발명자  
왕 링  
미국 캘리포니아주 95135 산 호세 폴즈 크릭 드라이브 3305  
셴기자 카를리나  
미국 오레곤주 97124 힐스보로 노스이스트 슈트로드 3100  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
제일특허법인(유)

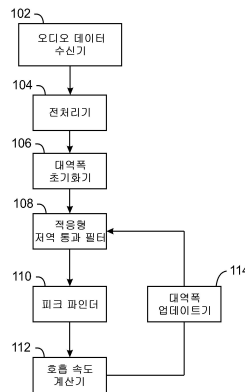
전체 청구항 수 : 총 50 항

(54) 발명의 명칭 적응형 저역 통과 필터를 사용하여 오디오에서 호흡 속도를 검출하는 기법

**(57) 요약**

호흡 속도를 검출하는 예시적인 장치는 호흡 소리를 포함하는 오디오를 수신하는 오디오 수신기를 포함한다. 장치는 평균 호흡 속도에 기초한 적응형 대역폭을 사용하여 오디오를 처리하여 포락선을 생성하는 적응형 저역 통과 필터도 포함한다. 장치는 포락선으로부터 복수의 피크를 검출하는 피크 검출기를 더 포함한다. 장치는 검출된 복수의 피크에 기초하여 호흡 속도를 계산하는 호흡 속도 계산기를 포함한다.

**대표도 - 도1**



(72) 발명자

**로젠 마이클**

미국 캘리포니아주 95126 산 호세 #318 새들 락 스트리트 1310

**안와르 나그마**

미국 캘리포니아주 95124 산 호세 블로섬 힐 로드 1677

**앵구엔 다오-비**

미국 캘리포니아주 94102 샌프란시스코 유닛 #707  
시릴 마그닌 스트리트 10

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

호흡 속도(respiratory rates)를 검출하는 장치로서,  
호흡 소리를 포함하는 오디오를 수신하는 오디오 수신기와,  
평균 호흡 속도(mean breath rate)에 기초한 적응형 대역폭을 사용하여 상기 오디오를 처리하여 포락선(envelope)을 생성하는 적응형 저역 통과 필터와,  
상기 포락선으로부터 복수의 피크를 검출하는 피크 검출기와,  
상기 검출된 복수의 피크에 기초하여 호흡 속도를 계산하는 호흡 속도 계산기를 포함하는  
호흡 속도 검출 장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,  
이력 데이터(historical data)에 기초하여 상기 평균 호흡 속도를 계산하고 상기 평균 호흡 속도에 기초하여 상기 대역폭을 업데이트하는 대역폭 업데이트기를 포함하는  
호흡 속도 검출 장치.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,  
이력 데이터에 기초하여 가중 평균 호흡 속도를 계산하고 상기 가중 평균 호흡 속도에 기초하여 상기 대역폭을 업데이트하는 대역폭 업데이트기를 포함하되,  
상기 가중 평균 호흡 속도의 가중치는 상기 호흡 속도의 규칙성(regularity)에 기초하는  
호흡 속도 검출 장치.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,  
상기 평균 호흡 속도의 증가를 검출하는 것에 응답하여 상기 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 증가시키는 대역폭 업데이트기를 포함하는  
호흡 속도 검출 장치.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,  
상기 평균 호흡 속도의 감소를 검출하는 것에 응답하여 상기 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 감소시키는 대역폭 업데이트기를 포함하는

호흡 속도 검출 장치.

#### 청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 오디오의 DC 오프셋을 감소시켜 전처리된 오디오를 생성하는 오디오 전처리를 포함하되,  
상기 전처리된 오디오는 처리되어 상기 포락선을 생성하는  
호흡 속도 검출 장치.

#### 청구항 7

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 오디오의 절대값을 구하여 전처리된 오디오를 생성하는 오디오 전처리를 포함하되,  
상기 적응형 저역 통과 필터는 상기 전처리된 오디오를 처리하여 상기 포락선을 생성하는  
호흡 속도 검출 장치.

#### 청구항 8

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 피크 검출기는 피크 진폭 및 피크들 사이의 거리에 기초한 하나 이상의 적응형 임계치를 사용하여 피크를  
검출하는 것인  
호흡 속도 검출 장치.

#### 청구항 9

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 평균 호흡 속도는 가중 평균 호흡 속도를 포함하는  
호흡 속도 검출 장치.

#### 청구항 10

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 적응형 저역 통과 필터에 의해 사용된 초기 대역폭은 검출된 사용자의 활동에 기초하여 추정되는  
호흡 속도 검출 장치.

#### 청구항 11

호흡 속도를 검출하는 방법으로서,  
프로세서를 통해, 호흡 소리를 포함하는 오디오를 수신하는 단계와,  
상기 프로세서를 통해, 평균 호흡 속도에 기초한 적응형 대역폭을 가진 적응형 저역 통과 필터를 사용하여 상기  
오디오를 처리하여 포락선을 생성하는 단계와,

상기 프로세서를 통해, 상기 포락선으로부터 복수의 피크를 검출하는 단계와,  
상기 프로세서를 통해, 상기 검출된 복수의 피크에 기초하여 호흡 속도를 계산하는 단계를 포함하는  
호흡 속도 검출 방법.

#### 청구항 12

제 11 항에 있어서,  
상기 프로세서를 통해, 업데이트된 평균 호흡 속도에 기초하여 상기 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 수정하  
는 단계를 포함하는  
호흡 속도 검출 방법.

#### 청구항 13

제 12 항에 있어서,  
상기 업데이트된 평균 호흡 속도의 증가를 검출하는 것에 응답하여 상기 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 증  
가시키거나 상기 업데이트된 평균 호흡 속도의 감소를 검출하는 것에 응답하여 상기 적응형 저역 통과 필터의  
대역폭을 감소시키는 단계를 포함하는  
호흡 속도 검출 방법.

#### 청구항 14

제 11 항에 있어서,  
상기 복수의 피크를 검출하는 단계는 피크 진폭 및 피크들 사이의 거리에 기초한 하나 이상의 적응형 임계치가  
초과된다고 검출하는 단계를 포함하는  
호흡 속도 검출 방법.

#### 청구항 15

제 11 항에 있어서,  
상기 호흡 속도를 계산하는 단계는 검출된 피크의 수에 기초하여 호흡을 검출하는 단계를 포함하는  
호흡 속도 검출 방법.

#### 청구항 16

제 11 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 프로세서를 통해, 상기 오디오를 전처리하여 상기 오디오의 DC 오프셋을 감소시키는 단계를 포함하는  
호흡 속도 검출 방법.

#### 청구항 17

제 11 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 프로세서를 통해, 상기 오디오의 절대값을 구함으로써 상기 오디오를 전처리하여 전처리된 오디오를 생성

하는 단계를 포함하는  
호흡 속도 검출 방법.

#### 청구항 18

제 11 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

에버리지 호흡 속도(average breath rate) 또는 검출된 사용자의 활동에 기초하여 상기 적응형 저역 통과 필터의 대역폭에 대한 초기값을 설정하는 단계를 포함하는

호흡 속도 검출 방법.

#### 청구항 19

제 11 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 호흡 속도에 기초하여 스트레스 레벨을 검출하고 상기 스트레스 레벨이 임계 스트레스 레벨을 초과한다는 것을 검출하는 것에 응답하여 통지를 전송하는 단계를 포함하는

호흡 속도 검출 방법.

#### 청구항 20

제 11 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 호흡 속도에 기초하여 사용자의 기분을 검출하는 단계를 포함하는

호흡 속도 검출 방법.

#### 청구항 21

호흡 속도를 검출하기 위한 명령어를 저장하는 적어도 하나의 컴퓨터 판독가능 매체로서,

상기 명령어는, 컴퓨팅 디바이스에서 실행되는 것에 응답하여, 상기 컴퓨팅 디바이스로 하여금,

호흡 소리를 포함하는 오디오를 수신하게 하고,

평균 호흡 속도에 기초한 적응형 대역폭을 가진 적응형 저역 통과 필터를 사용하여 상기 오디오를 처리하여 포락선을 생성하게 하며,

상기 포락선으로부터 복수의 피크를 검출하게 하고,

상기 검출된 복수의 피크에 기초하여 호흡 속도를 계산

하게 하는 것인

적어도 하나의 컴퓨터 판독가능 매체.

#### 청구항 22

제 21 항에 있어서,

업데이트된 평균 호흡 속도에 기초하여 상기 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 수정하게 하는 명령어를 포함하는

적어도 하나의 컴퓨터 판독가능 매체.

### 청구항 23

제 21 항에 있어서,

상기 업데이트된 평균 호흡 속도의 증가를 검출하는 것에 응답하여 상기 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 증가시키거나 상기 업데이트된 평균 호흡 속도의 감소를 검출하는 것에 응답하여 상기 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 감소시키게 하는 명령어를 포함하는

적어도 하나의 컴퓨터 판독가능 매체.

### 청구항 24

제 21 항에 있어서,

피크 진폭 및 피크들 사이의 거리에 기초한 하나 이상의 적응형 임계치가 상기 오디오에서 초과된다는 것을 검출하는 것에 응답하여 피크를 검출하게 하는 명령어를 포함하는

적어도 하나의 컴퓨터 판독가능 매체.

### 청구항 25

제 21 항에 있어서,

검출된 피크의 수에 기초하여 호흡을 검출하게 하는 명령어를 포함하는

적어도 하나의 컴퓨터 판독가능 매체.

### 청구항 26

제 21 항 내지 제 25 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 오디오를 전처리하여 상기 오디오의 DC 오프셋을 감소시키게 하는 명령어를 포함하는

적어도 하나의 컴퓨터 판독가능 매체.

### 청구항 27

제 21 항 내지 제 25 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 오디오의 절대값을 구함으로써 상기 오디오를 전처리하여 전처리된 오디오를 생성하게 하는 명령어를 포함하는

적어도 하나의 컴퓨터 판독가능 매체.

### 청구항 28

제 21 항 내지 제 25 항 중 어느 한 항에 있어서,

애버리지 호흡 속도 또는 검출된 사용자의 활동에 기초하여 상기 적응형 저역 통과 필터의 대역폭에 대한 초기 값을 설정하게 하는 명령어를 포함하는

적어도 하나의 컴퓨터 판독가능 매체.

#### 청구항 29

제 21 항 내지 제 25 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 호흡 속도에 기초하여 스트레스 레벨을 검출하고 상기 스트레스 레벨이 임계 스트레스 레벨을 초과한다는 것을 검출하는 것에 응답하여 통지를 전송하게 하는 명령어를 포함하는

적어도 하나의 컴퓨터 판독가능 매체.

#### 청구항 30

제 21 항 내지 제 25 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 호흡 속도에 기초하여 사용자의 기분을 검출하게 하는 명령어를 포함하는

적어도 하나의 컴퓨터 판독가능 매체.

#### 청구항 31

호흡 속도를 검출하는 시스템으로서,

호흡 소리를 포함하는 오디오를 수신하는 오디오 수신기와,

평균 호흡 속도에 기초한 적응형 대역폭을 사용하여 상기 오디오를 처리하여 포락선을 생성하는 적응형 저역 통과 필터와,

상기 포락선으로부터 복수의 피크를 검출하는 피크 검출기와,

상기 검출된 복수의 피크에 기초하여 호흡 속도를 계산하는 호흡 속도 계산기를 포함하는

호흡 속도 검출 시스템.

#### 청구항 32

제 31 항에 있어서,

이력 데이터에 기초하여 상기 평균 호흡 속도를 계산하고 상기 평균 호흡 속도에 기초하여 상기 대역폭을 업데이트하는 대역폭 업데이트기를 포함하는

호흡 속도 검출 시스템.

#### 청구항 33

제 31 항에 있어서,

이력 데이터에 기초하여 가중 평균 호흡 속도를 계산하고 상기 가중 평균 호흡 속도에 기초하여 상기 대역폭을 업데이트하는 대역폭 업데이트기를 포함하되,

상기 가중 평균 호흡 속도의 가중치는 상기 호흡 속도의 규칙성에 기초하는

호흡 속도 검출 시스템.

#### 청구항 34

제 31 항에 있어서,

상기 평균 호흡 속도의 증가를 검출하는 것에 응답하여 상기 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 증가시키는 대역폭 업데이트기를 포함하는

호흡 속도 검출 시스템.

### 청구항 35

제 31 항에 있어서,

상기 평균 호흡 속도의 감소를 검출하는 것에 응답하여 상기 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 감소시키는 대역폭 업데이트기를 포함하는

호흡 속도 검출 시스템.

### 청구항 36

제 31 항 내지 제 35 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 오디오의 DC 오프셋을 감소시켜 전처리된 오디오를 생성하는 오디오 전처리를 포함하되,

상기 전처리된 오디오는 처리되어 상기 포락선을 생성하는

호흡 속도 검출 시스템.

### 청구항 37

제 31 항 내지 제 35 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 오디오의 절대값을 구하여 전처리된 오디오를 생성하는 오디오 전처리를 포함하되,

상기 적응형 저역 통과 필터는 상기 전처리된 오디오를 처리하여 상기 포락선을 생성하는

호흡 속도 검출 시스템.

### 청구항 38

제 31 항 내지 제 35 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 피크 검출기는 피크 진폭 및 피크들 사이의 거리에 기초한 하나 이상의 적응형 임계치를 사용하여 피크를 검출하는 것인

호흡 속도 검출 시스템.

### 청구항 39

제 31 항 내지 제 35 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 평균 호흡 속도는 가중 평균 호흡 속도를 포함하는

호흡 속도 검출 시스템.

### 청구항 40

제 31 항 내지 제 35 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 적응형 저역 통과 필터에 의해 사용된 초기 대역폭은 검출된 사용자의 활동에 기초하여 추정되는  
호흡 속도 검출 시스템.

#### 청구항 41

호흡 속도를 검출하는 시스템으로서,

호흡 소리를 포함하는 오디오를 수신하는 수단과,

평균 호흡 속도에 기초한 적응형 대역폭을 사용하여 상기 오디오를 처리하여 포락선을 생성하는 수단과,

상기 포락선으로부터 복수의 피크를 검출하는 수단과,

상기 검출된 복수의 피크에 기초하여 호흡 속도를 계산하는 수단을 포함하는

호흡 속도 검출 시스템.

#### 청구항 42

제 41 항에 있어서,

이력 데이터에 기초하여 상기 평균 호흡 속도를 계산하고 상기 평균 호흡 속도에 기초하여 상기 대역폭을 업데이트하는 수단을 포함하는

호흡 속도 검출 시스템.

#### 청구항 43

제 41 항에 있어서,

이력 데이터에 기초하여 가중 평균 호흡 속도를 계산하고 상기 가중 평균 호흡 속도에 기초하여 상기 대역폭을 업데이트하는 수단을 포함하되,

상기 가중 평균 호흡 속도의 가중치는 상기 호흡 속도의 규칙성에 기초하는

호흡 속도 검출 시스템.

#### 청구항 44

제 41 항에 있어서,

상기 평균 호흡 속도의 증가를 검출하는 것에 응답하여 상기 오디오를 처리하여 포락선을 생성하는 수단의 대역폭을 증가시키는 수단을 포함하는

호흡 속도 검출 시스템.

#### 청구항 45

제 41 항에 있어서,

상기 평균 호흡 속도의 감소를 검출하는 것에 응답하여 상기 오디오를 처리하여 포락선을 생성하는 수단의 대역폭을 감소시키는 수단을 포함하는

호흡 속도 검출 시스템.

**청구항 46**

제 41 항 내지 제 45 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 오디오의 DC 오프셋을 감소시켜 전처리된 오디오를 생성하는 수단을 포함하되,  
상기 전처리된 오디오는 처리되어 상기 포락선을 생성하는  
호흡 속도 검출 시스템.

**청구항 47**

제 41 항 내지 제 45 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 오디오의 절대값을 구하여 전처리된 오디오를 생성하는 수단을 포함하되,  
상기 오디오를 처리하여 포락선을 생성하는 수단은 상기 전처리된 오디오를 처리하여 상기 포락선을 생성하는  
호흡 속도 검출 시스템.

**청구항 48**

제 41 항 내지 제 45 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 복수의 피크를 검출하는 수단은 피크 진폭 및 피크들 사이의 거리에 기초한 하나 이상의 적응형 임계치를  
사용하여 피크를 검출하는 것인  
호흡 속도 검출 시스템.

**청구항 49**

제 41 항 내지 제 45 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 평균 호흡 속도는 가중 평균 호흡 속도를 포함하는  
호흡 속도 검출 시스템.

**청구항 50**

제 41 항 내지 제 45 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 오디오를 처리하여 포락선을 생성하는 수단에 의해 사용된 초기 대역폭은 검출된 사용자의 활동에 기초하  
여 추정되는  
호흡 속도 검출 시스템.

**발명의 설명**

**기술 분야**

**배경 기술**

호흡 속도 측정기는 호흡 패턴을 검출하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 그러한 호흡 속도 측정기는 흐름 속

[0001]

도(flow-rate)와 압력의 관계, 압력 및 온도 변화, 적외선 영상화 기술 또는 산소 및 이산화탄소량 변화 분석을 이용하여 모니터링 대상자의 호흡 속도 변화를 검출할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0002] 도 1은 적응형 저역 통과 필터를 사용하여 오디오 신호에서 호흡 속도를 검출하는 예시적인 시스템을 도시하는 블록도이다.
  - 도 2는 적응형 저역 통과 필터를 사용하여 오디오 신호에서 호흡 속도를 검출하는 예시적인 프로세스를 도시하는 상세한 흐름도이다.
  - 도 3은 대응하는 포락선(envelope)을 갖는 예시적인 전처리된 오디오 신호를 도시하는 도면이다.
  - 도 4a는 예시적인 미처리(raw) 오디오 신호를 도시하는 도면이다.
  - 도 4b는 예시적인 전처리된 오디오 신호를 도시하는 도면이다.
  - 도 4c는 호흡이 검출된 예시적인 포락선을 도시하는 도면이다.
  - 도 5는 예시적인 검출 결과 세트를 도시하는 도면이다.
  - 도 6은 적응형 저역 통과 필터를 사용하여 오디오 신호에서 호흡 속도를 검출하는 방법을 도시하는 흐름도이다.
  - 도 7은 적응형 저역 통과 필터를 사용하여 오디오 신호에서 호흡 속도를 검출할 수 있는 예시적인 컴퓨팅 디바이스를 도시하는 블록도이다.
  - 도 8은 적응형 저역 통과 필터를 사용하여 오디오 신호에서 호흡 속도를 검출하기 위한 코드를 저장하는 컴퓨터 판독가능 매체를 도시하는 블록도이다.
- 개시내용 및 도면 전반에 걸쳐 동일한 번호가 동일한 구성요소 및 특징을 참조 표시하는 데 사용된다. 100 시리즈의 번호는 도 1에서 최초 발견된 특징을 나타내고, 200 시리즈의 번호는 도 2에서 최초 발견된 특징을 나타내며, 그렇게 계속된다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0003] 위에서 논의된 바와 같이, 호흡 속도 측정기는 다양한 기술을 사용하여 호흡 패턴을 검출할 수 있다. 예를 들어, 일부 기기는 흐름 속도와 압력의 관계, 압력 및 온도 변화, 적외선 영상화 기술, 산소 및 이산화탄소량 변화를 사용할 수 있다. 그러나, 이러한 호흡 속도 측정기는 병원에서 사용하기 위해 설계된 것일 수 있다. 예를 들어, 호흡 속도 측정기는 대개 크기가 크거나, 가격이 비싸거나, 복잡하거나, 집에서 사용하기 불편할 수 있다. 게다가, 이러한 호흡 속도 측정기는 휴대용이 아닐 수도 있다.
- [0004] 일부 예에서, 호흡의 오디오가 포착되어 호흡 속도를 검출하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 호흡 소리를 포함하는 오디오 신호에서 신호 포락선을 생성하는 데 저역 통과 필터가 사용될 수 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 포락선은 오디오 샘플의 극값(extremes)의 윤곽을 그리는 매끄러운 곡선을 지칭한다. 그러나 저역 통과 필터를 너무 낮거나 너무 높은 대역폭으로 설정하면 부정확한 검출 또는 검출 실패가 발생할 수 있다. 예를 들어, 대역폭이 너무 낮으면, 포락선은 빠른 호흡을 구별하지 못할 수도 있어서 잠재적인 검출이 누락될 수 있다. 반면에, 대역폭이 너무 높으면, 더 느린 호흡의 오디오 신호에는 스파이크(spike)가 더 많이 존재할 수 있어서 오검출을 발생시킬 수 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 스파이크는 오디오 신호의 진폭에 있어서 경사가 급한 증가에 이어 경사가 급한 감소가 발생하는 것을 지칭한다. 호흡의 오디오란 호흡의 결과로서 생성된 오디오 신호를 지칭할 수 있다.
- [0005] 본 명세서는 일반적으로 오디오에서 호흡 속도를 검출하는 기술에 관한 것이다. 구체적으로, 본 명세서에 설명된 기술은 적응형 저역 통과 필터를 사용하여 오디오 신호에서 호흡 속도를 검출하는 장치, 방법 및 시스템을 포함한다. 예를 들어, 적응형 저역 통과 필터는 검출된 평균 호흡 속도에 적응 가능할 수 있는 적응형 대역폭을 가질 수 있다. 예시적인 장치는 호흡 소리를 포함하는 오디오를 수신하는 오디오 수신기를 포함한다. 장치는 평균 호흡 속도에 기초한 대역폭을 사용하여 오디오를 처리하여 포락선을 생성하는 적응형 저역 통과 필터를 포함한다. 장치는 포락선으로부터 복수의 피크를 검출하는 피크 검출기를 더 포함한다. 장치는 검출된 복수의 피크에 기초하여 호흡 속도를 계산하는 호흡 속도 계산기도 포함한다. 일부 예에서, 장치는 오디오를 전처리하여 전처리된 오디오를 생성하는 오디오 전처리를 더 포함하며, 전처리된 오디오는 처리되어 포락선을 생성한

다. 장치는 또한 업데이트된 평균 호흡 속도에 기초하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 업데이트하는 필터 대역폭 업데이트기를 더 포함할 수 있다.

[0006] 따라서 본 명세서에서 설명된 기술은 오디오 신호에서의 호흡 검출의 정확성을 상당히 개선하는 동적 대역폭을 가능하게 한다. 예를 들어, 저역 통과 필터의 대역폭을 오디오 신호에 적응시키는 것은 검출 누락을 방지하면서 오검출을 감소시킬 수 있다. 또한, 본 명세서에 설명된 기술을 사용하여 검출된 호흡 패턴은 건강상과 업무상 이익이 되게 하는 데 사용될 수 있다. 일부 예에서, 호흡 속도는 스트레스 또는 불안에 의해 증가할 수 있다. 예를 들어, 스트레스는 사람의 마음과 신체의 변화를 일으킬 수 있으며 이는 호흡 속도에 반영될 것이다. 개인의 호흡 패턴에 대해 더 많이 알면, 사용자는 사용자의 일반적인 스트레스가 불안이나 걱정으로 변할 때 사용자에게 작용하는 요인인 스트레스 요인을 발견하고, 스트레스 레벨을 제어하는 데 도움이 되는 호흡 관리를 적용할 수 있다. 그러므로 이 기술은 사용자의 호흡 속도를 모니터링하고 이에 따라 스트레스 레벨을 모니터링하는 모바일 솔루션을 제공할 수 있다.

[0007] 도 1은 적응형 저역 통과 필터를 사용하여 오디오 신호에서 호흡 속도를 검출하는 예시적인 시스템을 도시하는 블록도이다. 예시적인 시스템은 일반적으로 참조 번호 100으로 지칭되며, 아래의 도 6의 방법(600)을 사용하여 도 7의 아래의 컴퓨팅 디바이스(700)에서 구현될 수 있다.

[0008] 예시적인 시스템(100)은 오디오 데이터 수신기(102)를 포함한다. 예를 들어, 오디오 데이터 수신기는 호흡 소리를 포함하는 오디오를 수신할 수 있다. 시스템(100)은 오디오 데이터 수신기(102)에 통신 가능하게 연결된 전처리기(104)도 포함한다. 예를 들어, 전처리기(104)는 오디오를 전처리하여 잡음을 제거할 수 있다. 전처리기(104)는 대역폭 초기화기(106)에 통신 가능하게 연결된다. 예를 들어, 대역폭 초기화기(106)는 적응형 저역 통과 필터(108)의 대역폭에 대한 초기값을 설정할 수 있다. 적응형 저역 통과 필터(108)는 대역폭 초기화기(106)에 통신 가능하게 연결된다. 일부 예에서, 적응형 저역 통과 필터(108)는 대역폭 값에 기초하여 수신된 오디오로부터 포락선을 생성하는 데 사용될 수 있다. 시스템(100)은 적응형 저역 통과 필터(108)에 통신 가능하게 연결된 피크 파인더(110)도 포함한다. 예를 들어, 피크 파인더(110)는 적응형 저역 통과 필터(108)에 의해 생성된 포락선에서 피크를 검출하는 데 사용될 수 있다. 시스템(110)은 피크 파인더(110)에 통신 가능하게 연결되어, 검출된 피크에 기초하여 호흡 속도를 계산할 수 있는 호흡 속도 계산기(112)를 더 포함한다. 시스템은 또한 호흡 속도 계산기(112)와 적응형 저역 통과 필터(108) 모두에 통신 가능하게 연결된 대역폭 업데이트기(114)를 더 포함한다.

[0009] 도 1에 도시된 바와 같이, 오디오 데이터 수신기(102)는 호흡 소리를 포함하는 오디오를 수신할 수 있다. 예를 들어, 호흡 소리는 디바이스 내의 마이크로폰(도시 생략)에 의해 포착된 호흡일 수 있다. 예를 들어, 디바이스는 휴대 전화 또는 태블릿과 같은 모바일 디바이스일 수 있다. 일부 예에서, 디바이스는 마이크로폰이 내장된 스마트 안경일 수 있다.

[0010] 전처리기(104)는 오디오가 포락선 생성 및 피크 발견에 더 적합해지게 하도록 오디오를 처리할 수 있다. 예를 들어, 전처리기(104)는 오디오로부터 잡음을 제거하거나 오디오의 DC 오프셋을 감소시킬 수 있다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, DC 오프셋은 오디오 파형의 평균값(mean value)을 지칭한다. 예를 들어, 오디오 파형의 평균 진폭이 0이면, DC 오프셋은 존재하지 않는 것이다. 일부 예에서, 전처리기(104)는 또한 이하에서 더 상세히 설명되는 바와 같이 오디오의 절대값을 구하여 전처리된 오디오를 생성할 수 있다.

[0011] 대역폭 초기화기(106)는 적응형 저역 통과 필터(108)를 위한 초기 대역폭을 설정할 수 있다. 예를 들어, 약 14,000 밀리초의 호흡 지속시간 동안 9번의 호흡을 한 경우, 도 4c에서 애버리지 호흡 지속시간(average duration of a breath)은 약  $14000/9 = 1555$  밀리초일 수 있다. 대응하는 애버리지 호흡 속도(average breath rate)는  $0.65\text{Hz}$ 일 수 있다. 일부 예에서, 대역폭 초기화기에 의해 설정된 초기 대역폭은 애버리지 호흡 속도에 기초할 수 있다. 예컨대, 적응형 저역 통과 필터(108)의 초기 대역폭은 대략  $F_p = 1.5$  헤르츠(Hz)일 수 있다. 일부 예에서, 대역폭 초기화기(106)에 의해 설정된 초기값은 사용자의 활동에 기초할 수 있다. 예를 들어, 사전설정된 초기값 세트는 검출된 활동에 기초하여 선택될 수 있다.

[0012] 그 다음, 적응형 저역 통과 필터(108)는 수신된 오디오에 대한 포락선을 생성할 수 있다. 예를 들어, 포락선은 초기 대역폭 값에 기초하여 생성될 수 있다.

[0013] 그 다음에 피크 파인더(110)는 포락선에서 피크를 검출할 수 있다. 예를 들어, 오디오에서 각각의 들숨(inhalation) 및 날숨(exhalation) 소리마다 하나의 피크가 검출될 수 있다.

[0014] 그 다음에 호흡 속도 계산기(112)는 검출된 피크들에 기초하여 호흡 속도를 검출할 수 있다. 예를 들어, 호흡

속도 계산기(112)는 2개의 피크가 검출될 때마다 하나의 호흡을 검출할 수 있다. 일부 예에서, 한 호흡의 지속 시간은 2개의 연속하는 피크 사이의 시간일 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 호흡은 들숨과 날숨 모두를 포함하는 완전한 호흡 주기보다는, 하나의 들숨 또는 하나의 날숨을 지칭한다.

- [0015] 대역폭 업데이트기(114)는 적응형 저역 통과 필터(108)의 대역폭을 업데이트할 수 있다. 예를 들어, 대역폭 업데이트기(114)는 적응형 저역 통과 필터(108)의 대역폭을 실시간으로 업데이트할 수 있다. 일부 예에서, 사용자의 호흡 속도가 0.65Hz보다 훨씬 높거나 낮은 경우 또는 사용자의 호흡 속도가 올라가거나 내려가는 경우, 적응형 저역 통과 필터(108)의 대역폭이 업데이트될 수 있다.
- [0016] 도 1의 도면은 예시적인 시스템(100)이 도 1에 도시된 모든 구성요소를 포함해야 하는 것임을 나타내려는 것이 아니다. 오히려, 예시적인 시스템(100)은 더 적은 구성요소 또는 도 1에 도시되지 않은 추가 구성요소(예컨대, 추가 전처리기, 필터 등)를 사용하여 구현될 수 있다.
- [0017] 도 2는 적응형 저역 통과 필터를 사용하여 오디오 신호에서 호흡 속도를 검출하는 예시적인 프로세스를 도시하는 상세한 흐름도이다. 예시적인 프로세스는 일반적으로 참조 번호 200으로 지칭되며, 앞에서 설명한 도 1의 시스템(100)에서 또는 아래 도 7의 컴퓨팅 디바이스(700)의 프로세서(702)를 사용하여 구현될 수 있다.
- [0018] 블록(202)에서, 프로세서는 오디오 데이터를 수집할 수 있다. 예를 들어, 오디오 샘플이 마이크로폰에 의해 포착될 수 있다. 오디오 샘플은 사용자의 호흡에 대응하는 호흡 소리를 포함할 수 있다.
- [0019] 블록(204)에서, 프로세서는 오디오 데이터에 전처리를 수행한다. 예를 들어, 전처리는 잡음을 제거하기 위해 오디오 데이터에 적용될 수 있다. 일부 예에서, 오디오에 DC 오프셋이 존재한다는 것을 검출하는 것에 응답하여 2개의 데이터 사이의 차이가 계산될 수 있다. 일부 예에서, 오디오 신호의 절대값이 계산될 수 있다. 일부 예에서, 특정 주파수 간섭을 제거하기 위해 대역 소거 필터(band stop filter)가 적용될 수 있다. 예를 들어, AC 간섭은 50Hz 또는 60Hz에 있을 수 있다.
- [0020] 블록(206)에서, 프로세서는 대역폭 초기화를 수행한다. 예를 들어, 적응형 저역 통과 필터에 의해 사용되는 대역폭에 대한 초기값이 설정될 수 있다. 일부 예에서, 대역폭에 대해 설정된 초기값은 에버리지 호흡 속도에 기초할 수 있다. 예를 들어, 도 4c에서 에버리지 호흡 지속시간은 약  $14000/9 = 1555\text{ms}$ 이며, 약 0.65Hz의 호흡 속도를 초래한다. 따라서, 일부 예에서, 저역 통과 필터의 대역폭은 이하에서 더 상세히 논의되는 바와 같이 나이퀴스트 정리(Nyquist Theorem)에 따라  $F_p = 1.5\text{Hz}$ 인 초기값으로 설정될 수 있다. 일부 예에서, 적응형 저역 통과 필터의 대역폭의 초기값은 검출된 사용자의 활동에 기초하여 설정될 수 있다.
- [0021] 블록(208)에서, 프로세서는 적응형 저역 통과 필터링을 수행시킨다. 예를 들어, 적응형 저역 통과 필터는 오디오 또는 전처리된 오디오에 저역 통과 필터링을 적용하여 오디오에 대응하는 포락선을 생성할 수 있다. 일부 예에서, 포락선은 이하에 보다 상세히 설명되는 바와 같이, 평균 호흡 속도(mean breath rate)에 따라 상이한 대역폭 값에 기초할 수 있다.
- [0022] 블록(210)에서, 프로세서는 피크 발견 알고리즘을 수행한다. 예를 들어, 블록(208)에서 생성된 포락선에서 하나 이상의 피크가 검출될 수 있다. 일부 예에서, 하나 이상의 피크는 하나 이상의 적응형 임계치를 사용하여 검출될 수 있다. 예를 들어, 임계치는 피크 진폭 및 검출된 피크들 사이의 거리에 기초할 수 있다.
- [0023] 블록(212)에서, 프로세서는 호흡 속도 계산을 수행한다. 예컨대, 호흡 속도 계산은 총 피크 수를 시구간으로 나눌 수 있다. 예를 들어, 호흡 속도는 주어진 시구간 동안 총 호흡(들숨 또는 날숨) 수를 측정할 수 있다.
- [0024] 블록(214)에서, 프로세서는 현재의 호흡 지속시간을 수신한다. 예를 들어, 현재의 호흡 지속시간은 현재 피크와 이전 피크 사이의 시간에 의해 계산되었을 수 있다.
- [0025] 블록(216)에서, 프로세서는 가중 평균 지속시간(weighted mean duration) 계산을 수행한다. 예를 들어, 현재의 가중 평균 지속시간은 현재 지속시간의 가중 평균과 이전에 계산된 가중 평균에 의해 계산될 수 있다.
- [0026] 블록(218)에서, 프로세서는 평균 호흡 속도 계산을 수행한다. 예를 들어, 평균 호흡 속도는 1초를 블록(216)으로부터의 가중 평균 지속시간으로 나눔으로써 계산될 수 있다.
- [0027] 판정 단계(220)에서, 프로세서는 평균 호흡 속도가 값 1 이상인지를 판정할 수 있다. 평균 호흡 속도가 값 1 이상이면, 프로세스는 블록(222)으로 계속될 수 있다. 평균 호흡 속도가 값 1 이상이 아니면, 프로세스는 판정 단계(224)로 계속될 수 있다.
- [0028] 블록(222)에서, 프로세서는 평균 호흡 속도가 증가했음을 검출한 것에 응답하여 대역폭을 증가시킨다. 예를 들

어, 프로세서는 다음 수학적식에 기초하여 새로운 대역폭을 계산할 수 있다.

**수학적식 1**

[0029]  $F_{Pnew} = F_{Pold} * MeanBreathRate$

[0030] MeanBreathRate는 1 이상이고,  $F_{Pnew}$ 는 적응형 저역 통과 필터에 대해 새로 계산된 대역폭이며,  $F_{Pold}$ 는 적응형 저역 통과 필터의 이전에 사용된 대역폭이다.

[0031] 판정 단계(224)에서, 프로세서는 평균 호흡 속도가 값 0.5 이상인지를 판정할 수 있다. 예를 들어, 평균 호흡 속도가 값 0.5 이상이면, 프로세서는 블록(226)으로 계속될 수 있다. 평균 호흡 속도가 0.5 이상이 아니면, 프로세서는 블록(228)으로 계속될 수 있다.

[0032] 블록(226)에서, 프로세서는 호흡 속도가 0.5와 1 사이인 것을 검출하는 것에 응답하여 새로운 대역폭을 이전 대역폭과 동일한 값으로 설정한다. 일부 예에서, 프로세서는 적응형 저역 통과 필터가 동일한 대역폭을 계속 사용하도록 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 업데이트하지 않을 수도 있다.

[0033] 블록(228)에서, 프로세서는 평균 호흡 속도가 0.5 미만인 것을 검출하는 것에 응답하여 대역폭을 감소시킨다. 예를 들어, 프로세서는 다음 수학적식에 기초하여 대역폭을 감소시킬 수 있다.

**수학적식 2**

[0034]  $F_{Pnew} = F_{Pold} * 2 * MeanBreathRate$

[0035] 여기서, MeanBreathRate는 0.5 미만이다.

[0036] 따라서, 전술한 바와 같이, 사용자가 더 빠르게 호흡할 때, 결과적인 포락선이 더 세밀해지도록 대역폭이 증가할 수 있다. 반면에, 사용자가 더 느리게 호흡할 때, 포락선이 너무 뾰족뾰족하지(spiky) 않도록 대역폭이 감소하여 피크의 오검출을 피할 수 있다. 적응형 저역 통과 필터에 이러한 적응형 대역폭을 사용하면, 피크 및 그에 따른 호흡 속도 검출의 정확도가 크게 향상될 수 있다.

[0037] 이 프로세스 흐름도는 예시적인 프로세스(200)의 블록들이 임의의 특정 순서로 실행되어야 한다는 것을 나타내거나 블록들 전부가 항상 포함되어야 한다는 것을 나타내려는 것은 아니다. 또한, 도시되지 않은 임의의 개수의 추가 블록이 특정 구현예의 세부사항에 따라 예시적인 프로세스(200)에 포함될 수도 있다. 예를 들어, >1, 0.5와 1 사이, 및 <0.5를 포함하는, 평균 대역폭에 대한 3가지 범위가 위에서 사용되지만, 일부 예에서는, 경우의 수 및 숫자(0.5, 1, 2 ...)가 더 미세 조정될 수 있다. 예를 들어, 범위는 추가 범위로 나뉠 수 있어서 일부 예에서는  $F_{Pnew} = F_{Pold} * 1.05 * MeanBreathRate$ 이고, 다른 예에서는  $F_{Pnew} = F_{Pold} * 1.12 * MeanBreathRate$ 일 수 있다.

[0038] 도 3은 대응하는 포락선을 갖는 예시적인 전처리된 오디오 신호를 도시하는 도면이다. 예시적인 전처리된 오디오 신호는 일반적으로 참조 번호 300으로 지칭되며 아래의 컴퓨팅 디바이스(700)에서 생성될 수 있다. 예를 들어, 전처리된 오디오 신호(300)는 도 1의 시스템(100)의 전처리기(104), 아래의 도 7의 컴퓨팅 디바이스(700)의 오디오 전처리기(732), 또는 아래의 도 8의 컴퓨터 판독가능 매체(800)의 오디오 전처리기 모듈(808)을 사용하여 생성될 수 있다.

[0039] 도 3은 전술한 바와 같이 전처리되었던, 전처리된 신호 세트(302)를 도시한다. 예를 들어, 전처리된 신호(302)는 절대값을 구하기 위해 전처리기에 의해 처리되었을 수 있다. 또한, 잡음을 제거하기 위해 오디오가 처리되었을 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 포락선(304)은 전술한 바와 같이 적응형 저역 통과 필터에 의해 생성되었을 수 있다. 일부 예에서, 위 및 아래에 설명된 바와 같이 포락선에 대해 피크 발견이 수행될 수 있다. 예를 들어, 포락선은 전처리된 신호(302)에서 각각의 호흡과 관련된 로컬 최대값을 하나만 가질 수 있기 때문에, 생성된 포락선(304)에 대해 피크 발견이 더 정확하게 수행될 수 있다.

[0040] 도 3의 도면은 예시적인 전처리된 오디오 신호(300)가 도 3에 도시된 모든 구성요소를 포함해야 하는 것임을 나타내려는 것이 아니다. 오히려, 예시적인 전처리된 오디오 신호(300)는 더 적은 구성요소 또는 도 3에 도시되

지 않은 추가 구성요소(예컨대, 추가 전처리, 전처리된 신호 등)를 사용하여 구현될 수 있다.

- [0041] 도 4a는 예시적인 미처리 오디오 신호를 도시하는 도면이다. 예시적인 미처리 오디오 신호는 일반적으로 참조 번호 400A로 지칭되며 아래의 컴퓨팅 디바이스(700)에서 구현될 수 있다. 예를 들어, 미처리 오디오 신호(400A)는 도 1의 시스템(100)의 오디오 데이터 수신기(102), 아래의 도 7의 컴퓨팅 디바이스(700)의 오디오 수신기(730), 또는 아래의 도 8의 컴퓨터 판독가능 매체(800)의 오디오 수신기 모듈(806)에서 수신될 수 있다.
- [0042] 도 4a는 소리(402) 세트를 도시한다. 도 4a에 도시된 바와 같이, 소리(402)는 소리(402)가 큰 부분을 나타내는 복수의 스파이크(404)를 포함할 수 있다. 일부 예에서, 피크 발견이 미처리 오디오 신호(400A)에 대해 직접 수행되었다면, 스파이크(404)는 2개의 별개의 호흡 소리로서 오검출될 수 있다. 따라서, 일부 예에서, 아래의 도 4b 및 도 4c에서 설명되는 바와 같이, 전처리 및 포락선 생성이 미처리 오디오(400A)에 대해 수행될 수 있다.
- [0043] 도 4a의 도면은 예시적인 미처리 오디오 신호(400A)가 도 4a에 도시된 모든 구성요소를 포함해야 하는 것임을 나타내려는 것이 아니다. 오히려, 예시적인 미처리 오디오 신호(400A)는 더 적은 구성요소 또는 도 4a에 도시되지 않은 추가 구성요소(예컨대, 추가 파형, 오디오 신호 등)를 사용하여 구현될 수 있다.
- [0044] 도 4b는 예시적인 전처리된 오디오 신호를 나타내는 도면이다. 예시적인 전처리된 오디오 신호는 일반적으로 참조 번호 400B로 지칭되며 아래의 컴퓨팅 디바이스(700)에서 구현될 수 있다. 예를 들어, 전처리된 오디오 신호(400B)는 도 1의 시스템(100)의 전처리기(104), 아래의 도 7의 컴퓨팅 디바이스(700)의 오디오 전처리기(732) 또는 아래의 도 8의 컴퓨터 판독가능 매체(800)의 오디오 전처리기 모듈(808)에 의해 생성될 수 있다.
- [0045] 도 4b의 전처리된 오디오 신호(400B)는 소리(402)에 대응하는 전처리된 소리(406) 세트를 포함한다. 전처리된 소리(406)는 미처리 오디오 신호(400A)의 소리(402)의 절대값일 수 있다. 또한, 전처리된 오디오 신호(400B)는 잡음이 감소한 꺾(408)을 포함한다. 예를 들어, 전처리된 오디오 신호(400B)로부터 잡음을 제거하기 위해 2개의 오디오 신호 사이의 차이를 구하였을 수 있다. 도 4b에 도시된 바와 같이, 각각의 소리(406)는 여전히 복수의 피크(404)를 포함할 수 있다. 따라서, 일부 예에서, 포락선이 아래의 도 4c에 설명된 바와 같이 생성될 수 있다.
- [0046] 도 4b의 도면은 예시적인 전처리된 오디오 신호(400B)가 도 4b에 도시된 모든 구성요소를 포함해야 하는 것임을 나타내려는 것이 아니다. 오히려, 예시적인 전처리된 오디오 신호(400B)는 더 적은 구성요소 또는 도 4b에 도시되지 않은 추가 구성요소(예컨대, 추가 처리, 소리 등)를 사용하여 구현될 수 있다.
- [0047] 도 4c는 호흡이 검출된 예시적인 포락선을 도시하는 도면이다. 예시적인 검출된 호흡 속도는 일반적으로 참조 번호 400C로 지칭되고 앞에서 설명한 시스템(100) 또는 아래의 컴퓨팅 디바이스(700)를 사용하여 검출될 수 있다. 예를 들어, 검출된 호흡 속도(400C)는 도 1의 시스템(100)의 적응형 저역 통과 필터(108), 아래의 도 7의 컴퓨팅 디바이스(700)의 적응형 저역 통과 필터(734), 또는 아래의 도 8의 컴퓨터 판독가능 매체(800)의 적응형 저역 통과 필터 모듈(810)에 의해 검출될 수 있다.
- [0048] 도 4c는 포락선(410)을 포함한다. 예를 들어, 포락선(410)은 적응형 저역 통과 필터에 의해 생성되었을 수 있다. 일부 예에서, 적응형 저역 통과 필터는 평균 호흡 속도에 기초한 대역폭을 가질 수 있다. 예를 들어, 평균 호흡 속도는 가중 평균 호흡 속도일 수 있다.
- [0049] 도 4c에 도시된 바와 같이, 하나의 호흡(412)은 9개의 총 검출된 피크(414) 중 2개 사이에서 검출될 수 있다. 예를 들어, 검출된 피크(414) 각각은 위 예(400B)의 소리(408) 중 하나와 관련될 수 있다. 따라서, 각각의 파형은 이제 하나의 검출된 피크(414)와 관련될 수 있다. 일부 예에서, 하나의 호흡(408)은 2개의 검출된 피크(414)마다 검출될 수 있다. 따라서, 호흡 속도는 임의의 시구간 동안 검출된 호흡(412)의 수에 기초하여 계산될 수 있다. 각각의 소리에는 하나의 피크만 관련되므로, 추가적인 호흡의 오검출을 피할 수 있다.
- [0050] 도 4c의 도면은 예시적인 검출된 호흡 속도(400C)가 도 4c에 도시된 모든 구성요소를 포함해야 하는 것임을 나타내려는 것이 아니다. 오히려, 예시적인 검출된 호흡 속도(400C)는 더 적은 구성요소 또는 도 4c에 도시되지 않은 추가 구성요소(예를 들어, 추가 포락선, 피크, 검출된 호흡 등)를 사용하여 구현될 수 있다.
- [0051] 도 5는 예시적인 검출 결과 세트를 도시하는 도면이다. 예시적인 검출 결과 세트는 일반적으로 참조 번호 500으로 지칭되며 아래의 컴퓨팅 디바이스(700)에서 구현될 수 있다. 예를 들어, 검출 결과 세트(500)는 위의 도 1의 시스템(100), 아래의 도 7의 컴퓨팅 디바이스(700)의 적응형 호흡 속도 검출기(728) 또는 아래의 도 8의 컴퓨터 판독가능 매체(800)를 사용하여 생성될 수 있다.
- [0052] 도 5는 한 실험의 검출 결과 세트(500)를 나타낸다. 결과(500)는 느린 호흡(502), 정상 호흡(504) 및 빠르고

얇은 호흡(506)을 포함하는 3가지 유형의 호흡을 포함한다. 도 5의 예에서, 정상 호흡(502), 깊은 호흡(504) 및 얇은 호흡(506)을 포함하는 3가지 유형의 호흡에서 호흡 검출의 정확도는 모두 90% 이상이다. 빠르고 얇은 호흡(506)에서 6번의 검출 누락이 있었는데, 모든 검출 누락은 느리고 깊은 호흡(504)에서 빠르고 얇은 호흡(506)으로 급하게 변하는 과도기(transition)에 발생했다. 일부 예에서, 호흡은 피크 발견보다 밸리(valley) 발견을 사용하여 검출될 수 있다. 예를 들어, 수신된 신호는 반전될 수 있고 피크는 밸리가 될 수 있다. 도 5의 예에서, 도 5의 검출된 밸리는 "x"를 사용하여 표시된다. 또한, 도 5는 전처리된 신호(508)뿐만 아니라 밸리 발견에 사용된 적응형 임계치(510)도 도시한다. 예를 들어, 적응형 대역폭 저역 통과 필터 피크 검출에 대한 검출 결과(500)는 다른 정적 저역 통과 필터와 비교하여 아래의 표 1에서 마지막 행에 도시된다.

대역폭 (Fp)	정상 호흡(0.65Hz)			깊은 호흡(0.44Hz)			얇은 호흡(2.2Hz)			평균 정확도
	누락	오검출	정확도	누락	오검출	정확도	누락	오검출	정확도	
1.2	1	0	95.00%	1	0	92.86%	70	0	0.00%	62.62%
2	1	0	95.00%	1	0	92.86%	69	0	1.43%	63.10%
3	1	1	90.00%	0	1	92.86%	34	0	51.43%	78.10%
4	0	4	80.00%	0	1	92.86%	23	0	67.14%	80.00%
6	0	9	55.00%	0	6	57.14%	0	0	100.00%	70.71%
8	0	15	25.00%	0	12	14.29%	0	0	100.00%	46.43%
적응형	1	1	90%	0	0	100%	4	0	94.3%	94.8%

표 1: 상이한 대역폭을 사용하는 저역 통과 필터에 대한 검출 결과

[0053]

일부 예에서, 검출의 정확도는 다음 수학적 식을 사용하여 결정될 수 있다.

[0054]

### 수학적 식 3

$$\text{정확도} = ((\text{호흡 수}) - (\text{오검출 수}) - (\text{검출 누락 수})) / (\text{호흡 수})$$

[0055]

예를 들어, 나이퀴스트 정리에 따르면, 대역폭(Fp)은 호흡 속도의 적어도 2배일 수 있다. 샘플링 레이트가 8k/s인 위의 검출 결과에 사용된 예시적인 오디오 샘플에서, 정상 호흡 속도는 약 0.65Hz이고, 깊은 호흡 속도는 약 0.44Hz이며, 얇고 빠른 호흡 속도는 약 2.2Hz이다. 표 1에 도시된 바와 같이, Fp < 4일 때 얇고 빠른 호흡 검출이 작동하고 있지 않고, Fp = 1.2 또는 2일 때 정상 및 깊은 호흡 검출은 양호하다. 반면, 대역폭(Fp)이 너무 크면, 포락선에 더 많은 세부사항이 표시되고 있다. 따라서, 포락선은 매우 뾰족뾰족할 수 있어서, 한 번의 호흡에서 다수의 작은 피크가 검출 가능하여 오검출이 증가하게 될 수 있다. 따라서, 표 1에 도시된 바와 같이, 대역폭(Fp) >= 6일 때, 정상 호흡 검출과 깊은 호흡 검출 모두가 악화된다.

[0056]

일부 예에서, 느리고 깊은 호흡(504)에서 빠르고 얇은 호흡(506)으로, 급격하게 대신 점진적으로, 변하게 함으로써, 검출 결과(500)에서 검출 누락이 적어질 수 있다. 예를 들어, 평균 호흡 속도의 사용은 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 점진적으로 변경하는 데 사용될 수 있다. 따라서 개선된 포락선 추출은 검출 정확도를 증가시킬 수 있다. 예를 들어, 적응형 대역폭은 호흡 속도의 변화를 점진적으로 따라갈 수 있으며 그에 따라 검출 누락을 방지할 수 있다.

[0057]

도 5의 도면은 예시적인 검출 결과 세트(500)가 도 5에 도시된 모든 구성요소를 포함해야 하는 것임을 나타내려는 것이 아니다. 오히려, 예시적인 검출 결과 세트(500)는 더 적은 구성요소 또는 도 5에 도시되지 않은 추가 구성요소(예를 들어, 추가 호흡 속도, 검출 등)를 사용하여 구현될 수 있다.

[0058]

도 6은 적응형 저역 통과 필터를 사용하여 오디오 신호에서 호흡 속도를 검출하는 방법을 도시하는 흐름도이다. 예시적인 방법은 일반적으로 참조 번호 600으로 지칭되며 앞에서 설명한 도 1의 시스템(100), 아래의 도 7의 컴퓨팅 디바이스(700)의 프로세서(702) 또는 아래의 도 8의 컴퓨터 판독가능 매체(800)에서 구현될 수 있다.

[0059]

블록(602)에서, 프로세서는 다수의 호흡 소리를 포함하는 오디오를 수신한다. 예를 들어, 호흡 소리는 사용자의 들숨 및 날숨과 관련된 소리일 수 있다.

[0060]

블록(604)에서, 프로세서는 오디오를 전처리하여 전처리된 오디오를 생성한다. 예를 들어, 프로세서는 오디오를 전처리하여 오디오의 DC 오프셋을 감소시킬 수 있다. 일부 예에서, 프로세서는 오디오의 절대값을 구하여 전처리된 오디오를 생성할 수 있다.

[0061]

- [0062] 블록(606)에서, 프로세서는 평균 호흡 속도에 기초한 적응형 대역폭을 갖는 적응형 저역 통과 필터를 사용하여 오디오를 처리하여 포락선을 생성한다. 일부 예에서, 프로세서는 애버리지 호흡 속도에 기초하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭에 대한 초기값을 설정할 수 있다. 또한, 일부 예에서, 프로세서는 검출된 사용자의 활동에 기초하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭에 대한 초기값을 설정할 수 있다. 예를 들어, 검출된 활동은 달리기, 걷기, 앉기 등일 수 있다.
- [0063] 블록(608)에서, 프로세서는 포락선으로부터 복수의 피크를 검출한다. 예를 들어, 프로세서는 피크 진폭 및 피크들 사이의 거리에 기초한 하나 이상의 적응형 임계치가 초과되는지를 검출할 수 있다.
- [0064] 블록(610)에서, 프로세서는 검출된 복수의 피크에 기초하여 호흡 속도를 계산한다. 예를 들어, 프로세서는 검출된 피크의 수에 기초하여 호흡 속도를 검출할 수 있다.
- [0065] 블록(612)에서, 프로세서는 업데이트된 평균 호흡 속도에 기초하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 수정한다. 예를 들어, 프로세서는 평균 호흡 속도의 증가를 검출하는 것에 응답하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 증가시킬 수 있다. 일부 예에서, 프로세서는 평균 호흡 속도의 감소를 검출하는 것에 응답하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 감소시킬 수 있다.
- [0066] 이 프로세스 흐름도는 예시적인 프로세스(600)의 블록들이 임의의 특정 순서로 실행되어야 한다는 것을 나타내거나, 블록들 전부가 항상 포함되어야 한다는 것을 나타내려는 것은 아니다. 또한, 도시되지 않은 임의의 개수의 추가 블록이 특정 구현예의 세부사항에 따라 예시적인 프로세스(600)에 포함될 수도 있다. 예를 들어, 프로세서는 또한 호흡 속도에 기초하여 스트레스 레벨을 검출할 수 있고 스트레스 레벨이 임계 스트레스 레벨을 초과한다는 것을 검출하는 것에 응답하여 통지를 전송할 수 있다. 일부 예에서, 프로세서는 호흡 속도에 기초하여 사용자의 기분을 검출할 수 있다.
- [0067] 이제 도 7을 참조하면, 적응형 저역 통과 필터를 사용하여 오디오 신호에서 호흡 속도를 검출할 수 있는 예시적인 컴퓨팅 디바이스를 나타내는 블록도가 도시된다. 컴퓨팅 디바이스(700)는, 그 중에서도, 예컨대, 랩톱 컴퓨터, 데스크톱 컴퓨터, 태블릿 컴퓨터, 모바일 디바이스 또는 착용형 디바이스일 수 있다. 일부 예에서, 컴퓨팅 디바이스(700)는 안경에 내장될 수 있다. 컴퓨팅 디바이스(700)는 저장된 명령어를 실행하도록 구성된 중앙 처리 장치(CPU)(702)뿐만 아니라 CPU(702)에 의해 실행 가능한 명령어를 저장하는 메모리 디바이스(704)도 포함할 수 있다. CPU(702)는 버스(706)에 의해 메모리 디바이스(704)에 연결될 수 있다. 또한, CPU(702)는 단일 코어 프로세서, 멀티 코어 프로세서, 컴퓨팅 클러스터, 또는 임의의 수의 다른 구성일 수 있다. 게다가, 컴퓨팅 디바이스(700)는 하나보다 많은 CPU(702)를 포함할 수 있다. 일부 예에서, CPU(702)는 멀티 코어 프로세서 아키텍처를 갖는 시스템 온 칩(system-on-chip: SoC)일 수 있다. 일부 예에서, CPU(702)는 영상 처리에 사용되는 전문화된 디지털 신호 프로세서(digital signal processor: DSP)일 수 있다. 메모리 디바이스(704)는 랜덤 액세스 메모리(random access memory: RAM), 판독 전용 메모리(read only memory: ROM), 플래시 메모리, 또는 임의의 다른 적합한 메모리 시스템을 포함할 수 있다. 예를 들어, 메모리 디바이스(704)는 동적 랜덤 액세스 메모리(DRAM)를 포함할 수 있다.
- [0068] 컴퓨팅 디바이스(700)는 그래픽 처리 장치(GPU)(708)도 포함할 수 있다. 도시된 바와 같이, CPU(702)는 버스(706)를 통해 GPU(708)에 연결될 수 있다. GPU(708)는 컴퓨팅 디바이스(700) 내에서 임의의 수의 그래픽 동작을 수행하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, GPU(708)는 컴퓨팅 디바이스(700)의 사용자에게 디스플레이되는 그래픽 영상, 그래픽 프레임, 비디오 등을 렌더링하거나 조작하도록 구성될 수 있다.
- [0069] 메모리 디바이스(704)는 호흡 속도를 검출하기 위한 명령어를 실행하도록 구성된 디바이스 드라이버(710)를 포함할 수 있다. 디바이스 드라이버(710)는 소프트웨어, 애플리케이션 프로그램, 애플리케이션 코드 등일 수 있다.
- [0070] CPU(702)는 또한 컴퓨팅 디바이스(700)를 하나 이상의 I/O 디바이스(714)에 접속하도록 구성된 입출력(I/O) 디바이스 인터페이스(712)에 버스(706)를 통해 접속될 수 있다. I/O 디바이스는, 예를 들어, 키보드 및 포인팅 디바이스를 포함할 수 있되, 포인팅 디바이스는 그 중에서도 터치패드 또는 터치스크린을 포함할 수 있다. I/O 디바이스(714)는 컴퓨팅 디바이스(700)의 내장형 구성요소일 수도 있고 또는 컴퓨팅 디바이스(700)의 외부에서 접속된 디바이스일 수도 있다. 일부 예에서, 메모리(704)는 직접 메모리 액세스(direct memory access: DMA)를 통해 I/O 디바이스(714)에 통신 가능하게 연결될 수 있다.
- [0071] CPU(702)는 또한 컴퓨팅 디바이스(700)를 디스플레이 디바이스(718)에 접속하도록 구성된 디스플레이 인터페이스(716)에 버스(706)를 통해 연결될 수 있다. 디스플레이 디바이스(718)는 컴퓨팅 디바이스(700)의 내장형 구

성요소인 디스플레이 스크린을 포함할 수 있다. 디스플레이 디바이스(718)는 그 중에서도 컴퓨팅 디바이스(700)의 내부에 있거나 또는 외부에 접속된 컴퓨터 모니터, 텔레비전 또는 프로젝터도 포함할 수 있다.

[0072] 컴퓨팅 디바이스(700)는 저장 디바이스(720)도 포함한다. 저장 디바이스(720)는 하드 드라이브, 광학 드라이브, 썸드라이브(thumbdrive), 드라이브 어레이, 고체 상태 드라이브 또는 이들의 임의의 조합과 같은 물리적 메모리이다. 저장 디바이스(720)는 원격 저장 드라이브도 포함할 수 있다.

[0073] 컴퓨팅 디바이스(700)는 또한 네트워크 인터페이스 제어기(network interface controller: NIC)(722)를 포함할 수 있다. NIC(722)는 컴퓨팅 디바이스(700)를 버스(706)를 통해 네트워크(724)에 접속하도록 구성될 수 있다. 네트워크(724)는 그 중에서도 원거리 네트워크(wide area network: WAN), 근거리 네트워크(local area network: LAN) 또는 인터넷일 수 있다. 일부 예에서, 디바이스는 무선 기술을 통해 다른 디바이스와 통신할 수 있다. 예를 들어, 디바이스는 무선 근거리 네트워크 접속을 통해 다른 디바이스와 통신할 수 있다. 일부 예에서, 디바이스는 블루투스® 또는 유사한 기술을 통해 다른 디바이스와 접속하고 통신할 수 있다.

[0074] 컴퓨팅 디바이스(700)는 마이크로폰(726)을 더 포함한다. 예를 들어, 마이크로폰은 소리를 전기 신호로 변환할 수 있는 하나 이상의 트랜스듀서를 포함할 수 있다. 예를 들어, 마이크로폰(726)은 안경과 같은 디바이스에 배치될 수 있다. 일례로서, 마이크로폰(726)은 안경의 코걸이에 내장될 수 있다.

[0075] 컴퓨팅 디바이스(700)는 적응형 호흡 속도 검출기(728)를 더 포함한다. 예를 들어, 적응형 호흡 속도 검출기(728)는 오디오 신호에서 호흡 속도를 검출하는 데 사용될 수 있다. 적응형 호흡 속도 검출기(728)는 오디오 수신기(730), 오디오 전처리기(732), 적응형 저역 통과 필터(734), 피크 검출기(736), 호흡 속도 계산기(738) 및 필터 대역폭 업데이트기(740)를 포함할 수 있다. 일부 예에서, 적응형 호흡 속도 검출기(728)의 구성요소(730-740)의 각각은 마이크로제어기, 내장형 프로세서 또는 소프트웨어 모듈일 수 있다. 오디오 수신기(730)는 호흡 소리를 포함하는 오디오를 수신할 수 있다. 예를 들어, 오디오는 사용자의 호흡의 오디오 샘플에 대응하는 오디오 신호일 수 있다. 오디오 전처리기(732)는 전처리된 오디오를 생성하기 위해 오디오의 DC 오프셋을 감소시키고, 잡음을 감소시키거나 또는 제거하며, 오디오 신호의 절대값을 생성하고, 또는 이들의 임의의 조합을 수행할 수 있다. 예를 들어, 전처리된 오디오가 처리되어 포락선을 생성할 수 있다. 일부 예에서, 오디오 전처리기(732)는 오디오의 절대값을 구하여 전처리된 오디오를 생성할 수 있다. 적응형 저역 통과 필터(734)는 검출된 평균 호흡 속도에 기초한 적응형 대역폭을 사용하여 오디오를 처리하여 포락선을 생성할 수 있다. 예를 들어, 평균 호흡 속도는 더 최근의 호흡이 더 높은 가중치를 갖고 더 오래된 호흡은 더 작은 가중치를 갖는 가중 평균 호흡 속도일 수 있다. 적응형 저역 통과 필터(734)의 적응형 대역폭은 평균 호흡 속도에 적응 가능할 수 있다. 일부 예에서, 적응형 저역 통과 필터에 의해 사용된 초기 대역폭은 애버리지 호흡 속도에 기초한다. 일부 예에서, 적응형 저역 통과 필터에 의해 사용된 초기 대역폭은 검출된 사용자의 활동에 기초하여 추정된다. 예를 들어, 초기 대역폭은 사용자가 달리고 있는지, 걷고 있는지, 앉아 있는지 등에 기초하여 설정될 수 있다. 일부 예에서, 적응형 저역 통과 필터(734)는 전처리된 오디오를 처리하여 포락선을 생성할 수 있다. 피크 검출기(736)는 포락선으로부터 복수의 피크를 검출할 수 있다. 예를 들어, 피크 검출기(736)는 피크 진폭 및 피크들 사이의 거리에 기초한 하나 이상의 적응형 임계치를 사용하여 피크를 검출할 수 있다. 호흡 속도 계산기(738)는 검출된 복수의 피크에 기초하여 호흡 속도를 계산할 수 있다. 예를 들어, 호흡 속도 계산기(738)는 검출된 피크의 수에 기초하여 호흡 속도를 검출할 수 있다. 예를 들어, 호흡 속도 계산기(738)는 검출된 피크의 수 및 피크의 지속시간에 기초하여 호흡 속도를 검출할 수 있다. 필터 대역폭 업데이트기(740)는 이력 데이터에 기초하여 평균 호흡 속도를 계산하고 평균 호흡 속도에 기초하여 대역폭을 업데이트할 수 있다. 예를 들어, 필터 대역폭 업데이트기(740)는 이력 데이터에 기초하여 가중 평균 호흡 속도를 계산할 수 있다. 그 다음, 필터 대역폭 업데이트기(740)는 가중 평균 호흡 속도에 기초하여 대역폭을 업데이트할 수 있다. 예를 들어, 가중 평균 호흡 속도의 가중치는 호흡 속도의 규칙성(regularity)에 기초한다. 일부 예에서, 필터 대역폭 업데이트기(740)는 평균 호흡 속도의 증가를 검출하는 것에 응답하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 증가시킬 수 있다. 일부 예에서, 필터 대역폭 업데이트기(740)는 평균 호흡 속도의 감소를 검출하는 것에 응답하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 감소시킬 수 있다.

[0076] 도 7의 블록도는 컴퓨팅 디바이스(700)가 도 7에 도시된 모든 구성요소를 포함해야 하는 것임을 나타내려는 것이 아니다. 오히려, 컴퓨팅 디바이스(700)는 더 적은 구성요소 또는 추가 버퍼, 추가 프로세서 등과 같은 도 7에 도시되지 않은 추가 구성요소를 포함할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스(700)는 특정 구현예의 세부사항에 따라 도 7에 도시되지 않은 임의의 수의 추가 구성요소를 포함할 수 있다. 또한, 오디오 수신기(730), 오디오 전처리기(732), 적응형 저역 통과 필터(734), 피크 검출기(736), 호흡 속도 계산기(738) 및 필터 대역폭 업데이트기(740)의 기능들 중 임의의 기능은 하드웨어에서 및/또는 프로세서(702)에서 부분적으로 또는 전부 구현될 수 있다.

다. 예를 들어, 기능은 주문형 집적 회로를 사용하여, 프로세서(702)에 구현된 로직에서, 또는 임의의 다른 디바이스에서 구현될 수 있다. 또한, CPU(702)의 기능들 중 임의의 기능은 하드웨어에서 및/또는 프로세서에서 부분적으로 또는 전부 구현될 수 있다. 예를 들어, 적응형 호흡 속도 검출기(728)의 기능은 주문형 집적 회로를 사용하여, 프로세서에 구현된 로직에서, 전문화된 오디오 처리 유닛에 구현된 로직에서, 또는 임의의 다른 디바이스에서 구현될 수 있다.

[0077] 도 8은 적응형 저역 통과 필터를 사용하여 오디오 신호에서 호흡 속도를 검출하기 위한 코드를 저장하는 컴퓨터 판독가능 매체(800)를 도시하는 블록도이다. 컴퓨터 판독가능 매체(800)는 컴퓨터 버스(804)를 통해 프로세서(802)에 의해 액세스될 수 있다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체(800)는 프로세서(802)에게 본 명세서에 설명된 방법을 수행할 것을 지시하도록 구성된 코드를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 컴퓨터 판독가능 매체(800)는 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체일 수 있다. 일부 예에서, 컴퓨터 판독가능 매체(800)는 저장 매체일 수 있다.

[0078] 본 명세서에서 논의된 다양한 소프트웨어 구성요소는 도 8에 표시된 바와 같이, 하나 이상의 컴퓨터 판독가능 매체(800)에 저장될 수 있다. 예를 들어, 오디오 수신기 모듈(806)은 호흡 소리를 포함하는 오디오를 수신하도록 구성될 수 있다. 오디오 전처리 모듈(808)은 오디오를 전처리하여 오디오의 DC 오프셋을 감소시키도록 구성될 수 있다. 일부 예에서, 오디오 전처리 모듈(808)은 오디오의 절대값을 구하여 전처리된 오디오를 생성하도록 구성될 수 있다. 적응형 저역 통과 필터 모듈(810)은 평균 호흡 속도에 기초한 적응형 대역폭을 갖는 적응형 저역 통과 필터를 사용하여 오디오를 처리하여 포락선을 생성하도록 구성될 수 있다. 피크 검출기 모듈(812)은 포락선으로부터 복수의 피크를 검출하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 피크 검출기 모듈(812)은 피크 진폭 및 피크들 사이의 거리에 기초한 하나 이상의 적응형 임계치가 오디오에서 초과된다는 것을 검출하는 것에 응답하여 피크를 검출하도록 구성될 수 있다. 호흡 속도 계산기 모듈(814)은 검출된 복수의 피크에 기초하여 호흡 속도를 계산하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 호흡 속도 계산기 모듈(814)은 검출된 피크의 수에 기초하여 호흡을 검출하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 2개의 검출된 피크마다 호흡이 검출될 수 있다. 필터 대역폭 업데이트 모듈(816)은 업데이트된 평균 호흡 속도에 기초하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 수정하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 필터 대역폭 업데이트 모듈(816)은 평균 호흡 속도의 증가를 검출하는 것에 응답하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 증가시키도록 구성될 수 있다. 필터 대역폭 업데이트 모듈(816)은 평균 호흡 속도의 감소를 검출하는 것에 응답하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 감소시키도록 구성될 수 있다. 일부 예에서, 필터 대역폭 업데이트 모듈(816)은 에버리지 호흡 속도 또는 검출된 사용자의 활동에 기초하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭에 대한 초기값을 설정하도록 구성될 수 있다. 기분 검출기 모듈(818)은 호흡 속도에 기초하여 스트레스 레벨을 검출하도록 구성될 수 있다. 일부 예에서, 기분 검출기 모듈(818)은 스트레스 레벨이 임계 스트레스 레벨을 초과한다는 것을 검출하는 것에 응답하여 통지를 전송하도록 구성될 수 있다. 일부 예에서, 기분 검출기 모듈(818)은 호흡 속도에 기초하여 기분을 검출하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 기분은 화남, 흥분됨, 행복함, 우울함 등일 수 있다.

[0079] 도 8의 블록도는 컴퓨터 판독가능 매체(800)가 도 8에 도시된 모든 구성요소를 포함해야 하는 것임을 나타내려는 것이 아니다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체(800)는 특정 구현예의 세부사항에 따라 도 8에 도시되지 않은 임의의 수의 추가 구성요소를 포함할 수 있다.

[0080] 예들

[0081] 예 1은 호흡 속도를 검출하는 장치이다. 장치는 호흡 소리를 포함하는 오디오를 수신하는 오디오 수신기를 포함한다. 장치는 평균 호흡 속도에 기초한 적응형 대역폭을 사용하여 오디오를 처리하여 포락선을 생성하는 적응형 저역 통과 필터도 포함한다. 장치는 포락선으로부터 복수의 피크를 검출하는 피크 검출기를 더 포함한다. 장치는 검출된 복수의 피크에 기초하여 호흡 속도를 계산하는 호흡 속도 계산기도 더 포함한다.

[0082] 예 2는 예 1의 장치를 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 장치는 이력 데이터에 기초하여 평균 호흡 속도를 계산하고 평균 호흡 속도에 기초하여 대역폭을 업데이트하는 대역폭 업데이트기를 포함한다.

[0083] 예 3은 예 1 또는 예 2의 장치를 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 장치는 이력 데이터에 기초하여 가중 평균 호흡 속도를 계산하고 가중 평균 호흡 속도에 기초하여 대역폭을 업데이트하는 대역폭 업데이트기를 포함하되, 가중 평균 호흡 속도의 가중치는 호흡 속도의 규칙성에 기초한다.

[0084] 예 4는 예 1 내지 예 3 중 어느 한 예의 장치를 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 장

치는 평균 호흡 속도의 증가를 검출하는 것에 응답하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 증가시키는 대역폭 업데이트기를 포함한다.

- [0085] 예 5는 예 1 내지 예 4 중 어느 한 예의 장치를 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 장치는 평균 호흡 속도의 감소를 검출하는 것에 응답하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 감소시키는 대역폭 업데이트기를 포함한다.
- [0086] 예 6은 예 1 내지 예 5 중 어느 한 예의 장치를 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 장치는 오디오의 DC 오프셋을 감소시켜 전처리된 오디오를 생성하는 오디오 전처리를 포함하되, 전처리된 오디오는 처리되어 포락선을 생성한다.
- [0087] 예 7은 예 1 내지 예 6 중 어느 한 예의 장치를 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 장치는 오디오의 절대값을 구하여 전처리된 오디오를 생성하는 오디오 전처리를 포함하되, 적응형 저역 통과 필터는 전처리된 오디오를 처리하여 포락선을 생성한다.
- [0088] 예 8은 예 1 내지 예 7 중 어느 한 예의 장치를 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 피크 검출기는 피크 진폭 및 피크들 사이의 거리에 기초한 하나 이상의 적응형 임계치를 사용하여 피크를 검출하는 것이다.
- [0089] 예 9는 예 1 내지 예 8 중 어느 한 예의 장치를 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 평균 호흡 속도는 가중 평균 호흡 속도를 포함한다.
- [0090] 예 10은 예 1 내지 예 9 중 어느 한 예의 장치를 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 적응형 저역 통과 필터에 의해 사용된 초기 대역폭은 검출된 사용자의 활동에 기초하여 추정된다.
- [0091] 예 11은 호흡 속도를 검출하는 방법이다. 방법은 프로세서를 통해, 호흡 소리를 포함하는 오디오를 수신하는 단계를 포함한다. 방법은 프로세서를 통해, 평균 호흡 속도에 기초한 적응형 대역폭을 가진 적응형 저역 통과 필터를 사용하여 오디오를 처리하여 포락선을 생성하는 단계도 포함한다. 방법은 프로세서를 통해, 포락선으로부터 복수의 피크를 검출하는 단계도 더 포함한다. 방법은 프로세서를 통해, 검출된 복수의 피크에 기초하여 호흡 속도를 계산하는 단계도 포함한다.
- [0092] 예 12는 예 11의 방법을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 방법은 프로세서를 통해, 업데이트된 평균 호흡 속도에 기초하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 수정하는 단계를 포함한다.
- [0093] 예 13은 예 11 또는 예 12의 방법을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 방법은 업데이트된 평균 호흡 속도의 증가를 검출하는 것에 응답하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 증가시키거나 업데이트된 평균 호흡 속도의 감소를 검출하는 것에 응답하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 감소시키는 단계를 포함한다.
- [0094] 예 14는 예 11 내지 예 13 중 어느 한 예의 방법을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 복수의 피크를 검출하는 단계는 피크 진폭 및 피크들 사이의 거리에 기초한 하나 이상의 적응형 임계치가 초과된다고 검출하는 단계를 포함한다.
- [0095] 예 15는 예 11 내지 예 14 중 어느 한 예의 방법을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 호흡 속도를 계산하는 단계는 검출된 피크의 수에 기초하여 호흡을 검출하는 단계를 포함한다.
- [0096] 예 16은 예 11 내지 예 15 중 어느 한 예의 방법을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 방법은 프로세서를 통해, 오디오를 전처리하여 오디오의 DC 오프셋을 감소시키는 단계를 포함한다.
- [0097] 예 17은 예 11 내지 예 16 중 어느 한 예의 방법을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 방법은 프로세서를 통해, 오디오의 절대값을 구함으로써 오디오를 전처리하여 전처리된 오디오를 생성하는 단계를 포함한다.
- [0098] 예 18은 예 11 내지 예 17 중 어느 한 예의 방법을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 방법은 에버리지 호흡 속도 또는 검출된 사용자의 활동에 기초하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭에 대한 초기값을 설정하는 단계를 포함한다.
- [0099] 예 19는 예 11 내지 예 18 중 어느 한 예의 방법을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 방법은 호흡 속도에 기초하여 스트레스 레벨을 검출하고 스트레스 레벨이 임계 스트레스 레벨을 초과한다는 것

을 검출하는 것에 응답하여 통지를 전송하는 단계를 포함한다.

- [0100] 예 20은 예 11 내지 예 19 중 어느 한 예의 방법을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 방법은 호흡 속도에 기초하여 사용자의 기분을 검출하는 단계를 포함한다.
- [0101] 예 21은 프로세서에게 호흡 소리를 포함하는 오디오를 수신하라고 지시하는 명령어를 저장하는, 호흡 속도를 검출하기 위한 적어도 하나의 컴퓨터 판독가능 매체이다. 컴퓨터 판독가능 매체는 프로세서에게 평균 호흡 속도에 기초한 적응형 대역폭을 가진 적응형 저역 통과 필터를 사용하여 오디오를 처리하여 포락선을 생성하라고 지시하는 명령어도 포함한다. 컴퓨터 판독가능 매체는 프로세서에게 포락선으로부터 복수의 피크를 검출하라고 지시하는 명령어를 더 포함한다. 컴퓨터 판독가능 매체는 프로세서에게 검출된 복수의 피크에 기초하여 호흡 속도를 계산하라고 지시하는 명령어도 더 포함한다.
- [0102] 예 22는 예 21의 컴퓨터 판독가능 매체를 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 컴퓨터 판독가능 매체는 프로세서에게 업데이트된 평균 호흡 속도에 기초하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 수정하라고 지시하는 명령어를 포함한다.
- [0103] 예 23은 예 21 또는 예 22의 컴퓨터 판독가능 매체를 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 컴퓨터 판독가능 매체는 프로세서에게 업데이트된 평균 호흡 속도의 증가를 검출하는 것에 응답하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 증가시키거나 업데이트된 평균 호흡 속도의 감소를 검출하는 것에 응답하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 감소시키라고 지시하는 명령어를 포함한다.
- [0104] 예 24는 예 21 내지 예 23 중 어느 한 예의 컴퓨터 판독가능 매체를 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 컴퓨터 판독가능 매체는 프로세서에게 피크 진폭 및 피크들 사이의 거리에 기초한 하나 이상의 적응형 임계치가 오디오에서 초과된다는 것을 검출하는 것에 응답하여 피크를 검출하라고 지시하는 명령어를 포함한다.
- [0105] 예 25는 예 21 내지 예 24 중 어느 한 예의 컴퓨터 판독가능 매체를 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 컴퓨터 판독가능 매체는 프로세서에게 검출된 피크의 수에 기초하여 호흡을 검출하라고 지시하는 명령어를 포함한다.
- [0106] 예 26은 예 21 내지 예 25 중 어느 한 예의 컴퓨터 판독가능 매체를 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 컴퓨터 판독가능 매체는 프로세서에게 오디오를 전처리하여 오디오의 DC 오프셋을 감소시키라고 지시하는 명령어를 포함한다.
- [0107] 예 27은 예 21 내지 예 26 중 어느 한 예의 컴퓨터 판독가능 매체를 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 컴퓨터 판독가능 매체는 프로세서에게 오디오의 절대값을 구함으로써 오디오를 전처리하여 전처리된 오디오를 생성하라고 지시하는 명령어를 포함한다.
- [0108] 예 28은 예 21 내지 예 27 중 어느 한 예의 컴퓨터 판독가능 매체를 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 컴퓨터 판독가능 매체는 프로세서에게 애버리지 호흡 속도 또는 검출된 사용자의 활동에 기초하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭에 대한 초기값을 설정하라고 지시하는 명령어를 포함한다.
- [0109] 예 29는 예 21 내지 예 28 중 어느 한 예의 컴퓨터 판독가능 매체를 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 컴퓨터 판독가능 매체는 프로세서에게 호흡 속도에 기초하여 스트레스 레벨을 검출하고 스트레스 레벨이 임계 스트레스 레벨을 초과한다는 것을 검출하는 것에 응답하여 통지를 전송하라고 지시하는 명령어를 포함한다.
- [0110] 예 30은 예 21 내지 예 29 중 어느 한 예의 컴퓨터 판독가능 매체를 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 컴퓨터 판독가능 매체는 프로세서에게 호흡 속도에 기초하여 사용자의 기분을 검출하라고 지시하는 명령어를 포함한다.
- [0111] 예 31은 호흡 속도를 검출하는 시스템이다. 시스템은 호흡 소리를 포함하는 오디오를 수신하는 오디오 수신기를 포함한다. 시스템은 평균 호흡 속도에 기초한 적응형 대역폭을 사용하여 오디오를 처리하여 포락선을 생성하는 적응형 저역 통과 필터도 포함한다. 시스템은 포락선으로부터 복수의 피크를 검출하는 피크 검출기를 더 포함한다. 시스템은 검출된 복수의 피크에 기초하여 호흡 속도를 계산하는 호흡 속도 계산기도 더 포함한다.
- [0112] 예 32는 예 31의 시스템을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 시스템은 이력 데이터에 기초하여 평균 호흡 속도를 계산하고 평균 호흡 속도에 기초하여 대역폭을 업데이트하는 대역폭 업데이트기를

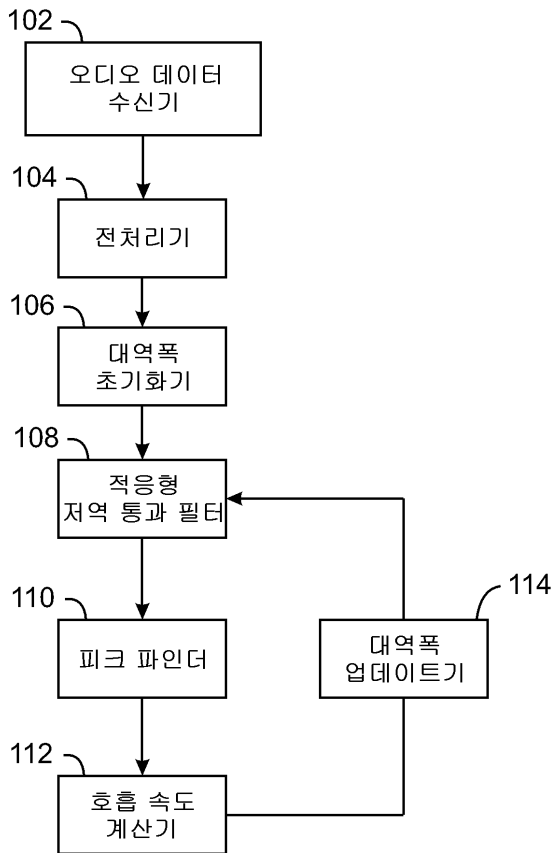
포함한다.

- [0113] 예 33은 예 31 또는 예 32의 시스템을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 시스템은 이력 데이터에 기초하여 가중 평균 호흡 속도를 계산하고 가중 평균 호흡 속도에 기초하여 대역폭을 업데이트하는 대역폭 업데이트기를 포함하되, 가중 평균 호흡 속도의 가중치는 호흡 속도의 규칙성에 기초한다.
- [0114] 예 34는 예 31 내지 예 33 중 어느 한 예의 시스템을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 시스템은 평균 호흡 속도의 증가를 검출하는 것에 응답하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 증가시키는 대역폭 업데이트기를 포함한다.
- [0115] 예 35는 예 31 내지 예 34 중 어느 한 예의 시스템을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 시스템은 평균 호흡 속도의 감소를 검출하는 것에 응답하여 적응형 저역 통과 필터의 대역폭을 감소시키는 대역폭 업데이트기를 포함한다.
- [0116] 예 36은 예 31 내지 예 35 중 어느 한 예의 시스템을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 시스템은 오디오의 DC 오프셋을 감소시켜 전처리된 오디오를 생성하는 오디오 전처리기를 포함하되, 전처리된 오디오는 처리되어 포락선을 생성한다.
- [0117] 예 37은 예 31 내지 예 36 중 어느 한 예의 시스템을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 시스템은 오디오의 절대값을 구하여 전처리된 오디오를 생성하는 오디오 전처리를 포함하되, 적응형 저역 통과 필터는 전처리된 오디오를 처리하여 포락선을 생성한다.
- [0118] 예 38은 예 31 내지 예 37 중 어느 한 예의 시스템을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 피크 검출기는 피크 진폭 및 피크들 사이의 거리에 기초한 하나 이상의 적응형 임계치를 사용하여 피크를 검출하는 것이다.
- [0119] 예 39는 예 31 내지 예 38 중 어느 한 예의 시스템을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 평균 호흡 속도는 가중 평균 호흡 속도를 포함한다.
- [0120] 예 40은 예 31 내지 예 39 중 어느 한 예의 시스템을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 적응형 저역 통과 필터에 의해 사용된 초기 대역폭은 검출된 사용자의 활동에 기초하여 추정된다.
- [0121] 예 41은 호흡 속도를 검출하는 시스템이다. 시스템은 호흡 소리를 포함하는 오디오를 수신하는 수단을 포함한다. 시스템은 평균 호흡 속도에 기초한 적응형 대역폭을 사용하여 오디오를 처리하여 포락선을 생성하는 수단도 포함한다. 시스템은 포락선으로부터 복수의 피크를 검출하는 수단을 더 포함한다. 시스템은 검출된 복수의 피크에 기초하여 호흡 속도를 계산하는 수단도 더 포함한다.
- [0122] 예 42는 예 41의 시스템을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 시스템은 이력 데이터에 기초하여 평균 호흡 속도를 계산하고 평균 호흡 속도에 기초하여 대역폭을 업데이트하는 수단을 포함한다.
- [0123] 예 43은 예 41 또는 예 42의 시스템을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 시스템은 이력 데이터에 기초하여 가중 평균 호흡 속도를 계산하고 가중 평균 호흡 속도에 기초하여 대역폭을 업데이트하는 수단을 포함하되, 가중 평균 호흡 속도의 가중치는 호흡 속도의 규칙성에 기초한다.
- [0124] 예 44는 예 41 내지 예 43 중 어느 한 예의 시스템을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 시스템은 평균 호흡 속도의 증가를 검출하는 것에 응답하여 오디오를 처리하여 포락선을 생성하는 수단의 대역폭을 증가시키는 수단을 포함한다.
- [0125] 예 45는 예 41 내지 예 44 중 어느 한 예의 시스템을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 시스템은 평균 호흡 속도의 감소를 검출하는 것에 응답하여 오디오를 처리하여 포락선을 생성하는 수단의 대역폭을 감소시키는 수단을 포함한다.
- [0126] 예 46은 예 41 내지 예 45 중 어느 한 예의 시스템을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 시스템은 오디오의 DC 오프셋을 감소시켜 전처리된 오디오를 생성하는 수단을 포함하되, 전처리된 오디오는 처리되어 포락선을 생성한다.
- [0127] 예 47은 예 41 내지 예 46 중 어느 한 예의 시스템을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 시스템은 오디오의 절대값을 구하여 전처리된 오디오를 생성하는 수단을 포함하되, 오디오를 처리하여 포락선을 생성하는 수단은 전처리된 오디오를 처리하여 포락선을 생성한다.

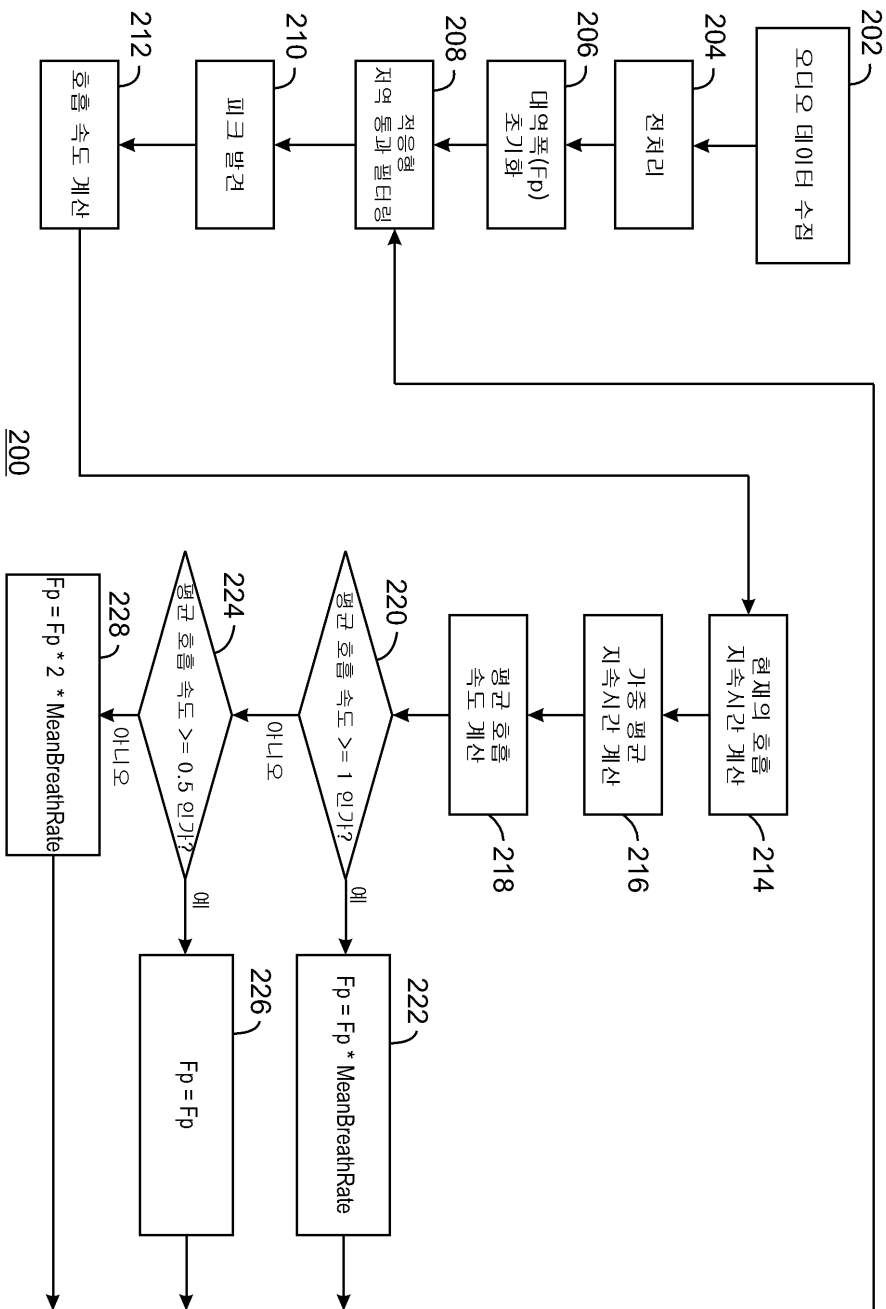
- [0128] 예 48은 예 41 내지 예 47 중 어느 한 예의 시스템을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 복수의 피크를 검출하는 수단은 피크 진폭 및 피크들 사이의 거리에 기초한 하나 이상의 적응형 임계치를 사용하여 피크를 검출하는 것이다.
- [0129] 예 49는 예 41 내지 예 48 중 어느 한 예의 시스템을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 평균 호흡 속도는 가중 평균 호흡 속도를 포함한다.
- [0130] 예 50은 예 41 내지 예 49 중 어느 한 예의 시스템을 포함하되, 선택적 특징을 포함하거나 배제한다. 이 예에서, 오디오를 처리하여 포락선을 생성하는 수단에 의해 사용된 초기 대역폭은 검출된 사용자의 활동에 기초하여 추정된다.
- [0131] 본 명세서에 설명되고 도시된 모든 구성요소, 특징, 구조, 특성 등이 특정 양상 또는 양상들에 포함될 필요는 없다. 명세서가 예를 들어, 구성요소, 특징, 구조 또는 특성이 포함"될 수 있다"고 명시하는 경우, 그 특정 구성요소, 특징, 구조 또는 특성이 반드시 포함되어야 하는 것은 아니다. 명세서 또는 청구범위가 "단수(a 또는 an)" 요소를 언급하는 경우, 그 요소가 하나만 존재한다는 것을 의미하지는 않는다. 명세서 또는 청구범위가 "추가" 요소를 언급하는 경우, 추가 요소가 둘 이상 존재하는 것을 배제하지 않는다.
- [0132] 특정 구현예를 참조하여 일부 양상이 설명되었지만, 몇몇 양상에 따라 다른 구현예도 가능하다는 것에 유의해야 한다. 또한, 도면에 도시되고/되거나 본 명세서에 설명된 회로 요소 또는 다른 특징들의 배치 및/또는 순서는 도시되고 설명된 특정 방식으로 구성될 필요는 없다. 일부 양상에 따라 다수의 다른 구성도 가능하다.
- [0133] 도면에 도시된 각각의 시스템에서, 어떤 경우에 요소들은 각각 표시된 요소들이 다르고/다르거나 유사할 수 있음을 제시하기 위해 동일한 참조 번호 또는 상이한 참조 번호를 가질 수 있다. 그러나, 요소는 상이한 구현예를 가질 정도로 충분히 유동적일 수 있으며 본 명세서에 도시되거나 설명된 시스템의 일부 또는 전부와 함께 작용할 수 있다. 도면에 도시된 다양한 요소는 동일하거나 상이할 수 있다. 어느 것이 제 1 요소로 지칭되고 어느 것이 제 2 요소로 불리는지는 임의적이다.
- [0134] 전술한 예에서의 세부사항은 하나 이상의 양상에서 어디에서나 사용될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 예를 들어, 전술한 컴퓨팅 디바이스의 모든 선택적인 특징은 본 명세서에서 설명된 방법 또는 컴퓨터 판독가능 매체 중 어느 하나에 관하여 구현될 수도 있다. 또한, 흐름도 및/또는 상태도가 본 명세서에서 양상을 설명하기 위해 사용될 수도 있지만, 기술은 본 명세서에서 도면들 또는 대응하는 설명에 한정되지 않는다. 예를 들어, 흐름은 각각의 도시된 박스 또는 상태를 통해 또는 본 명세서에서 도시되고 설명된 것과 정확히 동일한 순서로 이동할 필요는 없다.
- [0135] 본 기술은 본 명세서에 열거된 특정 세부사항으로 제한되지 않는다. 실제로, 본 개시내용의 이점을 갖는 당업자는 전술한 설명 및 도면으로부터의 다수의 다른 변형이 본 기술의 범위 내에서 이루어질 수 있음을 이해할 것이다. 따라서, 본 기술의 범위를 정의하는 것은 임의의 보정을 포함하는 다음의 청구범위이다.

도면

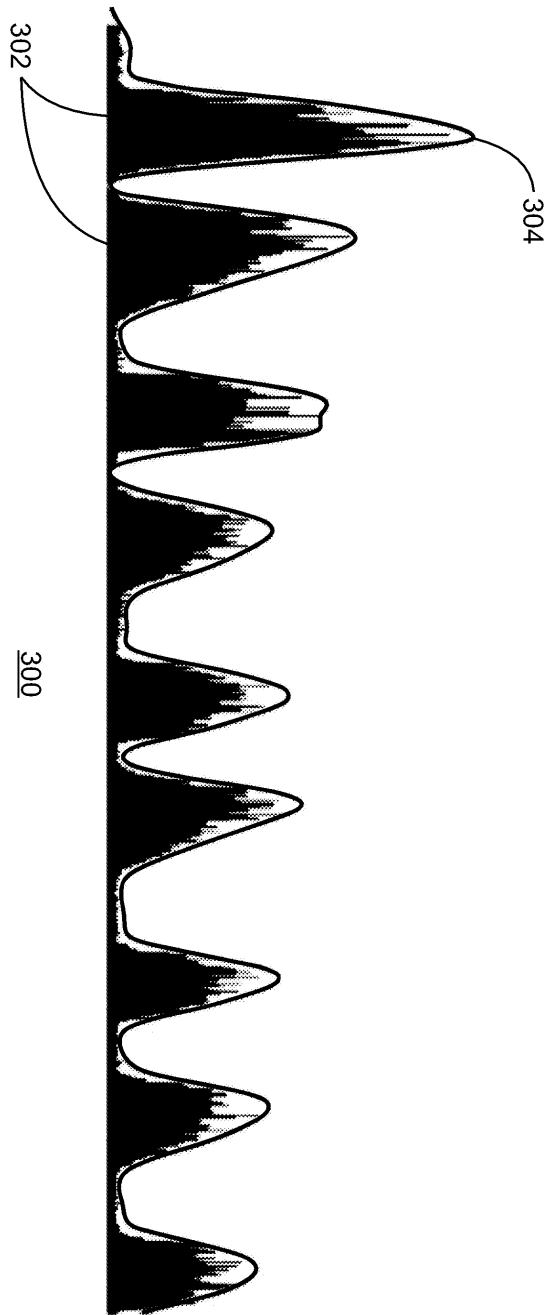
도면1



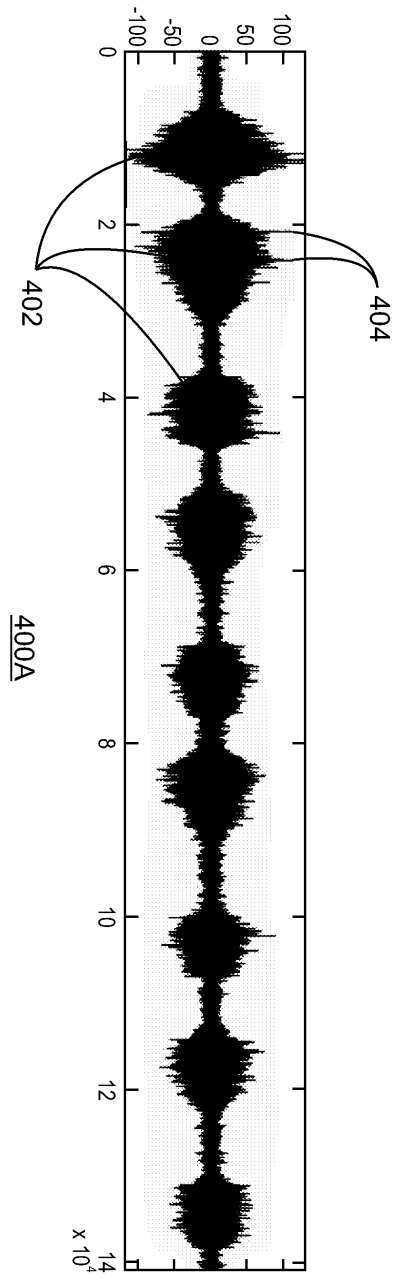
도면2



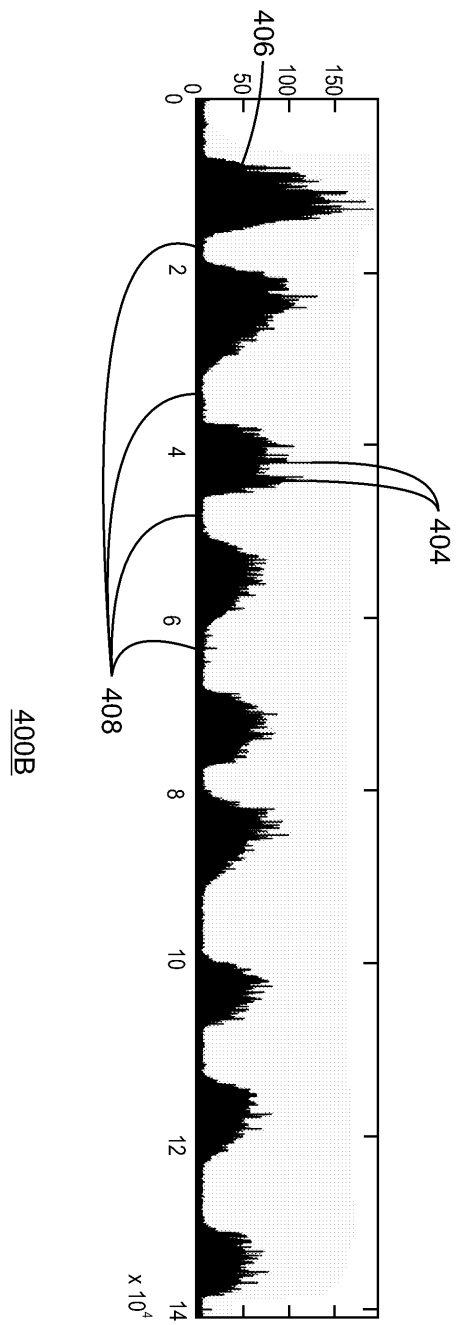
도면3



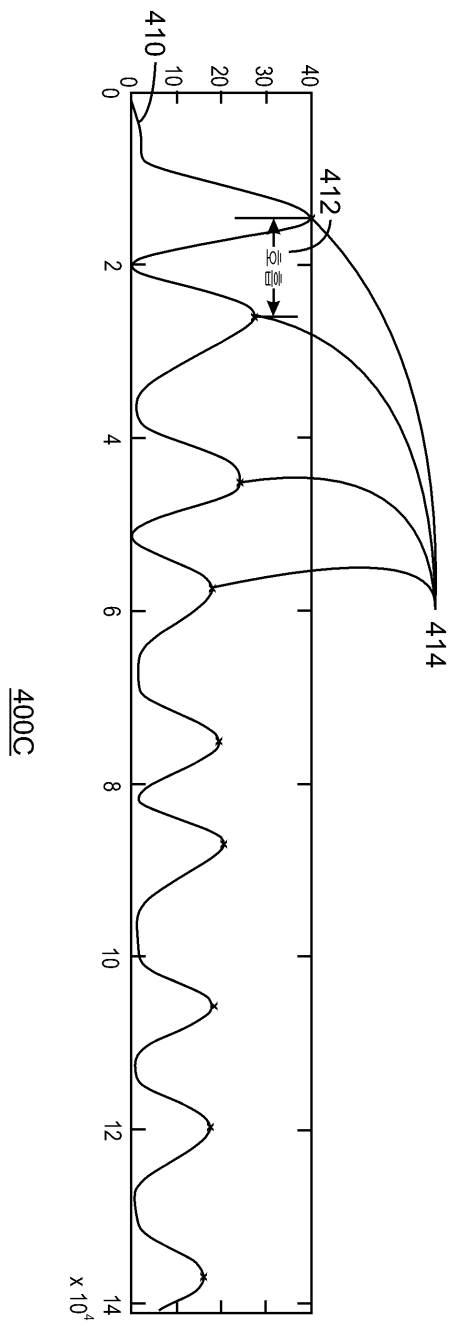
도면4a



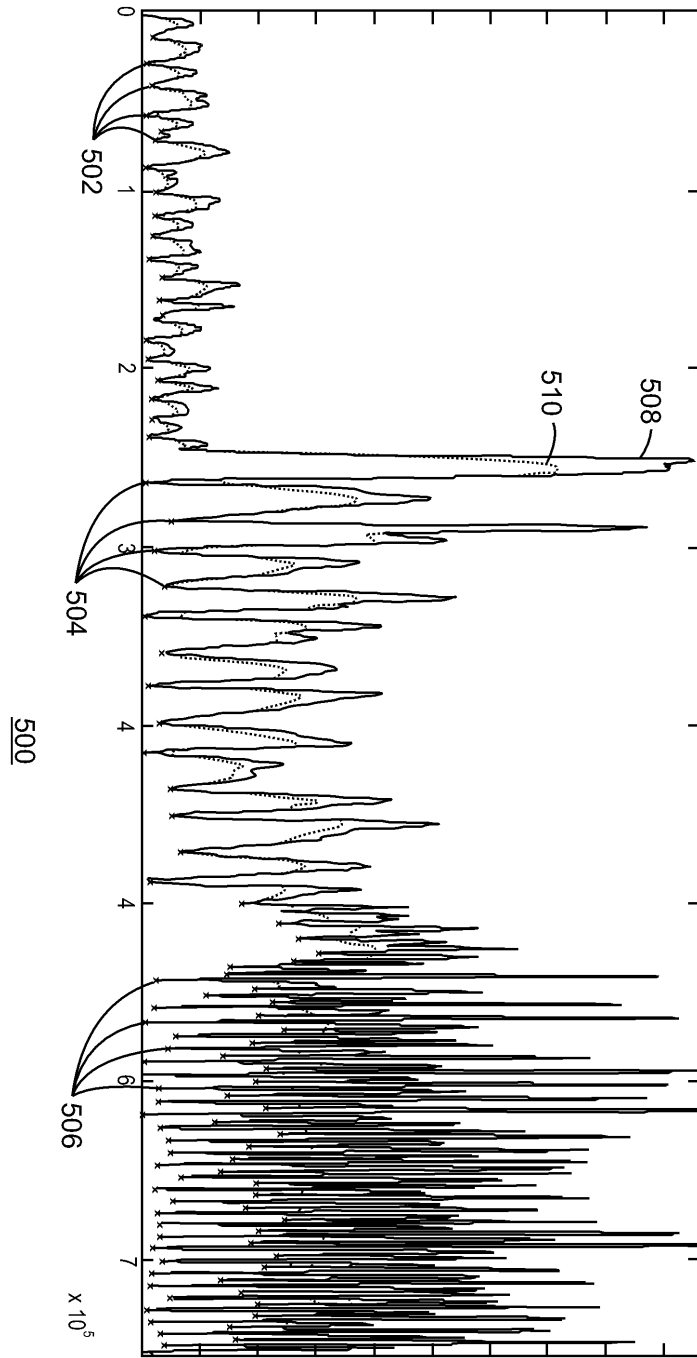
도면4b



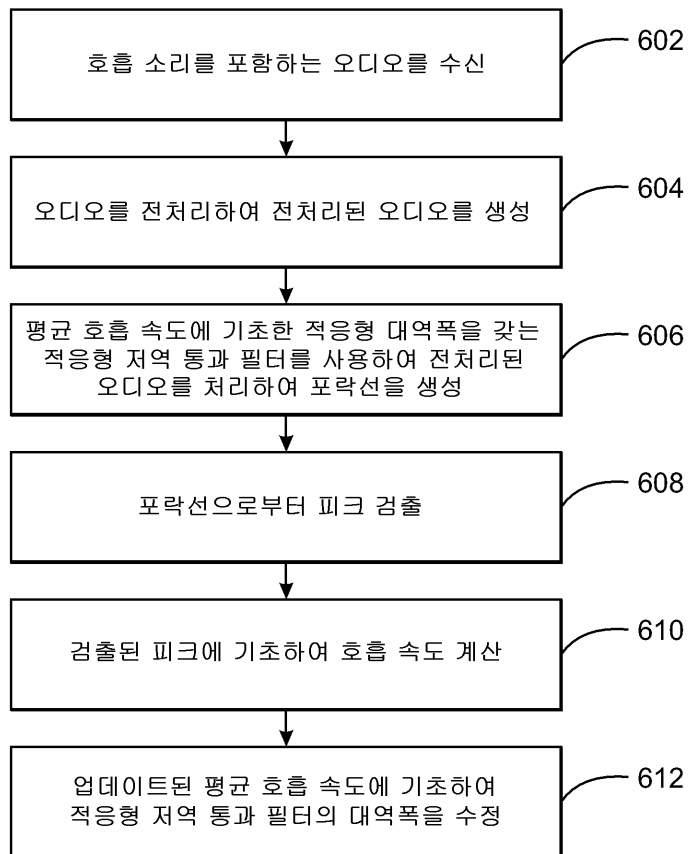
도면4c



도면5

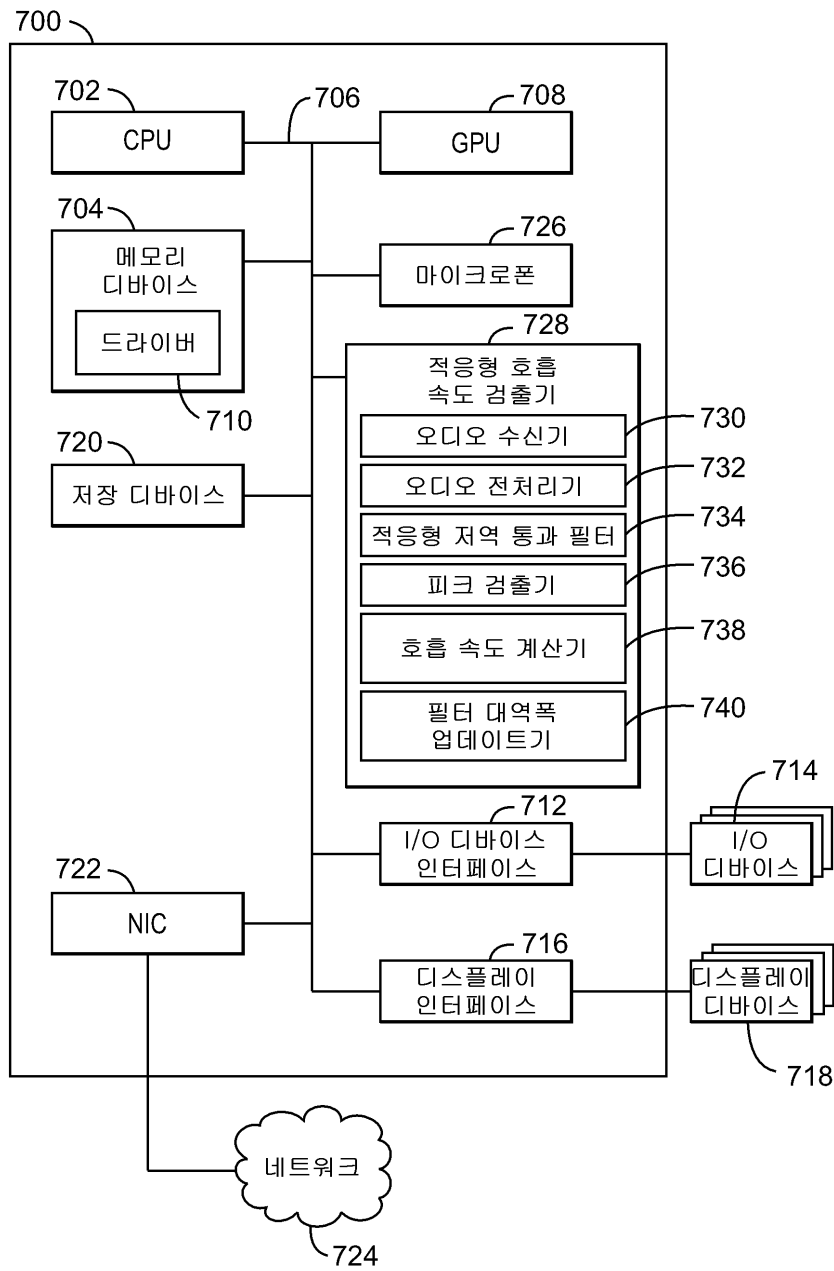


도면6

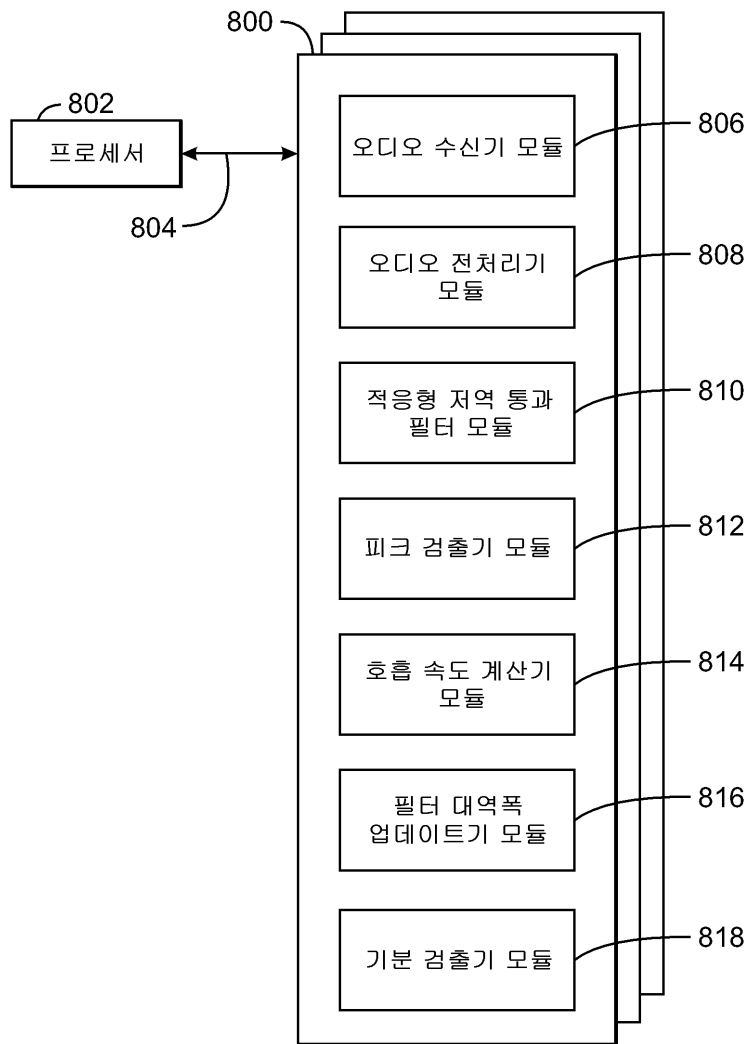


600

도면7



도면8



专利名称(译)	一种使用自适应低通滤波器检测音频呼吸率的技术		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020190058289A</a>	公开(公告)日	2019-05-29
申请号	KR1020180124321	申请日	2018-10-18
[标]申请(专利权)人(译)	英特尔公司		
申请(专利权)人(译)	英特尔公司		
[标]发明人	왕링		
发明人	왕 링 센기자 카를리나 로젠 마이클 안와르 나그마 엔구엔 다오-비		
IPC分类号	A61B5/08 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/08 A61B5/7225		
优先权	15/819220 2017-11-21 US		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

用于检测呼吸频率的示例性设备包括用于接收包括呼吸声音的音频的音频接收器。该设备还包括一个自适应低通滤波器，该滤波器通过使用基于平均呼吸速率的自适应带宽处理音频来生成包络。该设备还包括用于从包络线检测多个峰的峰检测器。该设备包括呼吸率计算器，该呼吸率计算器基于多个检测到的峰值来计算呼吸率。

