



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월26일  
(11) 등록번호 10-2004197  
(24) 등록일자 2019년07월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 5/16 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)  
A61B 5/021 (2006.01) A61B 5/024 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
A61B 5/165 (2013.01)  
A61B 5/021 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-0124678  
(22) 출원일자 2018년10월18일  
심사청구일자 2018년10월18일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2017018595 A  
KR101749706 B1  
JP2004000474 A  
KR101284561 B1

(73) 특허권자  
전남대학교산학협력단  
광주광역시 북구 용봉로 77 (용봉동)  
(72) 발명자  
김진술  
광주광역시 북구 서강로54번길 55, 101동 1501호  
(운암동, 벽산 블루밍 메가씨티)  
구엔 반 관  
광주광역시 북구 문화소통로108번길 64, 312호(오  
치동)  
(74) 대리인  
유철현

전체 청구항 수 : 총 10 항

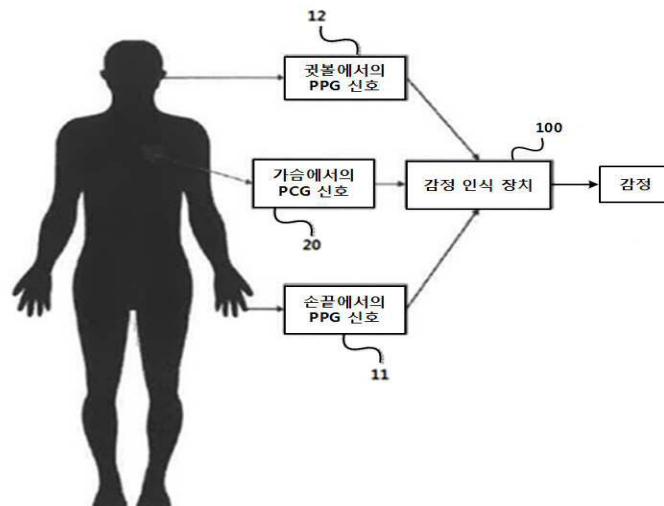
심사관 : 박승배

(54) 발명의 명칭 다른 위치에서 동기화된 PPG와 PCG를 사용한 감정 인식 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 다른 위치에서 동기화된 PPG와 PCG를 사용한 감정 인식 장치 및 방법에 관한 것으로서, 사용자의 신체 의 상이한 위치에서 획득된 두개의 PPG 신호를 분석하여 PPG 신호 데이터를 추출하고, 상기 두개의 PPG 신호 데이 터를 동기화하는 PPG 신호 분석부; 상기 사용자의 가슴에서 획득된 PCG 신호를 분석하여 하나의 PCG 신호 데이 터를 추출하는 PCG 신호 분석부; 상기 동기화된 PPG 신호 데이터와 상기 PCG 신호 데이터를 결합하여 VTT(vascular transits time)을 추출하고, 상기 PCG 신호 데이터로부터 ET(ejection time)를 추출하고, 상기 VTT 및 상기 ET를 이용하여 사용자의 심박수 및 수축기 혈압과 확장기 혈압을 계산하는 산출부; 및 머신 러닝 모 델을 기반으로 사용자의 상기 심박수 및 상기 수축기 혈압과 확장기 혈압의 특징을 분류하여 사용자의 감정을 인 식하는 예측부; 를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**A61B 5/02416** (2013.01)

**A61B 5/7235** (2013.01)

**A61B 5/7275** (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711070395

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 대학ICT연구센터육성지원사업

연구과제명 도시 재난재해 대응 ICT 융합 시스템 연구

기 여 율 1/1

주관기관 전남대학교 산학협력단

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

사용자의 신체의 상이한 위치에서 획득된 두개의 PPG 신호를 분석하여 PPG 신호 데이터를 추출하고, 상기 두개의 PPG 신호 데이터를 동기화하는 PPG 신호 분석부;

상기 사용자의 가슴에서 획득된 PCG 신호를 분석하여 하나의 PCG 신호 데이터를 추출하는 PCG 신호 분석부;

상기 동기화된 PPG 신호 데이터와 상기 PCG 신호 데이터를 결합하여 VTT(vascular transits time)을 추출하고, 상기 PCG 신호 데이터로부터 ET(ejection time)를 추출하고, 상기 VTT 및 상기 ET를 이용하여 사용자의 심박수 및 수축기 혈압과 확장기 혈압을 계산하는 산출부; 및

머신 러닝 모델을 기반으로 사용자의 상기 심박수 및 상기 수축기 혈압과 확장기 혈압의 특징을 분류하여 사용자의 감정을 인식하는 예측부;

를 포함하는 다른 위치에서 동기화된 PPG와 PCG를 사용한 감정 인식 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 PPG 신호 분석부는, 비디오 투 프레임(video to frame) 및 RGB 추출을 통해 별도의 빨간색, 녹색, 파란색 채널로 프레임의 시퀀스를 획득하여 PPG 신호를 전처리하는, 다른 위치에서 동기화된 PPG와 PCG를 사용한 감정 인식 장치.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 PPG 신호 분석부는,

각 프레임에 대해 빨간 색의 평균 밝기를 계산하고, 가중 이동 평균 필터를 적용하여 각 PPG 신호의 피크를 검출하고, 거리 제한(distance constrain) 조건과 RGB 임계값을 기준으로 피크를 재조정하는, 다른 위치에서 동기화된 PPG와 PCG를 사용한 감정 인식 장치.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 PCG 신호 분석부는,

다운 샘플링(down sampling) 및 필터링(filtering)을 통해 PCG 신호를 전처리하는, 다른 위치에서 동기화된 PPG와 PCG를 사용한 감정 인식 장치.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 PCG 신호 분석부는,

평균 채널 에너지(average shannon energy) 알고리즘을 이용하여 심장 박동 소리를 식별하는 단계 상기 심장 박동 소리를 제 1 심음 및 제 2 심음으로 분류하는, 다른 위치에서 동기화된 PPG와 PCG를 사용한 감정 인식 장치.

#### 청구항 6

사용자의 신체의 상이한 위치에서 두개의 PPG 신호(photoplethysmogram)를 획득하는 단계;

상기 두개의 PPG 신호를 분석하여 두개의 PPG 신호 데이터를 획득하는 단계;

상기 두개의 PPG 신호 데이터를 동기화하는 단계;

상기 사용자의 가슴에서 PCG 신호(phonocardiogram)를 획득하는 단계;

상기 PCG 신호를 분석하여 PCG 신호 데이터를 획득하는 단계;

상기 동기화된 PPG 신호 데이터와 상기 PCG 신호 데이터를 결합하여 VTT(vascular transits time)을 추출하고, 상기 PCG 신호 데이터로부터 ET(ejection time)를 추출하는 단계;

상기 VTT 및 ET를 이용하여 사용자의 심박수 및 수축기 혈압과 확장기 혈압을 계산하는 단계; 및

머신 러닝 모델을 기반으로 사용자의 심박수 및 수축기 혈압과 확장기 혈압의 특징을 분류하여 사용자의 감정을 인식하는 단계;

를 포함하는, 다른 위치에서 동기화된 PPG와 PCG를 사용한 감정 인식 방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 PPG 신호 데이터를 획득하는 단계는,

비디오 투 프레임(video to frame) 및 RGB 추출을 통해 PPG 신호를 전처리하는 단계;

를 더 포함하는 다른 위치에서 동기화된 PPG와 PCG를 사용한 감정 인식 방법.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 PPG 신호 데이터를 획득하는 단계는,

가중 이동 평균 필터를 적용하여 각 PPG 신호의 피크를 검출하는 단계; 및

거리 제한(distance constrain) 조건과 RGB 임계값을 기준으로 피크를 재조정하는 단계;

를 더 포함하는 다른 위치에서 동기화된 PPG와 PCG를 사용한 감정 인식 방법.

#### 청구항 9

제6항에 있어서,

상기 PCG 신호 데이터를 획득하는 단계는,

다운 샘플링(down sampling) 및 필터링(filtering)을 통해 PCG 신호를 전처리하는 단계;

를 더 포함하는, 다른 위치에서 동기화된 PPG와 PCG를 사용한 감정 인식 방법.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 PCG 신호 데이터를 획득하는 단계는,

평균 섀넌 에너지(average shannon energy) 알고리즘을 이용하여 심장 박동 소리를 식별하는 단계; 및

상기 심장 박동 소리를 제 1 심음 및 제 2 심음으로 분류하는 단계;

를 더 포함하는, 다른 위치에서 동기화된 PPG와 PCG를 사용한 감정 인식 방법.

### 발명의 설명

### 기술 분야

본 발명은 생체 신호를 이용한 감정 인식에 관한 것으로서, 다른 위치에서 동기화된 PPG와 PCG를 사용한 감정 인식 장치 및 방법에 관한 것이다.

[0001]

## 배경 기술

- [0002] 최근, 사용자와 기계 간의 인터페이스 기술에 대한 관심이 증대되면서, 생체 데이터로부터 사람의 감정을 인식하는 기술들이 활발하게 연구되고 있다. 특히, 사람의 얼굴 표정이나 음성을 통해 감정을 인식하는 연구가 많이 진행되었다.
- [0003] 하지만, 얼굴 표정 즉, 영상을 이용한 감정 인식 방법은 조명의 변화가 많은 환경 또는 사용자가 움직이는 경우에는 사용자의 얼굴 영역을 추출하기가 쉽지 않고, 또한 음성을 이용한 감정 인식 방법은 주변의 잡음이 들어가 실제 음성 데이터를 추출하기가 어렵다는 문제가 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

- [0004] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2010-0128023호

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0005] 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위해 창출된 것으로서, 사용자의 신체의 다른 위치에서 각각 획득된 두개의 PPG 신호와 하나의 PCG 신호를 결합하여, 사용자의 심박수와 혈압을 기반으로 사용자의 감정을 추정할 수 있게 하는 다른 위치에서 동기화된 PPG와 PCG를 사용한 감정 인식 장치 및 방법을 제공하는 데 그 목적이 있는 것이다.
- [0006] 본 발명이 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급된 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 과제의 해결 수단

- [0007] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 다른 위치에서 동기화된 PPG와 PCG를 사용한 감정 인식 장치로서, 사용자의 신체의 상이한 위치에서 획득된 두개의 PPG 신호를 분석하여 PPG 신호 데이터를 추출하고, 상기 두개의 PPG 신호 데이터를 동기화하는 PPG 신호 분석부; 상기 사용자의 가슴에서 획득된 PCG 신호를 분석하여 하나의 PCG 신호 데이터를 추출하는 PCG 신호 분석부; 상기 동기화된 PPG 신호 데이터와 상기 PCG 신호 데이터를 결합하여 VTT(vascular transits time)을 추출하고, 상기 PCG 신호 데이터로부터 ET(ejection time)를 추출하고, 상기 VTT 및 상기 ET를 이용하여 사용자의 심박수 및 수축기 혈압과 확장기 혈압을 계산하는 산출부; 및 머신러닝 모델을 기반으로 사용자의 상기 심박수 및 상기 수축기 혈압과 확장기 혈압의 특징을 분류하여 사용자의 감정을 인식하는 예측부;를 포함한다.
- [0008] 이때, PPG 신호 분석부는, 비디오 투 프레임(video to frame) 및 RGB 추출을 통해 별도의 빨간색, 녹색, 파란색 채널로 프레임의 시퀀스를 획득하여 PPG 신호를 전처리하고, 각 프레임에 대해 빨간 색의 평균 밝기를 계산하고, 가중 이동 평균 필터를 적용하여 각 PPG 신호의 피크를 검출하고, 거리 제한(distance constrain) 조건과 RGB 임계값을 기준으로 피크를 재조정한다.
- [0009] 이때, PCG 신호 분석부는, 다운 샘플링(down sampling) 및 필터링(filtering)을 통해 PCG 신호를 전처리하고, 평균 채널 에너지(average shannon energy) 알고리즘을 이용하여 심장 박동 소리를 식별하는 단계 상기 심장 박동 소리를 제 1 심음 및 제 2 심음으로 분류한다.
- [0010] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 다른 위치에서 동기화된 PPG와 PCG를 사용한 감정 인식 방법으로서, 사용자의 신체의 상이한 위치에서 두개의 PPG 신호(photoplethysmogram)를 획득하는 단계; 상기 두개의 PPG 신호를 분석하여 두개의 PPG 신호 데이터를 획득하는 단계; 상기 두개의 PPG 신호 데이터를 동기화하는 단계; 상기 사용자의 가슴에서 PCG 신호(phonocardiogram)를 획득하는 단계; 상기 PCG 신호를 분석하여 PCG 신호 데이터를 획득하는 단계; 상기 동기화된 PPG 신호 데이터와 상기 PCG 신호 데이터를 결합하여 VTT(vascular transits time)을 추출하고, 상기 PCG 신호 데이터로부터 ET(ejection time)를 추출하는 단계; 상기 VTT 및 ET를 이용하여 사용자의 심박수 및 수축기 혈압과 확장기 혈압을 계산하는 단계; 및 머신러닝 모델을 기반으로 사용자의

심박수 및 수축기 혈압과 확장기 혈압의 특징을 분류하여 사용자의 감정을 인식하는 단계;를 포함한다.

[0011] 이때, PPG 신호 데이터를 획득하는 단계는, 비디오 투 프레임(video to frame) 및 RGB 추출을 통해 PPG 신호를 전처리하는 단계; 가중 이동 평균 필터를 적용하여 각 PPG 신호의 피크를 검출하는 단계; 및 거리 제한(distance constrain) 조건과 RGB 임계값을 기준으로 피크를 재조정하는 단계;를 더 포함한다.

[0012] 이때, 상기 PCG 신호 데이터를 획득하는 단계는, 다운 샘플링(down sampling) 및 필터링(filtering)을 통해 PCG 신호를 전처리하는 단계; 평균 새넨 에너지(average shannon energy) 알고리즘을 이용하여 심장 박동 소리를 식별하는 단계; 및 상기 심장 박동 소리를 제 1 심음 및 제 2 심음으로 분류하는 단계;를 더 포함한다.

### 발명의 효과

[0013] 본 발명에 따르면, 사용자의 신체의 다른 위치에서 각각 획득된 두개의 PPG 신호와 하나의 PCG 신호를 결합하여, 사용자의 심박수와 혈압을 기반으로 사용자의 감정을 추정함으로써 사용자의 심장 박동이 정상인지 또는 비정상인지 예측할 수 있다.

[0014] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급된 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명에 따른 감정 인식 장치를 포함한 시스템의 구성도이다.

도 2는 도 1에 도시된 감정 인식 장치의 구성을 보다 상세히 나타낸 블록도이다.

도 3은 본 발명에 따른 감정 인식 장치에 의해 실행되는 PPG 신호 분석을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 4는 본 발명에 따른 감정 인식 장치에 의해 실행되는 PCG 신호 분석을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 5는 본 발명에 따른 감정 인식 장치에 의해 분석된 PPG 신호와 PCG 신호의 결과를 나타낸 그래프이다.

도 6은 본 발명에 따른 감정 인식 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 제한되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에게 본 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0017] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소 외에 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 명세서 전체에 걸쳐 동일한 도면 부호는 동일한 구성 요소를 지칭하며, "및/또는"은 언급된 구성요소들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다. 비록 "제1", "제2" 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.

[0018] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

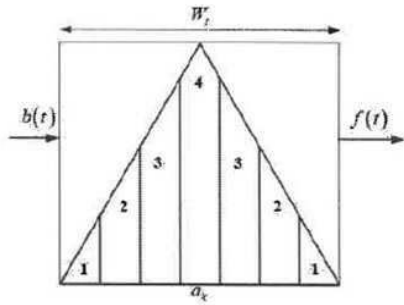
[0019] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다.

[0020] 먼저, 도1을 참조하여, 본 발명에 따른 감정 인식 장치를 포함한 시스템의 구성에 대하여 설명한다.

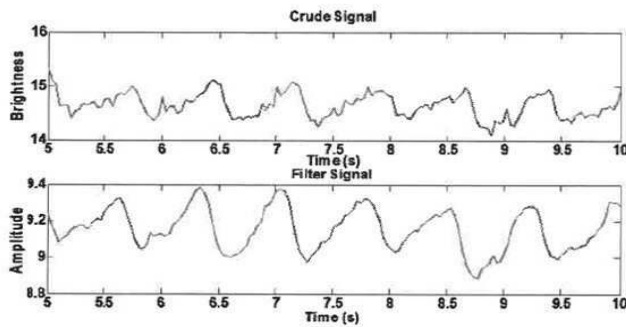
[0021] 도 1은 본 발명에 따른 감정 인식 장치를 포함한 시스템의 구성도이다.

- [0022] 도 1에 도시된 바와 같이, 감정 인식 장치(100)는 사용자의 신체로부터 검출되는 생체 신호를 입력받아 각각의 생체 신호를 분석하고 결합하여 사용자의 심박수 및 수축기 혈압과 확장기 혈압을 계산하고, 머신 러닝 모델에 기반하여 사용자의 심박수 및 수축기 혈압과 확장기 혈압으로부터 사용자의 감정을 인식한다.
- [0023] 이때, 사용자의 신체로부터 검출되는 생체 신호는 손끝에서 검출되는 PPG 신호(11), 컷볼에서 검출되는 PPG 신호(12) 및 가슴에서 검출되는 PCG 신호(20)로 구성된다.
- [0024] PPG 신호(photoplethysmogram, 10)는 영상 데이터로서, 심장 주기 중에 혈액량의 변화를 감지하기 위한 신호이다. PPG 신호는 비침투적인 기술을 통해 검출되며, 이는 조직의 미세 혈관에서 혈액량의 변화를 감지하는 데 유용한 광학 기술이다.
- [0025] PCG 신호(phonocardiogram, 20)는 청진기로부터 획득되는 음성 데이터로서, 혈압 차이로 인해 심장 판막이 열리고 닫히는 것과 관련이 있는 신호이다. 정상적인 인간의 심장 소리는 각각의 심장 박동에 따라 발생하며, "lub-dub"으로 표현할 수 있다. "lub"은 제 1 심음(이하, "S1"이라 한다)으로, 승모판막 및 삼첨판막의 폐쇄로 인해 발생하며 심장 수축기의 시작을 나타낸다. 또한, "dub"은 제 2 심음(이하, "S2"라 한다)으로 반월판막의 폐쇄로 인해 발생하며 심장 확장기의 시작을 나타낸다.
- [0026] 심박수(Heart Rate, HR)는 분당 심장 박동수로 정의된다. 심박수는 나이에 따라 다르며 신체에 미치는 신체적, 심리적 영향에 따라 달라진다. 더 높은 심박수는 신체에 이상이 있다는 것을 나타내며, 이는 불안, 분노, 흥분, 심장질환, 천식과 같은 이유에 의해 유발될 수 있다.
- [0027] 혈압(Blood Pressure, BP)은 혈액이 동맥, 정맥, 심장의 방들의 벽에 작용하는 힘이다. 신체는 혈액의 양과 심장 수축의 힘을 상호작용함으로써 혈압을 유지한다. 각 심장 박동 동안, 혈압은 수축기 압력이라고 불리는 최대 압력과 확장기 압력이라고 불리는 최소 압력 사이에서 변화한다.
- [0028] 도 2 내지 도 5를 참조하여, 도 1에 도시된 감정 인식 장치에 대해서 상세하게 설명한다.
- [0029] 도 2는 도 1에 도시된 감정 인식 장치의 구성을 보다 상세히 나타낸 블록도이고, 도 3은 본 발명에 따른 감정 인식 장치에 의해 실행되는 PPG 신호 분석을 설명하기 위한 흐름도이고, 도 4는 본 발명에 따른 감정 인식 장치에 의해 실행되는 PCG 신호 분석을 설명하기 위한 흐름도이고, 도 5는 본 발명에 따른 감정 인식 장치에 의해 분석된 PPG 신호와 PCG 신호의 결과를 나타낸 그래프이다.
- [0030] 도 2에 도시된 바와 같이, 감정 인식 장치(100)는 PPG 신호 분석부(120), PCG 신호 분석부(140), 산출부(160) 및 예측부(180)으로 구성된다.
- [0031] PPG 신호 분석부(120)는, 도 3에 도시된 바와 같이, PPG 신호 분석부(120)는 사용자의 손끝에서 검출되는 PPG 신호(11)와 사용자의 컷볼에서 검출되는 PPG 신호(12)를 각각 분석하여 각각의 PPG 신호 데이터를 생성하고, 생성된 두개의 PPG 신호 데이터를 동기화한다.
- [0032] PPG 신호의 분석(11, 12)은 전처리(Preprocessing), 표현(Representation), 분할(Segmentation) 및 분류(Classification)로 이루어진다.
- [0033] 전처리(Preprocessing)에서는 비디오가 비디오-프레임(video to frame)과 RGB 추출(RGB extraction)을 통하여 별도의 빨간색, 초록색, 파란색 채널로 프레임의 시퀀스를 획득한다.
- [0034] 표현(Representation)에서 각 프레임이 PPG 신호(11, 12)를 얻기 위해 빨간색 채널에 대한 평균 밝기를 계산한다. 이후, PPG 신호(11, 12)는 삼각형 이동 평균 필터를 통해 변환되어 피크(Peak)가 강조된다. PPG 신호(11, 12)는 삼각형 이동 평균 필터를 통해 처리되기 때문에 필터의 출력은 
$$f[t] = \frac{1}{W} \sum_{k=0}^{W-1} a_k b[t+k]$$
 을 이용하여 계산된다. PPG 신호(11, 12)의 피크를 높이기 위해, <그림 1>과 같이 삼각형 7-가중 이동 평균 필터를 이용할 수 있으며, 이를 통해 <그림 2>와 같이 피크가 강조될 수 있다. 이후에 피크 선택을 적용하면 분할(Segmentation)에서 후보 피크를 찾을 수 있다.





<그림 1>



<그림 2>

분류(Classification)에서는 거리 구속(Distance constrain)과 RGB 임계값을 기준으로 후보 피크가 재조정되어 모션 아티팩트 노이즈가 제거된다. 이렇게 일련의 과정을 통해 분석된 PPG 신호로부터 사용자의 심박수가 계산된다. 이때, 심박수는  $HR=60 \times (p-1)/\Delta t$ 를 이용하여 계산된다. 여기서, p는 피크 수,  $\Delta t$ 는 피크(p)들의 집합에서 첫 피크와 마지막 피크 시간 사이의 기간이다. 연산 시간을 줄이기 위해 전처리 단계에서 비디오 해상도는 최저 해상도로 설정된다.

PCG 신호 분석부(140)는 사용자의 가슴에서 획득된 PCG 신호(20)를 분석하여 하나의 PCG 신호 데이터를 추출하며, 도 4에 도시된 바와 같이, PCG 신호(20)의 분석은 전처리(Preprocessing), 표현(Representation), 분할(Segmentation) 및 분류(Classification)로 이루어진다.

전처리(Preprocessing)에서는 PCG 신호(20)가 다운 샘플링(down sampling) 및 필터링(filtering)된다. 다운 샘플링은 더 적은 수의 샘플로 동일한 정보를 나타내기 위해 샘플 수를 줄이는 수학적 연산이다.

표현(Representation)은 신호를 분할하여 심장 소리를 식별하는 것으로, 현상(S1 및 S2) 및 소음(수축기 및 확장기의 주기) 사이의 차이를 강조한다. 표현(Representation)에서는 PCG 신호(20)의 S1과 S2의 피크를 식별하기 위해, 평균 섀넌 에너지(Average Shannon Energy) 알고리즘을 사용하여 원래의 신호를 새로운 형태의 경계 신호로 변환한다. 분할(Segmentation) 변환된 경계 신호의 로컬 최대치를 사용하여 S1과 S2의 피크가 감지된다.

이후, PCG 신호가 S1, 심장 수축기(S12), S2 및 심장 확장기(S21)로 분류(Classification)된다.

도 5에 도시된 바와 같이, PPG 신호 분석부(120)를 통해 생성된 PPG 신호 데이터는 수축기 피크(Systolic Peak)를 나타내고, PCG 신호 분석부(140)을 통해 생성된 PPG 신호 데이터는 S1과 S2를 나타낸다.

산출부(160)는 동기화된 PPG 신호 데이터와 PCG 신호 데이터를 결합하여 VTT(vascular transits time)을 추출하고, 상기 PCG 신호 데이터로부터 ET(ejection time)를 추출하고, VTT 및 ET를 이용하여 사용자의 심박수 및 수축기 혈압과 확장기 혈압을 계산한다.

도 5에 도시된 바와 같이, VTT는 PCG 신호(20)의 S1 피크 도착 시간과 PPG 신호(10)의 수축기 피크 도착 시간의 차이값으로서, 심장이 한번 박동하는 동안 혈액이 심장에서 가장 먼 신체의 말단까지 이동하는 데 걸리는 시간을 나타내며, ET는 PCG 신호(20)의 S1과 S2 사이의 시간으로서, 대동맥 판막의 개방으로 시작에서 대동맥 판막의 폐쇄로 끝나는 좌심실에서 혈액이 배출되는 시간이다.

산출부(160)는 추출된 VTT와 ET를 이용하여 사용자의 심박수 및 수축기 혈압과 확장기 혈압을 계산한다. 이때,



심박수 및 수축기 혈압과 확장기 혈압은 VTT와 ET 이외에도, 사용자의 키와 몸무게에 대한 정보를 사용하여 계산될 수 있다.

[0048] 예측부(180)는 산출부(160)에서 계산된 사용자의 심박수 및 수축기 혈압과 확장기 혈압을 머신 러닝 모델을 이용하여 특징을 분류하고, 이를 통해 사용자의 감정을 인식한다.

[0049] 이때, 머신 러닝 모델은 심장 소리의 시간 도메인 특징들 및 주파수 도메인 특징들을 학습하여, 산출부(160)로부터 계산된 사용자의 심박수 및 수축기 혈압과 확장기 혈압의 특징을 분류하고, 분류된 특징을 이용하여 사용자의 심장 박동이 정상 또는 비정상인지 분류하고 사용자의 감정을 인식할 수 있다.

[0050] ■ 시간 도메인 특징들

[0051] 아래 특징들의 평균과 표준편차

[0052] - 심장주기의 간격들

[0053] - S1, 수축기, S2, 확장기 간격들

[0054] - 각 심장 주기에서 수축기 간격에서 RR 간격까지의 비율

[0055] - 각 심장 주기에서 확장기 간격에서 RR 간격까지의 비율

[0056] - 각 심장 주기에서 수축기에서 확장기까지의 간격의 비율

[0057] - 각 심장 주기에서 수축기 중에서 S1 기간 중까지의 절대 평균 진폭의 비율

[0058] - S1S2S1의 각도 및 S2S1S2의 각도

[0059] - 각 심장 주기에서 확장기 중에서 S2 기간 중까지의 절대 평균 진폭의 비율

[0060] - S1, 수축기, S2 및 확장기 중 진폭의 좌우 대칭 및 첨도

[0061] ■ 주파수 도메인 특징들

[0062] - 9개의 진동수 대역을 통한 S1, 수축기, S2 및 확장기의 파워 밀도 스펙트럼(25-45, 45-65, 65-85, 85-105, 105-125, 125-150, 150-200, 200-300, 300-400 Hz)

[0063] - 심장 소리의 S1, 수축기, S2 및 확장기 단계 각각에 대한 12멜 주파수 캡슐 계수(mel-frequency cepstral coefficients)

[0064] 도 6은 본 발명에 따른 감정 인식 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0065] PPG 신호 분석부(120)는 사용자의 신체의 상이한 위치에서 두개의 PPG 신호(photoplethysmogram)를 획득하고, 두개의 PPG 신호를 분석하여 두개의 PPG 신호 데이터를 획득한다(S10).

[0066] 이때, PPG 신호의 분석은, 비디오 투 프레임(video to frame) 및 RGB 추출을 통해 PPG 신호를 전처리하고, 가중 이동 평균 필터를 적용하여 각 PPG 신호의 피크를 검출하고, 거리 제한(distance constrain) 조건과 RGB 임계값을 기준으로 피크를 재조정을 통해 이루어진다.

[0067] 이후, PPG 신호 분석부(120)는 사용자의 신체의 상이한 위치에서 획득된 두개의 PPG 신호 데이터를 동기화한다(S20).

[0068] 이후, PCG 신호 분석부(140)는 사용자의 가슴에서 PCG 신호(phonocardiogram)를 획득하고, PCG 신호를 분석하여 PCG 신호 데이터를 획득한다(S30).

[0069] 이때, PCG 신호의 분석은, 다운 샘플링(down sampling) 및 필터링(filtering)을 통해 PCG 신호를 전처리하고, 평균 채널 에너지(average shannon energy) 알고리즘을 이용하여 심장 소리를 식별하고, 심장 소리를 제 1 심음(S1) 및 제 2 심음(S2)으로 분류함으로써 이루어진다.

[0070] 이후, 산출부(160)는 동기화된 PPG 신호 데이터와 PCG 신호 데이터를 결합하여 VTT(vascular transits time)를 추출하고, PCG 신호 데이터로부터 ET(ejection time)를 추출하고(S40), 추출된 VTT 및 ET를 이용하여 사용자의 심박수 및 수축기 혈압과 확장기 혈압을 계산한다(S50).

[0071] 이때, VTT는 PCG 신호의 S1 피크 도착 시간과 PPG 신호의 수축기 피크 도착 시간의 차이값으로서, 심장이 한번 박동하는 동안 혈액이 심장에서 가장 먼 신체의 말단까지 이동하는 데 걸리는 시간을 나타내며, ET는 PCG 신호

의 S1과 S2 사이의 시간으로서, 대동맥 판막의 개방으로 시작에서 대동맥 판막의 폐쇄로 끝나는 좌심실에서 혈액이 배출되는 시간이다.

[0072] 이후, 예측부(180)는 머신 러닝 모델을 기반으로 사용자의 심박수 및 수축기 혈압과 확장기 혈압의 특징을 분류하고(S60), 사용자의 감정을 인식한다(S70). 즉, 머신 러닝 모델을 기반으로 분류된 사용자의 심박수 및 수축기 혈압과 확장기 혈압의 특징으로부터 기쁨, 슬픔, 분노, 두려움, 놀라움 등의 사용자의 감정을 인식할 수 있다.

[0073] 본 발명의 실시예와 관련하여 설명된 방법 또는 알고리즘의 단계들은 하드웨어로 직접 구현되거나, 하드웨어에 의해 실행되는 소프트웨어 모듈로 구현되거나, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 소프트웨어 모듈은 RAM(Random Access Memory), ROM(Read Only Memory), EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM), 플래시 메모리(Flash Memory), 하드 디스크, 착탈형 디스크, CD-ROM, 또는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 잘 알려진 임의의 형태의 컴퓨터 판독가능 기록매체에 상주할 수도 있다.

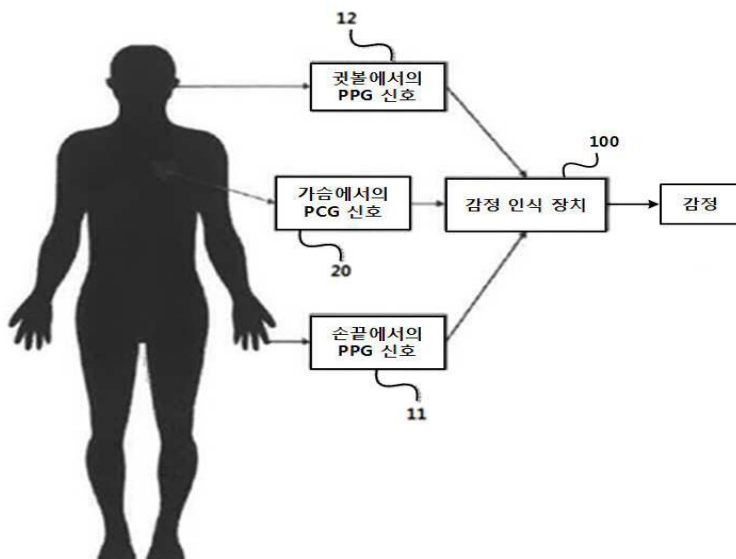
[0074] 이상, 첨부된 도면을 참조로 하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며, 제한적이지 않은 것으로 이해해야만 한다.

### 부호의 설명

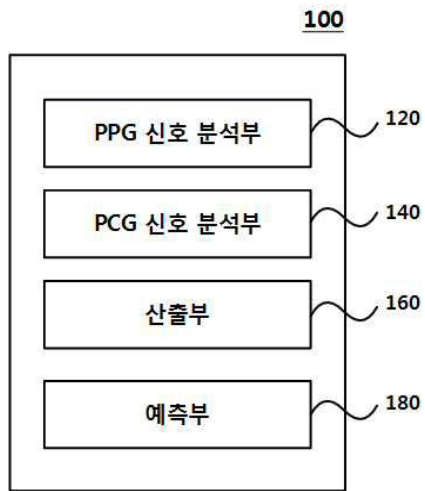
- [0075]
- 10 : PPG 신호
  - 11 : 손끝에서 검출된 PPG 신호
  - 12 : 귓볼에서 검출된 PPG 신호
  - 20 : PCG 신호
  - 100 : 감정 인식 장치
  - 120 : PPG 신호 분석부
  - 140 : PCG 신호 분석부
  - 160 : 산출부
  - 180 : 예측부

### 도면

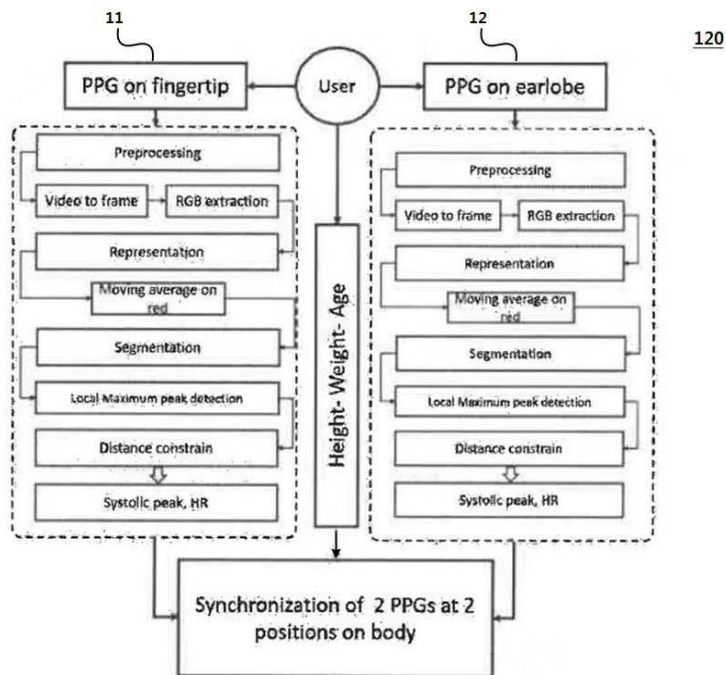
#### 도면1



도면2

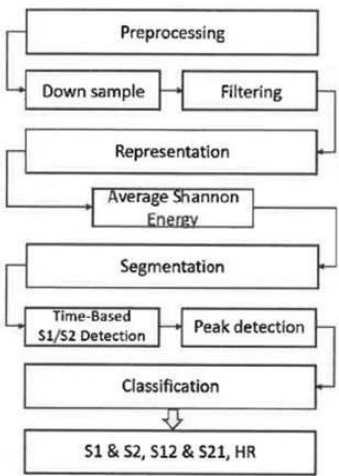


도면3

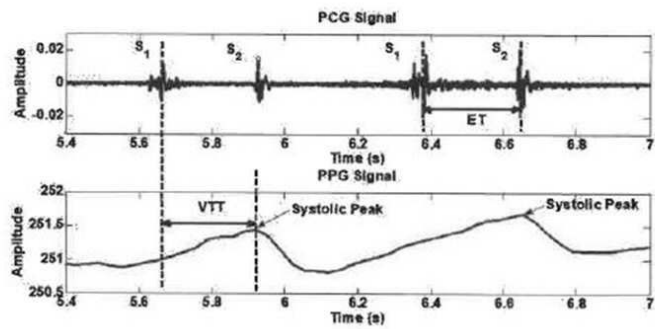


도면4

140



도면5



도면6

