



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0021207  
(43) 공개일자 2020년02월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 5/021 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)  
A61B 5/024 (2006.01) A61B 5/0402 (2006.01)  
A61B 5/0488 (2006.01) A61B 5/11 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
A61B 5/021 (2013.01)  
A61B 5/0022 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-0096673  
(22) 출원일자 2018년08월20일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
(72) 발명자  
권의근  
경기도 수원시 영통구 삼성로 130, 본관동5층(매탄동삼성전자소재연구단지)  
박창순  
서울특별시 송파구 새말로12길 16, 401동 1003호(장지동, 송파파인타운 4단지)  
장대근  
경기도 용인시 수지구 광교호수로 431, 101동 603호(상현동, 광교레이크포레)  
(74) 대리인  
특허법인 신지

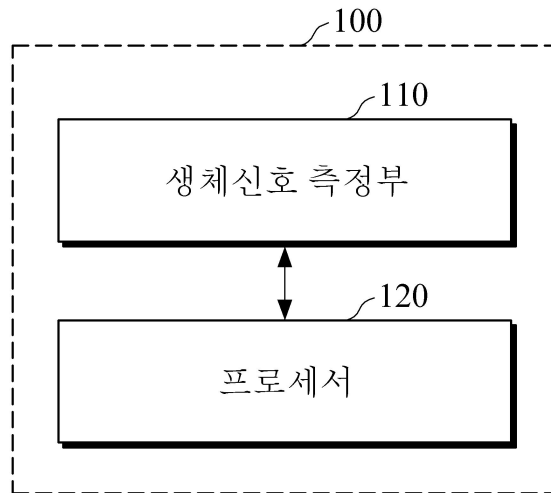
전체 청구항 수 : 총 28 항

(54) 발명의 명칭 **혈압 추정 장치 및 방법**

(57) 요약

비침습적으로 혈압을 추정하는 장치가 개시된다. 일 실시예에 따르면 혈압 추정 장치는 사용자로부터 생체신호를 측정하는 생체신호 측정부와 측정된 생체신호를 이용하여 혈압을 추정하는 프로세서를 포함할 수 있다. 이때, 프로세서는 생체신호로부터 제1 특징 및 제2 특징을 추출하고 캘리브레이션 시점의 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징 대비 상대적인 변화를 추정하여, 추정된 제1 특징 및 제2 특징의 상대적인 변화를 기초로 혈압을 추정할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*A61B 5/02416* (2013.01)

*A61B 5/0402* (2013.01)

*A61B 5/0488* (2019.01)

*A61B 5/1102* (2013.01)

*A61B 5/7235* (2013.01)

*A61B 5/7275* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

사용자로부터 생체신호를 측정하는 생체신호 측정부; 및

상기 생체신호로부터 제1 특징 및 제2 특징을 추출하고, 캘리브레이션 시점의 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징 대비 상기 추출된 제1 특징 및 제2 특징의 상대적인 변화를 추정하며, 추정된 제1 특징 및 제2 특징의 상대적인 변화를 기초로 혈압을 추정하는 프로세서를 포함하는 혈압 추정 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 특징은 심박출량(cardiac output)이고, 상기 제2 특징은 총혈관저항(total peripheral resistance)인 혈압 추정 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 프로세서는

상기 생체신호로부터 심박 정보, 파형의 형태, 파형의 면적, 최대점의 시간 및 진폭, 최소점의 시간 및 진폭, 상기 생체신호를 구성하는 구성 펄스 파형의 진폭 및 시간 정보 중의 하나 이상을 획득하고, 획득된 정보를 기초로 상기 제1 특징 및 제2 특징을 추출하는 혈압 추정 장치.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 프로세서는

상기 획득된 정보를 하나 또는 둘 이상을 조합하여, 추출하고자 하는 평균 혈압, 이완기 혈압 및 수축기 혈압별로 제1 특징 및 제2 특징을 각각 추출하는 혈압 추정 장치.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 프로세서는

상기 추출된 제1 특징 및 제2 특징 각각에 대하여, 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징 대비 제1 변화량 및 제2 변화량을 산출하고, 산출된 제1 변화량과 제2 변화량을 곱하여 제3 변화량을 산출하며, 상기 제1 변화량, 제2 변화량 및 제3 변화량을 기초로 혈압을 추정하는 혈압 추정 장치.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 프로세서는

상기 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징 중의 적어도 하나를 기초로, 제1 변화량, 제2 변화량 및 제3 변화량을 각각 정규화하고, 각각 정규화한 결과를 이용하여 혈압을 추정하는 혈압 추정 장치.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 프로세서는

상기 각각 정규화된 결과에 가중치를 부여한 후 결합하고, 상기 결합 결과에 스케일링 요소를 적용하여 혈압을 추정하는 혈압 추정 장치.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 스케일링 요소는 상기 캘리브레이션 시점에 측정된 기준 평균 혈압, 기준 수축기 혈압, 기준 이완기 혈압 및, 기준 수축기 혈압과 기준 이완기 혈압의 결합 결과 중의 적어도 하나를 기초로 정의되는 혈압 추정 장치.

**청구항 9**

제7항에 있어서,

상기 프로세서는

상기 가중치 및 상기 스케일링 요소 중의 적어도 하나를 조정하여, 평균 혈압, 수축기 혈압 및 이완기 혈압을 독립적으로 추정하는 혈압 추정 장치.

**청구항 10**

제7항에 있어서,

상기 프로세서는

평균 혈압을 추정하고, 추정된 평균 혈압 및 맥압(Pulse Pressure)을 기초로 이완기 혈압 및 수축기 혈압을 추정하는 혈압 추정 장치.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

상기 프로세서는

상기 맥압을 기초로 제1 값 및 제2 값을 산출하고,

상기 평균 혈압 및 상기 제1 값을 기초로 이완기 혈압을 추정하고, 추정된 이완기 혈압 및 상기 제2 값을 기초로 수축기 혈압을 추정하는 혈압 추정 장치.

**청구항 12**

제1항에 있어서,

상기 캘리브레이션 시점에 사용자가 캘리브레이션을 위해 외부 혈압 측정 기기를 통해 기준 혈압을 측정하면, 외부 혈압 측정 기기로부터 기준 혈압을 수신하는 통신부를 더 포함하는 혈압 추정 장치.

**청구항 13**

제12항에 있어서,

상기 생체신호 측정부는

상기 기준 혈압이 측정되는 시간 동안 사용자로부터 상기 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징을 추출하기 위한 생체신호를 측정하는 혈압 추정 장치.

**청구항 14**

제1항에 있어서,

상기 프로세서는

미리 설정된 기준에 따라 캘리브레이션 여부를 판단하고, 판단 결과 캘리브레이션이 필요하면 사용자에게 캘리브레이션을 수행하도록 가이드하는 혈압 추정 장치.

**청구항 15**

제1항에 있어서,

상기 생체신호는

광전용적맥파(photoplethysmogram, PPG), 심전도(electrocardiography, ECG), 근전도(electromyography, EMG) 및 심장탄동도(ballistocardiogram, BCG) 중의 하나 이상을 포함하는 혈압 추정 장치.

**청구항 16**

제15항에 있어서,

상기 생체신호 측정부는

상기 생체신호 중의 적어도 하나를 측정하는 센서를 포함하는 혈압 추정 장치.

**청구항 17**

제1항에 있어서,

상기 혈압 추정 결과를 출력하는 출력부를 더 포함하는 혈압 추정 장치.

**청구항 18**

피검체의 생체신호를 획득하는 단계;

상기 생체신호로부터 제1 특징 및 제2 특징을 추출하는 단계;

캘리브레이션 시점에 측정된 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징 대비 상기 추출된 제1 특징 및 제2 특징의 상대적인 변화를 추정하는 단계; 및

상기 추정된 제1 특징 및 제2 특징의 상대적인 변화를 기초로 혈압을 추정하는 단계를 포함하는 혈압 추정 방법.

**청구항 19**

제18항에 있어서,

상기 제1 특징은 심박출량(cardiac output)이고, 상기 제2 특징은 총혈관저항(total peripheral resistance)인 혈압 추정 방법.

**청구항 20**

제18항에 있어서,

상기 제1 특징 및 제2 특징을 추출하는 단계는

상기 생체신호로부터 심박 정보, 파형의 형태, 파형의 면적, 최대점의 시간 및 진폭, 최소점의 시간 및 진폭, 상기 생체신호를 구성하는 구성 펄스 파형의 진폭 및 시간 정보 중의 하나 이상을 획득하고, 상기 획득된 정보를 기초로 상기 제1 특징 및 제2 특징을 추출하는 혈압 추정 방법.

**청구항 21**

제18항에 있어서,

상기 제1 특징 및 제2 특징을 추출하는 단계는

추출하고자 하는 평균 혈압, 이완기 혈압 및 수축기 혈압별로 상기 제1 특징 및 제2 특징을 각각 추출하는 혈압 추정 방법.

**청구항 22**

제18항에 있어서,

상기 상대적인 변화를 추정하는 단계는

상기 추출된 제1 특징 및 제2 특징 각각에 대하여, 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징 대비 제1 변화량 및 제2 변화량을 산출하는 단계; 및

상기 제1 변화량과 제2 변화량을 곱하여 제3 변화량을 산출하는 단계를 포함하는 혈압 추정 방법.

**청구항 23**

제22항에 있어서,

상기 상대적인 변화를 추정하는 단계는

기준 제1 특징 및 기준 제2 특징 중의 적어도 하나를 기초로, 상기 제1 변화량, 제2 변화량 및 제3 변화량을 각각 정규화하는 단계를 더 포함하는 혈압 추정 방법.

**청구항 24**

제23항에 있어서,

상기 혈압을 추정하는 단계는

상기 각각의 정규화 결과에 가중치를 부여한 후 결합하고, 상기 결합 결과에 스케일링 요소를 적용하는 혈압 추정 방법.

**청구항 25**

제24항에 있어서,

상기 스케일링 요소는

상기 캘리브레이션 시점에 측정된 기준 평균 혈압, 기준 수축기 혈압, 기준 이완기 혈압 및, 기준 수축기 혈압과 기준 이완기 혈압의 결합 결과 중의 적어도 하나를 기초로 정의되는 혈압 추정 방법.

**청구항 26**

제24항에 있어서,

상기 혈압을 추정하는 단계는

상기 가중치 및 상기 스케일링 요소 중의 적어도 하나를 조정하여, 평균 혈압, 수축기 혈압 및 이완기 혈압을 독립적으로 추정하는 혈압 추정 방법.

**청구항 27**

제26항에 있어서,

상기 혈압을 추정하는 단계는

평균 혈압을 추정하고, 상기 추정된 평균 혈압 및 맥압(Pulse Pressure)을 기초로 이완기 혈압 및 수축기 혈압을 추정하는 혈압 추정 방법.

**청구항 28**

제27항에 있어서,

상기 이완기 혈압 및 수축기 혈압을 추정하는 단계는

상기 맥압을 기초로 제1 값 및 제2 값을 산출하는 단계;

상기 평균 혈압 및 상기 제1 값을 기초로 이완기 혈압을 추정하는 단계; 및

상기 추정된 이완기 혈압 및 상기 제2 값을 기초로 수축기 혈압을 추정하는 단계를 포함하는 혈압 추정 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 혈압 추정 장치 및 방법에 관한 것으로, 캘리브레이션 시점을 기준으로 심혈관 특징의 상대적인 변화를 기초로 혈압을 추정하는 기술과 관련된다.

**배경 기술**

[0002] 최근 고령화된 인구구조, 급증하는 의료비, 전문 의료서비스인력의 부족 등으로 인해 IT 기술과 의료기술이 접목된 IT-의료 융합기술에 대한 활발한 연구가 수행되고 있다. 특히, 인체의 건강상태에 대한 모니터링 행위는 병원에서만 국한되지 않고 가정과 사무실 등의 일상생활 속에서 움직이는 사용자의 건강상태를 언제 어디서나 모니터링해 주는 모바일 헬스케어 분야로 확대되고 있다. 개인의 건강상태를 나타내주는 생체신호의 종류에는 대표적으로 ECG(심전도, Electrocardiography), PPG(광전용적맥파, Photoplethysmogram), EMG(근전도, Electromyography) 신호 등이 있으며, 일상생활에서 이를 측정하기 위해서 다양한 생체신호 센서가 개발되고 있다. 특히 PPG 센서의 경우는, 심혈관계 상태 등을 반영하는 맥파 형태를 분석하여 인체의 혈압 추정이 가능하다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0003] 캘리브레이션 시점을 기준으로 심혈관 특징의 상대적인 변화를 기초로 혈압을 추정하는 장치 및 방법이 제시된다.

**과제의 해결 수단**

[0004] 일 양상에 따르면, 혈압 추정 장치는 사용자로부터 생체신호를 측정하는 생체신호 측정부 및 측정된 생체신호로부터 제1 특징 및 제2 특징을 추출하고, 캘리브레이션 시점의 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징 대비 상기 추출된 제1 특징 및 제2 특징의 상대적인 변화를 추정하며, 추정된 제1 특징 및 제2 특징의 상대적인 변화를 기초로 혈압을 추정하는 프로세서를 포함할 수 있다.

[0005] 이때, 제1 특징은 심박출량(cardiac output)이고, 제2 특징은 총혈관저항(total peripheral resistance)일 수 있다.

[0006] 프로세서는 생체신호로부터 심박 정보, 파형의 형태, 파형의 면적, 최대점의 시간 및 진폭, 최소점의 시간 및 진폭, 생체신호를 구성하는 구성 펄스 파형의 진폭 및 시간 정보 중의 하나 이상을 획득하고, 획득된 정보를 기초로 제1 특징 및 제2 특징을 추출할 수 있다.

[0007] 프로세서는 추출하고자 하는 평균 혈압, 이완기 혈압 및 수축기 혈압별로 제1 특징 및 제2 특징을 각각 추출할 수 있다.

[0008] 프로세서는 추출된 제1 특징 및 제2 특징 각각에 대하여, 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징 대비 제1 변화량 및 제2 변화량을 산출하고, 산출된 제1 변화량과 제2 변화량을 곱하여 제3 변화량을 산출하며, 제1 변화량, 제2 변화량 및 제3 변화량을 기초로 혈압을 추정할 수 있다.

[0009] 프로세서는 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징 중의 적어도 하나를 기초로, 제1 변화량, 제2 변화량 및 제3 변화량을 각각 정규화하고, 각각 정규화한 결과를 이용하여 혈압을 추정할 수 있다.

[0010] 프로세서는 각각 정규화한 결과에 가중치를 부여한 후 결합하고, 결합 결과에 스케일링 요소를 적용하여 혈압을 추정할 수 있다.

[0011] 이때, 스케일링 요소는 캘리브레이션 시점에 측정된 기준 평균 혈압, 기준 수축기 혈압, 기준 이완기 혈압 및, 기준 수축기 혈압과 기준 이완기 혈압의 결합 결과 중의 적어도 하나를 기초로 정의될 수 있다.

[0012] 프로세서는 가중치 및 스케일링 요소 중의 적어도 하나를 조정하여, 평균 혈압, 수축기 혈압 및 이완기 혈압을 독립적으로 추정할 수 있다.

[0013] 프로세서는 평균 혈압을 추정하고, 추정된 평균 혈압 및 맥압(Pulse Pressure)을 기초로 이완기 혈압 및 수축기 혈압을 추정할 수 있다.

- [0014] 프로세서는 맥압을 기초로 제1 값 및 제2 값을 산출하고, 평균 혈압 및 제1 값을 기초로 이완기 혈압을 추정하고, 추정된 이완기 혈압 및 제2 값을 기초로 수축기 혈압을 추정할 수 있다.
- [0015] 또한, 혈압 추정 장치는 캘리브레이션 시점에 사용자가 캘리브레이션을 위해 외부 혈압 측정 기기를 통해 기준 혈압을 측정하면, 외부 혈압 측정 기기로부터 기준 혈압을 수신하는 통신부를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 생체신호 측정부는 기준 혈압이 측정되는 시간 동안 사용자로부터 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징을 추출하기 위한 생체신호를 측정할 수 있다.
- [0017] 프로세서는 미리 설정된 기준에 따라 캘리브레이션 여부를 판단하고, 판단 결과 캘리브레이션이 필요하면 사용자에게 캘리브레이션을 수행하도록 가이드할 수 있다.
- [0018] 생체신호는 광전용적맥파(photoplethysmogram, PPG), 심전도(electrocardiography, ECG), 근전도(electromyography, EMG) 및 심장탄동도(ballistocardiogram, BCG) 중의 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0019] 생체신호 측정부는 생체신호 중의 적어도 하나를 측정하는 센서를 포함할 수 있다.
- [0020] 또한, 혈압 추정 장치는 혈압 추정 결과를 출력하는 출력부를 더 포함할 수 있다.
- [0021] 일 양상에 따르면, 혈압 추정 방법은 피검체의 생체신호를 획득하는 단계, 생체신호로부터 제1 특징 및 제2 특징을 추출하는 단계, 캘리브레이션 시점에 측정된 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징 대비 추출된 제1 특징 및 제2 특징의 상대적인 변화를 추정하는 단계 및 추정된 제1 특징 및 제2 특징의 상대적인 변화를 기초로 혈압을 추정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0022] 이때, 제1 특징은 심박출량(cardiac output)이고, 제2 특징은 총혈관저항(total peripheral resistance)일 수 있다.
- [0023] 제1 특징 및 제2 특징을 추출하는 단계는 생체신호로부터 심박 정보, 파형의 형태, 파형의 면적, 최대점의 시간 및 진폭, 최소점의 시간 및 진폭, 생체신호를 구성하는 구성 펄스 파형의 진폭 및 시간 정보 중의 하나 이상을 획득하고, 획득된 정보를 기초로 제1 특징 및 제2 특징을 추출할 수 있다.
- [0024] 제1 특징 및 제2 특징을 추출하는 단계는 추출하고자 하는 평균 혈압, 이완기 혈압 및 수축기 혈압별로 제1 특징 및 제2 특징을 각각 추출할 수 있다.
- [0025] 상대적인 변화를 추정하는 단계는 추출된 제1 특징 및 제2 특징 각각에 대하여, 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징 대비 제1 변화량 및 제2 변화량을 산출하는 단계 및 제1 변화량과 제2 변화량을 곱하여 제3 변화량을 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0026] 상대적인 변화를 추정하는 단계는 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징 중의 적어도 하나를 기초로, 제1 변화량, 제2 변화량 및 제3 변화량을 각각 정규화하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0027] 혈압을 추정하는 단계는 각각의 정규화 결과에 가중치를 부여한 후 결합하고, 결합 결과에 스케일링 요소를 적용할 수 있다.
- [0028] 이때, 스케일링 요소는 캘리브레이션 시점에 측정된 기준 평균 혈압, 기준 수축기 혈압, 기준 이완기 혈압 및, 기준 수축기 혈압과 기준 이완기 혈압의 결합 결과 중의 적어도 하나를 기초로 정의될 수 있다.
- [0029] 혈압을 추정하는 단계는 가중치 및 스케일링 요소 중의 적어도 하나를 조정하여, 평균 혈압, 수축기 혈압 및 이완기 혈압의 변화량을 독립적으로 추정할 수 있다.
- [0030] 혈압을 추정하는 단계는 평균 혈압의 변화량을 추정하고, 추정된 평균 혈압의 변화량 및 맥압(Pulse Pressure)을 기초로 이완기 혈압 및 수축기 혈압을 추정할 수 있다.
- [0031] 이완기 혈압 및 수축기 혈압을 추정하는 단계는 맥압을 기초로 제1 값 및 제2 값을 산출하는 단계, 추정된 평균 혈압 및 제1 값을 기초로 이완기 혈압을 추정하는 단계 및 추정된 이완기 혈압 및 제2 값을 기초로 수축기 혈압을 추정하는 단계를 포함할 수 있다.
- 발명의 효과**
- [0032] 캘리브레이션 시점의 심혈관 특징 대비 상대적인 변화를 기초로 혈압을 추정함으로써 혈압이 변화하는 다양한 기전에 대하여 안정적으로 혈압을 추정할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0033] 도 1은 일 실시예에 따른 혈압 추정 장치의 블록도이다.
- 도 2는 다른 실시예에 따른 혈압 추정 장치의 블록도이다.
- 도 3은 도 1 및 도 2의 실시예에 따른 프로세서 구성의 블록도이다.
- 도 4는 심혈관 특징 추출을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5a 및 도 5b는 일 실시예에 따른 혈압 추정 방법의 흐름도이다.
- 도 6a 및 도 6b는 일 실시예에 따른 웨어러블 기기를 설명하기 위한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0034] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다. 기재된 기술의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0035] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0036] 이하, 혈압 추정 장치 및 방법의 실시예들을 도면들을 참고하여 자세히 설명하도록 한다.
- [0037] 도 1은 일 실시예에 따른 혈압 추정 장치의 블록도이다. 본 실시예의 혈압 추정 장치(100)는 스마트폰, 태블릿 PC, 데스크탑 PC, 노트북 PC 등의 단말 등에 탑재되거나 독립적인 하드웨어 기기로 제작될 수 있다. 이때, 독립적인 하드웨어 기기는 손목 시계형, 팔찌형, 손목 밴드형, 반지형, 안경형, 또는 헤어밴드형 등 피검체에 착용 가능한 웨어러블 기기일 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0038] 도 1을 참조하면, 혈압 추정 장치(100)는 생체신호 측정부(110) 및 프로세서(120)를 포함한다.
- [0039] 생체신호 측정부(110)는 하나 이상의 센서를 포함하고 센서를 통해 피검체로부터 다양한 생체신호를 측정할 수 있다. 이때, 하나 이상의 센서는 광전용적맥파(photoplethysmogram, PPG), 심전도(electrocardiography, ECG), 근전도(electromyography, EMG) 및 심장탄동도(ballistocardiogram, BCG) 등을 측정하는 센서일 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0040] 프로세서(120)는 생체신호 측정부(110)로부터 생체신호를 수신하고, 수신된 생체신호를 기초로 혈압을 추정할 수 있다. 프로세서(120)는 생체신호가 수신되면, 생체신호로부터 혈압에 영향을 미치는 심혈관 특징(feature)을 추출하고, 추출된 심혈관 특징을 기초로 혈압을 추정할 수 있다. 이때, 심혈관 특징은 제1 특징으로서 심박출량(cardiac output, CO) 특징과 제2 특징으로서 총혈관저항(total peripheral resistance, TPR) 특징을 포함할 수 있다. 다만, 이에 제한되지 않는다.
- [0041] 프로세서(120)는 캘리브레이션 시점에 획득된 기준 정보를 이용하여 혈압을 추정할 수 있다. 여기서, 기준 정보는 캘리브레이션 시점에 측정된 기준 혈압 및 기준 생체신호와 그 기준 생체신호로부터 추출된 기준 심혈관 특징, 예컨대, 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징을 포함할 수 있다. 이때, 기준 혈압은 기준 평균 혈압, 기준 이완기 혈압 및 기준 수축기 혈압을 포함할 수 있다.
- [0042] 예를 들어, 프로세서(120)는 혈압 추정 요청에 따라 생체신호 측정부(110)에 의해 측정된 생체신호로부터 제1 특징 및 제2 특징을 추출하면, 각각 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징 대비 상대적인 변화를 추정하고, 추정된 제1 특징 및 제2 특징의 상대적인 변화를 기초로 혈압을 추정할 수 있다.
- [0043] 또한, 프로세서(120)는 각각의 제1 특징의 변화 및 제2 특징의 변화 외에, 제1 특징의 변화와 제2 특징의 변화로부터 계산되는 값 및/또는 그 밖의 미리 정의된 다양한 값들을 함께 적용하여 혈압을 추정할 수 있다. 이때, 제1 특징의 변화와 제2 특징의 변화로부터 계산되는 값은 제1 특징의 변화를 나타내는 값과 제2 특징의 변화를

나타내는 값을 곱하여 산출될 수 있다. 또한, 미리 정의된 다양한 값들은 추정하고자 하는 혈압의 종류(예: 평균 혈압, 이완기 혈압 및 수축기 혈압) 및/또는 사용자별 특성에 따라 최적화될 수 있다.

- [0044] 프로세서(120)는 이와 같은 다양한 값들을 조정함으로써 평균 혈압, 이완기 혈압 및 수축기 혈압을 독립적으로 추정할 수 있다. 또는, 먼저 평균 혈압을 추정한 다음 추정된 평균 혈압과 맥압(pulse pressure) 등의 부가 정보를 이용하여 이완기 혈압 및 수축기 혈압을 추정할 수 있다.
- [0045] 도 2는 다른 실시예에 따른 혈압 추정 장치의 블록도이다.
- [0046] 도 2를 참조하면, 본 실시예에 따른 혈압 추정 장치(200)는 생체신호 측정부(110), 프로세서(120), 통신부(210), 출력부(220) 및 저장부(230)를 포함할 수 있다.
- [0047] 프로세서(120)는 캘리브레이션 요청 또는 혈압 추정 요청에 따라 생체신호 측정부(110), 통신부(210) 및 저장부(230) 등을 제어할 수 있다.
- [0048] 예를 들어, 프로세서(120)는 사용자의 캘리브레이션 요청이 수신되거나 미리 설정된 캘리브레이션 조건을 만족하는 경우, 생체신호 측정부(110)를 제어하여 사용자로부터 생체신호를 측정하도록 할 수 있다. 생체신호 측정부(110)는 프로세서(120)의 제어에 따라 사용자로부터 생체신호를 측정하고, 측정된 생체신호로부터 혈압 추정을 위해 기준이 되는 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징을 추출할 수 있다.
- [0049] 또한, 프로세서(120)는 사용자의 캘리브레이션 요청이 수신되거나 미리 설정된 캘리브레이션 조건을 만족하는 경우 외부 혈압 측정 기기(250)와 통신 연결하도록 통신부(210)를 함께 제어할 수 있다. 이때, 캘리브레이션 조건은 저장부(230)에 미리 저장될 수 있다. 예컨대, 일정한 주기에 해당하거나, 혈압 추정값이 정상 범위를 벗어난 총 횟수가 임계치 이상인 경우 또는, 혈압 추정값이 연속적으로 일정한 회수 이상 정상 범위를 벗어난 경우 캘리브레이션을 수행하는 것으로 미리 설정될 수 있다.
- [0050] 통신부(210)는 프로세서(120)의 제어에 따라 외부 혈압 기기(250)와 통신 연결하고, 사용자가 캘리브레이션 수행을 위해 외부 혈압 측정 기기(250)를 통해 혈압 측정을 완료하면, 측정된 혈압 정보를 기준 혈압으로서 수신할 수 있다.
- [0051] 이때, 통신부(210)는 블루투스(bluetooth) 통신, BLE(Bluetooth Low Energy) 통신, 근거리 무선 통신(Near Field Communication, NFC), WLAN 통신, 지그비(Zigbee) 통신, 적외선(Infrared Data Association, IrDA) 통신, WFD(Wi-Fi Direct) 통신, UWB(ultra-wideband) 통신, Ant+ 통신, WIFI 통신, RFID(Radio Frequency Identification) 통신, 3G 통신, 4G 통신 및 5G 통신 등을 이용하여 외부 기기(250)와 통신할 수 있다. 그러나, 이는 일 예에 불과한 것으로 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0052] 프로세서(120)는 이와 같이 캘리브레이션을 위하여 추출된 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징, 외부 혈압 측정 기기(250)로부터 수신된 기준 혈압을 혈압 추정을 위한 기준 정보로서 저장부(230)에 저장할 수 있다.
- [0053] 또한, 프로세서(120)는 사용자 또는 외부 기기(250)로부터 혈압 추정 요청이 수신되면, 생체신호 측정부(110)를 제어하여 사용자로부터 혈압 추정을 위한 생체신호를 측정할 수 있다. 생체신호 측정부(110)에 의해 생체신호 측정이 완료되면, 저장부(230)로부터 캘리브레이션 시점의 기준 정보를 읽어 캘리브레이션 시점 대비 혈압 추정 시점의 심혈관 특징의 상대적인 변화를 추정하고, 추정된 심혈관 특징의 상대적인 변화를 기초로 혈압을 추정할 수 있다.
- [0054] 통신부(210)는 혈압 추정이 완료되면, 생체신호 측정 결과 및/또는 혈압 추정 결과 등을 스마트폰, 태블릿 PC, 데스크탑 PC, 노트북 PC, 의료기관의 장치 등의 외부 기기(250)에 전송할 수 있다.
- [0055] 출력부(220)는 생체신호, 혈압 추정 결과 및 혈압 추정 결과에 따른 부가 정보를 출력할 수 있다. 일 예로, 출력부(220)는 디스플레이 모듈을 통해 각종 정보를 시각적으로 사용자에게 제공할 수 있다. 예컨대, 혈압 추정 결과를 표시할 때 추정된 혈압이 정상 범위를 벗어나는 경우 빨간색으로 표시하는 방식 등으로 강조함으로써 사용자에게 경고 정보를 표시할 수 있다. 다른 예로, 스피커 모듈 또는 햅틱 모듈 등을 통해 음성이나 진동, 촉감 등의 비시각적인 방식으로 각종 정보를 사용자에게 제공할 수 있다. 예컨대, 수축기 혈압 및 이완기 혈압을 음성으로 안내할 수 있다. 이때, 추정된 혈압이 정상 범위를 벗어나는 경우 진동이나 촉감을 통해 사용자에게 건강 상태에 이상이 있음을 안내할 수 있다.
- [0056] 저장부(230)는 전술한 기준 정보 외에 그 밖의 기준 정보, 생체신호 및/또는 혈압 추정 결과 등을 저장할 수 있다. 예컨대, 그 밖의 기준 정보는 사용자의 나이, 성별, 건강 상태 등의 사용자 특성 정보, 혈압 추정식 등의

정보를 포함할 수 있다.

[0057] 한편, 저장부(230)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어, SD 또는 XD 메모리 등), 램(Random Access Memory: RAM) SRAM(Static Random Access Memory), 롬(Read-Only Memory: ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), PROM(Programmable Read-Only Memory), 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 등의 저장매체를 포함하며, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0058] 일반적으로 평균 혈압(Mean Arterial Pressure, MAP)의 변화량은 아래의 수학적 식 1과 같이 심박출량과 총혈관저항에 비례한다.

**수학적 식 1**

$$\Delta MAP = CO \times TPR$$

[0059]

[0060] 여기서, ΔMAP는 좌심실과 우심방 사이의 평균 혈압 차이를 나타내고, 일반적으로 우심방 평균 혈압의 경우 3~5mmHg를 넘지 않아 좌심실 평균 혈압 또는 상완 평균 혈압과 유사한 값을 가진다. 따라서, 절대적인 심박출량과 총혈관저항 값을 알고 있다면 대동맥 혹은 상완에서의 평균 혈압을 구할 수 있다. 하지만, 생체신호를 기반으로 절대적인 심박출량 및 총혈관저항 값을 추정하는 것은 쉽지 않다. 본 실시예에 따르면, 캘리브레이션 시점 대비 심박출량 및 총혈관저항 특징의 상대적인 변화를 기초로 혈압의 변화량을 추정할 수 있다.

[0061] 일반적으로 수축기 혈압 및 이완기 혈압은 이와 같이 산출된 평균 혈압의 좌우 0.5~0.7 범위 내의 값을 사용한다. 하지만, 수축기 혈압 및 이완기 혈압은 혈압 변화 기전에 따라 평균 혈압의 변화 경향을 따르지 않는 분리(decouple) 현상이 발생할 수 있다. 또한, 고강도 운동 등과 같이 안정기 대비 심박출량이나 총혈관저항이 많이 변하는 경우 혈압 추정 정확도가 급격히 열화되는 문제가 발생하여 추정 혈압의 오차가 크게 증가할 수 있다. 따라서, 혈압 추정의 정확도를 향상시키기 위해 혈압 변화 기전에 따른 영향을 고려하여 혈압을 추정할 필요가 있다. 본 실시예에 따르면 이하에서 자세히 설명하는 바와 같이 캘리브레이션 시점 대비 심박출량 및 총혈관저항 특징의 상대적인 변화를 기초로 혈압을 추정하고, 사용자의 특성 등에 따라 최적화된 다양한 요소들을 적용함으로써 안정적인 혈압 추정을 할 수 있다.

[0062] 도 3은 도 1 및 도 2의 실시예에 따른 프로세서 구성의 블록도이다. 도 4는 심혈관 특징 추출을 설명하기 위한 도면이다. 도 3 및 도 4를 참조하여 프로세서(300)에 의해 수행되는 혈압 추정의 실시예를 설명한다.

[0063] 도 3을 참조하면, 프로세서(300)는 특징 추출부(310), 캘리브레이션부(320), 특징 변화 추정부(330) 및 혈압 추정부(340)를 포함할 수 있다.

[0064] 특징 추출부(310)는 사용자로부터 측정된 다양한 생체신호로부터 심혈관 특징을 추출할 수 있다. 이때, 심혈관 특징은 심박출량 특징을 포함하는 제1 특징과 총혈관저항 특징을 포함하는 제2 특징을 포함할 수 있다.

[0065] 예를 들어, 특징 추출부(310)는 생체신호로부터 심박 정보, 생체신호의 파형의 형태, 생체신호의 최대점의 시간 및 진폭, 생체신호의 최소점의 시간 및 진폭, 생체신호 파형의 면적, 생체신호의 시간 경과, 생체신호를 구성하는 구성 펄스 파형의 진폭 및 시간 정보와, 이와 같이 획득된 정보들 사이의 내분점 정보 등의 특징점(characteristic point) 정보를 획득하고, 획득된 특징점 정보를 이용하여 특징을 추출할 수 있다.

[0066] 도 4는 사용자로부터 획득된 생체신호 중의 맥파 신호를 예시한 것이다. 도 4를 참조하여, 특징 추출부(310)가 맥파 신호(PS)로부터 특징을 추출하는 예를 설명한다.

[0067] 일반적으로 맥파 신호는 심장에서 출발하여 신체 말단부나 혈관 분기점들로 향하는 진행파(propagation wave)와 말단부나 혈관 분기점들에서 다시 되돌아오는 반사파(reflection wave)의 중첩으로 구성될 수 있다. 도 4는 측정된 맥파 신호의 파형이 5개의 구성 펄스 예컨대, 진행파(fw)와 반사파(rw1, rw2, rw3, rw4)의 중첩으로 이루어진 것을 예시하고 있다.

[0068] 특징 추출부(310)는 이와 같이 맥파 신호에서 구성 펄스 파형(fw, rw1, fw2, rw3, rw4)을 분석하여 특징점을 획득할 수 있다. 일반적으로 혈압을 추정하기 위해 세 번째까지의 구성펄스들이 주로 사용된다. 그 이후의 펄스들은 사람에 따라 관측되지 않는 경우도 있고, 노이즈(noise) 때문에 찾아내기 어렵거나 혈압 추정과의 상관도도 낮은

경우가 보통이다.

- [0069] 일 예로, 처음부터 세 번째까지의 구성 펄스 파형( $f_w, rw_1, rw_2$ )의 최대 지점의 시간( $T_1, T_2, T_3$ ) 및 진폭( $P_1, P_2, P_3$ )을 특징점으로 획득할 수 있다. 이때, 맥파 신호가 획득되면 획득된 맥파 신호를 2차 미분하고 2차 미분신호를 이용하여 구성 펄스 파형( $f_w, rw_1, rw_2$ )의 최대 지점의 시간( $T_1, T_2, T_3$ ) 및 진폭( $P_1, P_2, P_3$ )을 추출할 수 있다. 예컨대, 2차 미분신호에서 로컬 최소 지점(local minimum point)을 탐색하여 첫 번째부터 세 번째까지의 로컬 최소 지점에 해당하는 시간( $T_1, T_2, T_3$ )을 추출하고, 맥파 신호에서 그 시간( $T_1, T_2, T_3$ )에 대응하는 진폭( $P_1, P_2, P_3$ )을 추출할 수 있다. 여기서 로컬 최소 지점은 2차 미분신호의 일부 구간을 관찰했을 때 신호가 감소하다가 특정 지점을 중심으로 다시 증가하는 형태, 즉, 아래로 볼록한 형태를 가지는 지점을 의미한다. 다만, 이에 국한되는 것은 아니며 2차 미분신호에서 로컬 최대 지점(local maximum point)을 탐색하고, 탐색된 로컬 최대 지점에 해당하는 시간 및 진폭을 추출하여 특징점으로 사용하는 것도 가능하다.
- [0070] 다른 예로, 특징 추출부(310)는 맥파 신호의 소정 구간에서 진폭이 최대인 지점의 시간( $T_{max}$ ) 및 진폭( $P_{max}$ )을 특징점으로 획득할 수 있다. 이때, 소정 구간은 혈압의 수축기 구간을 의미하는 맥파 신호의 처음에서부터 중박절흔(dicrotic notch, DN)이 발생한 지점까지를 나타낼 수 있다.
- [0071] 또 다른 예로, 특징 추출부(310)는 생체신호의 전체 측정 시간을 의미하는 시간 경과( $PPG_{dur}$ ) 또는 생체신호 파형의 면적( $PPG_{area}$ )을 특징점으로 획득할 수 있다. 이때, 생체신호 파형의 면적은 생체신호 파형의 전체 면적 또는, 전체 시간 경과( $PPG_{dur}$ )상의 소정 비율(예: 70%)에 해당하는 생체신호 파형의 면적을 의미할 수 있다.
- [0072] 또 다른 예로, 특징 추출부(310)는 둘 이상의 특징점들 간의 내분점을 추가적인 특징점으로 추출할 수 있다. 맥파 신호가 동잡음, 수면 등의 비이상적 환경에 의해 맥파 신호에 불안정한 파형이 발생하여 특징점들이 잘못된 위치에서 추출될 수 있다. 이와 같이 잘못 추출된 특징점들 사이의 내분점을 활용하여 혈압 측정을 보완할 수 있다.
- [0073] 예컨대, 혈압의 수축기 구간에서 특징점 ( $T_1, P_1$ )과 ( $T_{max}, P_{max}$ )을 획득하면, 두 특징점 ( $T_1, P_1$ )과 ( $T_{max}, P_{max}$ ) 사이의 내분점 ( $T_{sys}, P_{sys}$ )을 획득할 수 있다. 이때, 두 특징점 ( $T_1, P_1$ )과 ( $T_{max}, P_{max}$ )의 시간 값  $T_1$  및  $T_{max}$ 에 가중치를 부여하고 가중치가 부여된 각각의 시간 값을 이용하여 내분점의 시간( $T_{sys}$ )을 구하며, 내분점의 시간( $T_{sys}$ )에 해당하는 진폭( $P_{sys}$ )을 추출할 수 있다. 다만, 이에 한정되지 않으며 획득된 생체신호 파형의 분석을 통해, 혈압의 수축기 구간에서 첫 번째와 두 번째 구성 펄스 파형( $f_w, rw_1$ )과 연관된 특징점 ( $T_1, P_1$ ), ( $T_2, P_2$ ) 사이의 내분점, 혈압의 이완기 구간에서 세 번째와 네 번째 구성펄스 파형( $rw_2, rw_3$ )과 연관된 특징점 ( $T_3, P_3$ ), ( $T_4, P_4$ ) 사이의 내분점 등을 획득할 수 있다.
- [0074] 특징 추출부(310)는 이와 같이 생체신호로부터 획득된 다양한 특징점을 조합하여 제1 특징 및 제2 특징을 추출할 수 있다. 예를 들어, 복수 특징점들 간의 곱셈, 나눗셈, 덧셈, 뺄셈 또는 이 연산들의 조합으로 제1 특징 및 제2 특징을 추출할 수 있다. 또는, 복수 특징점들 간의 곱셈, 나눗셈, 덧셈, 뺄셈, 또는 이 연산들의 조합을 입력값으로 하는 함수를 이용하여 제1 특징 및 제2 특징을 추출할 수도 있다. 여기에서 함수는 일차함수, 이차함수, 그밖의 다차함수, 로그함수, 또는 지수함수일 수 있다. 물론, 다른 유형의 함수를 이용하는 것도 가능하다. 또 다른 예로써, 적어도 하나의 특징점을 입력값으로 하는 함수를 이용하여 제1 특징 및 제2 특징을 추출할 수도 있다. 다만, 여기에 제한되는 것은 아니다.
- [0075] 한편, 심박출량 특징 및 총혈관저항 특징은 사용자의 특성에 따라 특징점들을 서로 다르게 조합하여 추출할 수 있다. 또한, 추출하고자 하는 혈압 예컨대, 평균 혈압, 이완기 혈압, 수축기 혈압에 따라 특징점들을 서로 다르게 조합하여 혈압의 종류별로 심박출량 특징 및 총혈관저항 특징을 각각 추출할 수 있다.
- [0076] 캘리브레이션부(320)는 사용자의 캘리브레이션 요청이 수신되는 경우, 또는 전술한 바와 같이 미리 설정된 캘리브레이션 조건을 참고하여 캘리브레이션 여부를 판단하고 판단 결과 캘리브레이션이 필요한 경우 캘리브레이션을 수행할 수 있다. 이때, 캘리브레이션부(320)는 미리 설정된 캘리브레이션 조건을 만족하는 경우 사용자에게 캘리브레이션을 수행하도록 가이드할 수 있다.
- [0077] 캘리브레이션부(320)는 사용자가 캘리브레이션 수행을 위해 외부 혈압 측정 기기를 통해 기준 혈압을 측정하면, 외부 혈압 측정 기기로부터 기준 혈압을 획득할 수 있다. 또한, 캘리브레이션부(320)는 사용자의 캘리브레이션

요청에 따라 생체신호 측정부(110)를 제어하여 캘리브레이션을 위한 생체신호를 측정하도록 할 수 있다.

- [0078] 캘리브레이션부(320)는 특징 추출부(310)가 캘리브레이션 시점에 측정된 생체신호로부터 제1 특징 및 제2 특징을 추출하면, 특징 추출부(310)로부터 제1 특징 및 제2 특징을 혈압 추정을 위한 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징으로서 수신할 수 있다.
- [0079] 캘리브레이션부(320)는 이와 같이 획득된 기준 혈압, 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징 등을 저장부(230)에 혈압 추정을 위해 기준 정보로서 저장하고, 그 기준 정보를 활용해 혈압 추정식의 오프셋을 캘리브레이션할 수 있다.
- [0080] 사용자의 혈압 추정 요청 또는 미리 설정된 기준에 따라 생체신호 측정부(110)로부터 생체신호가 측정되고, 특징 추출부(310)가 그 생체신호로부터 혈압 추정을 위한 제1 특징 및 제2 특징을 추출하면, 특징 변화 추정부(330)는 캘리브레이션부(320)에서 획득한 기준 혈압, 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징 등을 활용하여 캘리브레이션 시점 대비 혈압 추정 시점의 제1 특징 및 제2 특징 각각의 상대적인 변화를 추정할 수 있다.
- [0081] 일 예로, 특징 변화 추정부(330)는 캘리브레이션 시점의 제1 특징 대비 혈압 추정 시점의 제1 특징의 변화량인 제1 변화량을 산출할 수 있다. 또한, 캘리브레이션 시점의 제2 특징 대비 혈압 추정 시점의 제2 특징의 변화량인 제2 변화량을 산출할 수 있다. 또한, 이와 같이 산출된 제1 변화량과 제2 변화량을 이용하여 제3 변화량을 산출할 수 있다. 예를 들어, 제3 변화량은 제1 변화량과 제2 변화량을 곱하여 산출될 수 있다. 이때, 제3 변화량은 고강도 유산소 운동과 같은 혈압 변화 상황에서 제1 특징 및 제2 특징만으로 반영하지 못하는 혈압 변화량을 보정하는 요소일 수 있다.
- [0082] 다른 예로, 특징 변화 추정부(330)는 제1 변화량, 제2 변화량 및 제3 변화량을 정규화하여, 각각 정규화된 제1 변화율, 제2 변화율 및 제3 변화율을 산출할 수 있다. 이때, 특징 변화 추정부(330)는 캘리브레이션 시점의 제1 특징 및 제2 특징 중의 적어도 하나를 기준으로 각 변화량을 정규화할 수 있다. 예컨대, 기준 제1 특징을 기초로 제1 변화량을 정규화하고, 기준 제2 특징을 기초로 제2 변화량을 정규화하며, 기준 제1 특징과 기준 제2 특징을 이용하여 제3 변화량을 정규화할 수 있다.
- [0083] 혈압 추정부(340)는 특징 변화 추정부(330)에 의해 추정된 제1 특징 및 제2 특징의 상대적인 변화를 기초로 혈압 변화량을 추정할 수 있다. 예컨대, 특징 변화 추정부(330)에 의해 산출된 제1 변화량, 제2 변화량 및 제3 변화량을 결합하여 혈압 변화량을 추정할 수 있다. 또는 특징 변화 추정부(330)에 의해 산출된 제1 변화율, 제2 변화율 및 제3 변화율을 결합하여 혈압 변화량을 추정할 수 있다. 이때, 각 변화량 또는 각 변화율에 가중치를 부여한 후 결합할 수 있으며, 추가적으로 결합 결과에 스케일링 요소를 적용하여 각 사용자별 특성을 반영한 혈압 추정 결과를 획득할 수 있다.
- [0084] 예를 들어, 혈압 추정부(340)는 수학적 식 2와 같이 제1 변화율, 제2 변화율 및 제3 변화율 각각에 가중치를 부여한 후 선형 결합하고, 선형 결합 결과에 스케일링 요소를 적용하여 혈압 변화량을 추정할 수 있다.

**수학적 식 2**

$$\Delta BP = SF_{ad} \times (\alpha \Delta f_{1n} + \beta \Delta f_{2n} + \gamma \Delta f_{3n})$$

- [0085]
- [0086] 여기서,  $\Delta BP$ 는 추정된 혈압 변화량으로서, 평균 혈압, 이완기 혈압 및 수축기 혈압일 수 있다.  $\Delta f_{1n}$ ,  $\Delta f_{2n}$  및  $\Delta f_{3n}$ 은 각각 제1 변화율, 제2 변화율 및 제3 변화율을 나타낸다.  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ 는 각 변화율에 부여되는 가중치를 의미하며, 추정할 혈압의 종류 및/또는 사용자의 특성에 따라 정의될 수 있다. 또한,  $SF_{ad}$ 는 사용자의 특성 및/또는 추정할 혈압의 종류에 따라 적응적으로 정의되는 스케일링 요소를 의미한다. 예컨대, 스케일링 요소는 사용자로부터 외부 혈압 측정 기기에 의해 측정된 캘리브레이션 시점의 기준 평균 혈압, 기준 이완기 혈압, 기준 수축기 혈압 또는, 그 기준 평균 혈압, 기준 이완기 혈압 및 기준 수축기 혈압을 둘 이상 조합하여 산출된 값일 수 있다.
- [0087] 한편, 일 예에 따르면 혈압 추정부(340)는 위 수학적 식 2를 이용하여 평균 혈압, 이완기 혈압 및 수축기 혈압의 변화량을 독립적으로 추정할 수 있다. 예를 들어, 특징 추출부(310)에 의해 혈압의 종류별로 각각 추출된 제1 특징 및 제2 특징에 대한 변화량 또는 변화율을 이용함으로써 각 혈압의 변화량을 독립적으로 추정할 수 있다. 또는, 각 특징의 변화량 또는 변화율에 부여되는 가중치 및/또는 각 변화량 또는 각 변화율의 결합 결과에 적용

되는 스케일링 요소를 혈압의 종류별로 다르게 설정함으로써 평균 혈압, 이완기 혈압 및 수축기 혈압의 변화량을 독립적으로 추정할 수 있다. 예컨대, 평균 혈압을 추정하기 위해, 대응되는 사용자의 기준 평균 혈압을 스케일링 요소로 사용할 수 있다. 마찬가지로 이완기 혈압 및 수축기 혈압을 추정하기 위해 기준 이완기 혈압 및 기준 수축기 혈압을 스케일링 요소로 사용할 수 있다.

[0088] 다른 예에 따르면, 혈압 추정부(340)는 평균 혈압, 이완기 혈압 및 수축기 혈압을 순차적으로 추정할 수 있다. 예를 들어, 혈압 추정부(340)는 먼저 위 수학적 식 2를 통해 평균 혈압의 변화량을 추정하고, 평균 혈압의 변화량을 기초로 추정된 평균 혈압 추정치를 이용하여 이완기 혈압 및 수축기 혈압을 추정할 수 있다. 이때, 혈압 추정부(340)는 평균 혈압 추정치와 함께 맥압(pulse pressure)을 이용하여 이완기 혈압 및 수축기 혈압을 추정할 수 있다. 예컨대, 혈압 추정부(340)는 맥압을 기초로 제1 값 및 제2 값을 산출하고, 평균 혈압 추정치와 제1 값을 이용하여 이완기 혈압을 추정하고, 이완기 혈압과 제2 값을 이용하여 수축기 혈압을 추정할 수 있다.

[0089] 아래의 수학적 식 3은 평균 혈압 추정치 및 맥압을 기초로 이완기 혈압을 추정하는 함수식들의 예이다.

**수학적 식 3**

$$DBP = MAP - \frac{PP}{3}$$

$$DBP = MAP - 0.01 \times \exp\left(4.14 - \frac{40.74}{HR}\right) \times PP$$

[0090]

**수학적 식 4**

$$SBP = DBP + PP$$

[0091]

[0092] 여기서, MAP는 평균 혈압을 의미하고, DBP는 이완기 혈압, SBP는 수축기 혈압을 의미한다. 또한, PP는 맥압을 의미하며, HR은 심박수를 의미한다. 여기서, 평균 혈압으로부터 차감되는 제1 값 및 이완기 혈압에 가산되는 제2 값은 예시된 바에 한정됨이 없이 사용자의 특성 등을 고려하여 다양하게 정의될 수 있다.

[0093] 한편, 혈압 추정부(340)는 측정된 생체신호, 예컨대 맥파 신호를 분석하여 맥압을 획득할 수 있다. 또는, 혈압 추정부(340)는 맥압 측정 기기를 통해 측정된 맥압을 입력받거나, 미리 설정된 사용자의 기준 맥압을 이용하는 것도 가능하다.

[0094] 혈압 추정부(340)는 이와 같이 혈압 변화량이 추정되면, 아래의 수학적 식 5와 같은 함수식을 이용하여 혈압을 추정할 수 있다.

**수학적 식 5**

$$BP_{est} = BP_{cal} + \Delta BP$$

[0095]

[0096] 여기서, BP<sub>est</sub>는 혈압 추정치, ΔBP는 추정된 혈압 변화량 및, BP<sub>cal</sub>은 캘리브레이션 시점의 기준 혈압을 의미한다. 이때, 혈압(BP)은 평균 혈압, 이완기 혈압 및 수축기 혈압을 의미한다.

[0097] 도 5a는 일 실시예에 따른 혈압 추정 방법의 흐름도이다. 도 5b는 도 5a의 특징의 상대적인 변화를 추정하는 단계(540)의 일 실시예이다.

[0098] 도 5a 및 도 5b는 도 1 또는 도 2의 실시예에 따른 혈압 추정 방법의 일 실시예이다. 앞에서 다양한 실시예들에 대해 자세히 설명한 바 있으므로 이하 간단하게 설명한다.

[0099] 먼저, 혈압 추정 장치는 혈압 추정 요청을 수신할 수 있다(510). 혈압 추정 장치는 사용자에게 인터페이스를 제

공하고, 사용자가 인터페이스를 통해 입력하는 혈압 추정 요청을 수신할 수 있다. 또는, 혈압 추정 장치는 외부 기기와 통신 연결하고 외부 기기로부터 혈압 추정 요청을 수신할 수 있다. 이때, 외부 기기는 사용자가 휴대하는 스마트폰이나 태블릿 PC 등일 수 있으며, 사용자는 보다 인터페이스 성능이나 컴퓨팅 성능이 우수한 기기를 통해 혈압 추정 장치의 동작을 제어할 수 있다.

- [0100] 그 다음, 혈압 추정 장치는 혈압 추정을 위하여 내부에 탑재된 센서를 제어하여 사용자로부터 생체신호를 획득하거나, 외부 센서로부터 생체신호를 수신할 수 있다(520). 이때, 혈압 추정 장치에 탑재된 센서와 외부 센서는 사용자의 여러 부위(예: 손목, 가슴, 손가락 등)에서 PPG 신호, ECG 신호, EMG 신호 및 BCG 신호 등의 다양한 생체신호를 획득할 수 있다.
- [0101] 그 다음, 획득된 생체신호를 분석하여 심혈관 특징을 추출할 수 있다(530). 이때, 심혈관 특징은 심박출량 특징을 포함하는 제1 특징과 총혈관저항 특징을 포함하는 제2 특징을 포함할 수 있다. 이때, 혈압 추정 장치는 먼저 생체신호를 분석하여, 심박 정보, 생체신호의 파형의 형태, 생체신호의 최대점의 시간 및 진폭, 생체신호의 최소점의 시간 및 진폭, 생체신호 파형의 면적, 생체신호의 시간 경과, 생체신호를 구성하는 구성 펄스 파형의 진폭 및 시간 정보 등의 특징점과, 둘 이상의 특징점 사이의 내분점 등을 획득하고, 획득된 정보를 조합하여 심혈관 특징을 추출할 수 있다. 이때, 제1 특징 및 제2 특징은 서로 다른 특징점을 사용하거나, 둘 이상의 서로 다른 특징점들을 조합함으로써 추정하고자 하는 혈압의 종류별로 추출할 수 있다.
- [0102] 그 다음, 캘리브레이션 시점의 심혈관 특징 대비 혈압 추정 시점의 심혈관 특징의 상대적인 변화를 추정할 수 있다(540).
- [0103] 예를 들어, 도 5b를 참조하면, 혈압 추정 장치는 제1 특징에 대하여 캘리브레이션 시점의 기준 제1 특징 대비 제1 변화량을 산출하고(541), 또한, 제2 특징에 대하여 캘리브레이션 시점의 기준 제2 특징 대비 제2 변화량을 산출할 수 있다(542).
- [0104] 그 다음, 제1 변화량 및 제2 변화량을 곱하여 제3 변화량을 산출할 수 있다(543). 이와 같이 산출된 제3 변화량은 고강도 유산소 운동과 같은 혈압 변화 기전에 따라 발생하는 혈압 추정 오차를 보정해주는 역할을 할 수 있다.
- [0105] 그 다음, 제1 변화량, 제2 변화량 및 제3 변화량을 각각 정규화하여 제1 변화율, 제2 변화율 및 제3 변화율을 산출할 수 있다(544). 이때, 캘리브레이션 시점의 기준 제1 특징 및 기준 제2 특징 중의 적어도 하나를 기초로 정규화할 수 있다. 예컨대, 기준 제1 특징으로 제1 변화량을 정규화할 수 있고, 기준 제2 특징으로 제2 변화량을 정규화할 수 있다. 또한, 기준 제1 특징과 기준 제2 특징을 곱한 값으로 제3 변화량을 정규화할 수 있다.
- [0106] 다시 도 5a를 참조하면, 혈압 추정 장치는 제1 특징 및 제2 특징의 상대적인 변화를 기초로 혈압을 추정할 수 있다(550). 이때, 제1 특징 및 제2 특징의 상대적인 변화는 도 5b의 단계(543)에서 산출된 각 변화량 또는 단계(544)에서 산출된 각 변화율일 수 있다. 일 예로, 각 변화량 또는 각 변화율을 선형 결합하여 혈압을 추정할 수 있다. 다른 예로, 각 변화량 또는 각 변화율에 각각의 가중치를 부여한 후 선형 결합하고, 선형 결합 결과에 스케일링 요소를 적용하여 혈압을 추정할 수 있다. 각각의 가중치 및 스케일링 요소는 구하고자 하는 혈압의 종류 및/또는 사용자의 특성에 따라 다르게 정의될 수 있다.
- [0107] 한편, 혈압 추정 장치는 구하고자 하는 혈압의 종류에 따라 추출된 각 특징의 상대적인 변화를 이용하거나, 또는 각각의 가중치 및/또는 스케일링 요소를 조절하여 평균 혈압, 이완기 혈압 및 수축기 혈압을 독립적으로 추정할 수 있다. 또는, 먼저 이와 같은 방식으로 평균 혈압을 추정하고, 추정된 평균 혈압 및 맥압을 기초로 이완기 혈압 및 수축기 혈압을 추정하는 것도 가능하다. 예컨대, 평균 혈압이 추정되면, 맥압을 기초로 제1 값 및 제2 값을 산출하고, 평균 혈압과 제1 값을 기초로 이완기 혈압을 추정하며, 이완기 혈압에 제2 값을 적용하여 수축기 혈압을 추정할 수 있다. 이와 같이 획득된 혈압 추정 결과는 다양한 방식으로 사용자에게 제공될 수 있다.
- [0108] 도 6a 및 도 6b는 일 실시예에 따른 웨어러블 기기를 설명하기 위한 도면이다. 진술한 혈압 추정 장치의 다양한 실시예들은 도시된 바와 같이 손목에 착용하는 스마트 워치나 스마트 밴드형 웨어러블 기기에 탑재될 수 있다. 다만, 이에 제한되는 것은 아니며, 스마트폰, 태블릿 PC, 데스크탑 PC, 노트북 PC 등의 기기에 탑재될 수 있다.
- [0109] 도 6a 및 도 6b를 참조하면, 웨어러블 기기(600)는 기기 본체(610)와 스트랩(620)을 포함할 수 있다.
- [0110] 스트랩(620)은 플렉시블하게 구성될 수 있으며 사용자의 손목에 감싸는 형태로 구부러지거나 사용자의 손목으로부터 분리되는 형태로 구부러질 수 있다. 또는, 스트랩(620)은 분리되지 않는 밴드 형태로 구성될 수 있다. 이

때, 스트랩(620)은 손목에 가해지는 압력의 변화에 따라 탄성을 갖도록 내부에 공기가 주입되거나 공기 주머니를 포함할 수 있으며, 본체(610)로 손목의 압력 변화를 전달할 수 있다.

- [0111] 본체(610) 또는 스트랩(620)의 내부에는 웨어러블 기기에 전원을 공급하는 배터리가 내장될 수 있다.
- [0112] 또한, 본체(610)의 내부에는 다양한 생체신호를 측정하는 하나 이상의 센서들이 탑재될 수 있다. 예를 들어, 피검체(OBJ), 예컨대 손목 부위가 접촉하는 본체(610)의 후면에 맥파 센서(611)가 피검체(OBJ)에 노출되는 형태로 장착될 수 있다. 맥파 센서(611)는 피검체(OBJ)에 광을 조사하는 광원(611a)과, 피검체(OBJ)로부터 산란 또는 반사되어 나오는 광을 검출하여 맥파 신호를 측정하는 디텍터(611b)를 포함할 수 있다. 이때, 광원(611a)은 LED(light emitting diode), 레이저 다이오드(laser diode) 및 형광체 중의 적어도 하나를 포함할 수 있으며, 하나 또는 둘 이상의 어레이로 형성될 수 있다. 둘 이상의 어레이로 형성되는 광원은 서로 다른 파장의 광을 조사하도록 형성될 수 있다. 또한, 디텍터는 포토다이오드(photodiode), 이미지 센서 등을 포함할 수 있으며, 하나 또는 둘 이상의 어레이로 형성될 수 있다.
- [0113] 웨어러블 기기(600)의 본체(610)에는 맥파 센서(611) 및/또는 외부 센서로부터 수신된 생체신호를 기초로 혈압을 추정하는 프로세서(612)가 장착될 수 있다. 프로세서(612)는 사용자의 혈압 추정 요청에 따라 제어신호를 생성하여 맥파 센서(611)를 제어하며, 필요한 경우 통신부(613)를 제어하여 외부 센서로부터 생체신호를 수신하도록 할 수 있다.
- [0114] 통신부(613)는 본체(610)의 내부에 탑재될 수 있으며, 프로세서(612)의 제어에 따라 외부 기기와 통신하여 필요한 정보들을 송수신할 수 있다. 예를 들어, 통신부(613)는 생체신호를 측정하는 외부 센서, 예컨대, ECG 센서, EMG 센서, BCG 센서 등으로부터 생체신호를 수신할 수 있다. 또한, 사용자의 휴대 단말로부터 혈압 추정 요청을 수신할 수 있다. 또한, 추출된 특징점이나 특징 정보를 외부 기기에 전송하여 혈압을 추정하도록 할 수도 있다. 또한, 혈압 추정 결과를 외부 기기에 전송하여 사용자에게 표시하도록 하거나 혈압 이력 관리, 질병 연구 등 다양한 목적으로 활용되도록 할 수 있다. 또한, 외부 기기로부터 혈압 추정식이나 혈압 측정 기기에 의해 측정된 기준 혈압과 같은 기준 정보를 수신할 수 있다.
- [0115] 프로세서(612)는 맥파 센서(611) 및/또는 외부 센서로부터 생체신호가 수신되면 수신된 생체신호로부터 심박출량 특징 및 총혈관저항 특징을 추출할 수 있다. 예를 들어, 맥파 신호를 분석하여 전술한 바와 같은 다양한 특징점들을 획득하고, 획득된 특징점들을 조합하여 특징을 추출할 수 있다. 이때, 프로세서(612)는 심박출량 특징과 총혈관저항 특징을 평균 혈압, 수축기 혈압 및 이완기 혈압용으로 각각 추출할 수 있다.
- [0116] 프로세서(612)는 혈압 추정 시점의 심박출량 특징 및 총혈관저항 특징의 절대적인 값을 획득하기 어려운 점을 감안하여 캘리브레이션 시점의 심박출량 특징 및 총혈관저항 특징 대비 상대적인 변화를 추정하고, 추정된 상대적인 변화를 이용하여 혈압을 추정할 수 있다. 이와 관련한 자세한 설명은 전술한 바 있다.
- [0117] 웨어러블 기기(600)는 본체(610)에 장착되는 조작부(615)와 표시부(614)를 더 포함할 수 있다.
- [0118] 조작부(615)는 사용자의 제어 명령을 수신하여 프로세서(612)로 전달할 수 있으며, 웨어러블 기기(600)의 전원을 온/오프시키는 명령을 입력하기 위한 전원 버튼을 포함할 수 있다.
- [0119] 표시부(614)는 프로세서(612)의 제어에 따라 검출된 혈압과 관련된 다양한 정보를 사용자에게 제공할 수 있다. 예컨대, 표시부(614)는 검출된 혈압, 알람, 경고 등의 추가 정보를 다양한 시각적/비시각적 방식으로 사용자에게 표시할 수 있다.
- [0120] 한편, 본 실시 예들은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다.
- [0121] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현하는 것을 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 실시예들을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 해당 기술 분야의 프로그래머들에 의하여 용이하게 추론될 수 있다.
- [0122] 본 개시가 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 개시된 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 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

**부호의 설명**

[0123]

100, 200: 혈압 추정 장치 110: 생체신호 측정부

120, 400: 프로세서 210: 통신부

220: 출력부 230: 저장부

310: 특징 추출부 320: 캘리브레이션부

330: 특징 변화 추정부 340: 혈압 추정부

600: 웨어러블 기기 610: 본체

611: 맥파 센서 611a: 광원

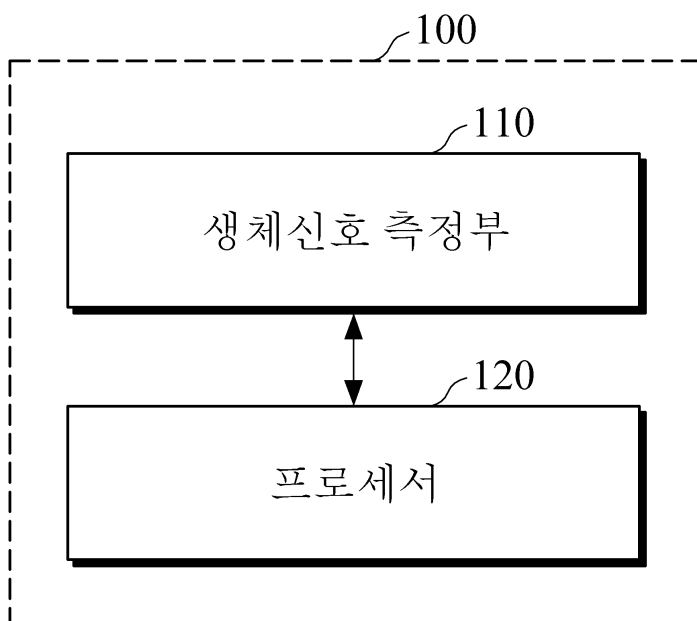
611b: 디텍터 612: 프로세서

613: 통신부 614: 표시부

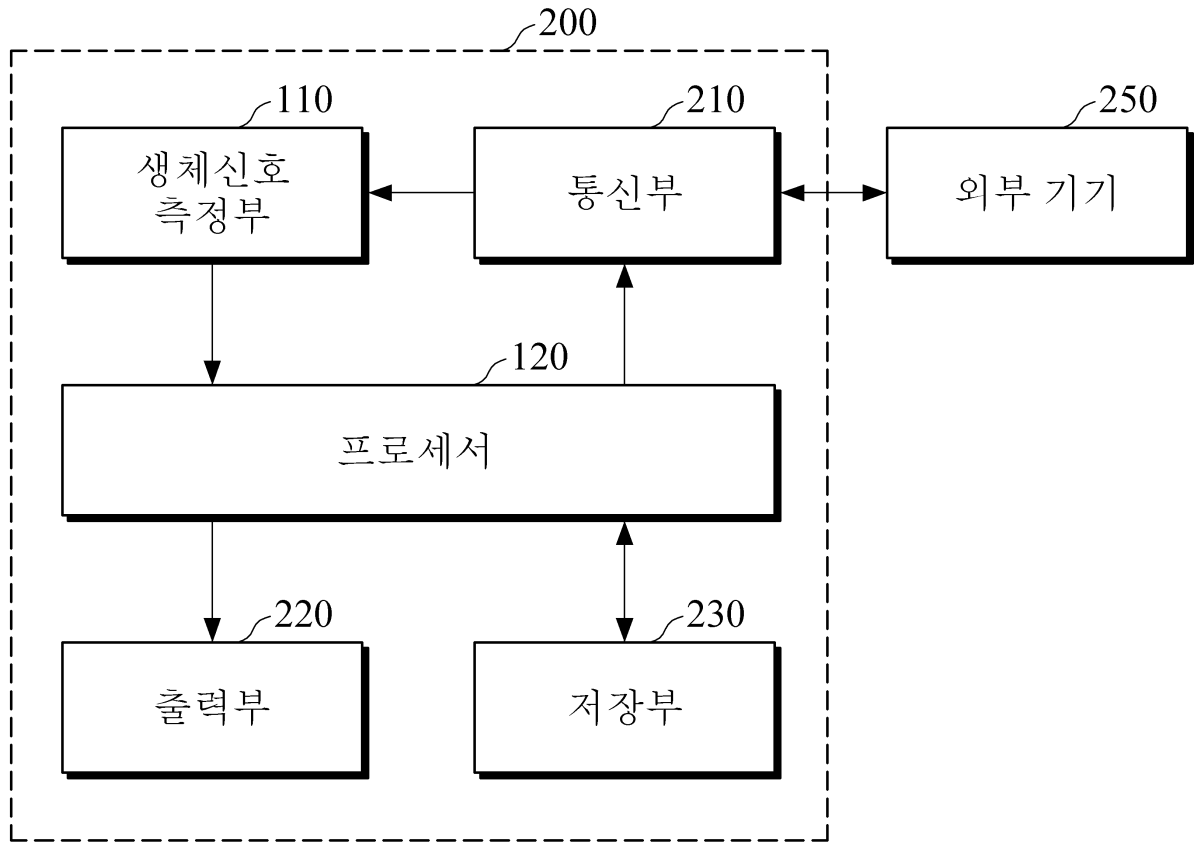
615: 조작부 620: 스트랩

**도면**

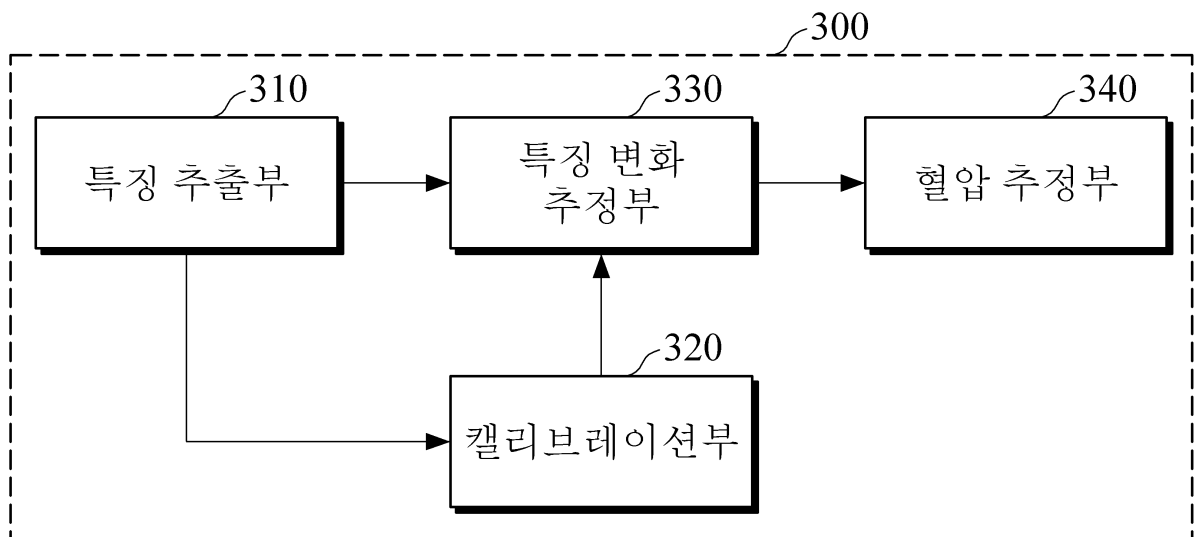
**도면1**



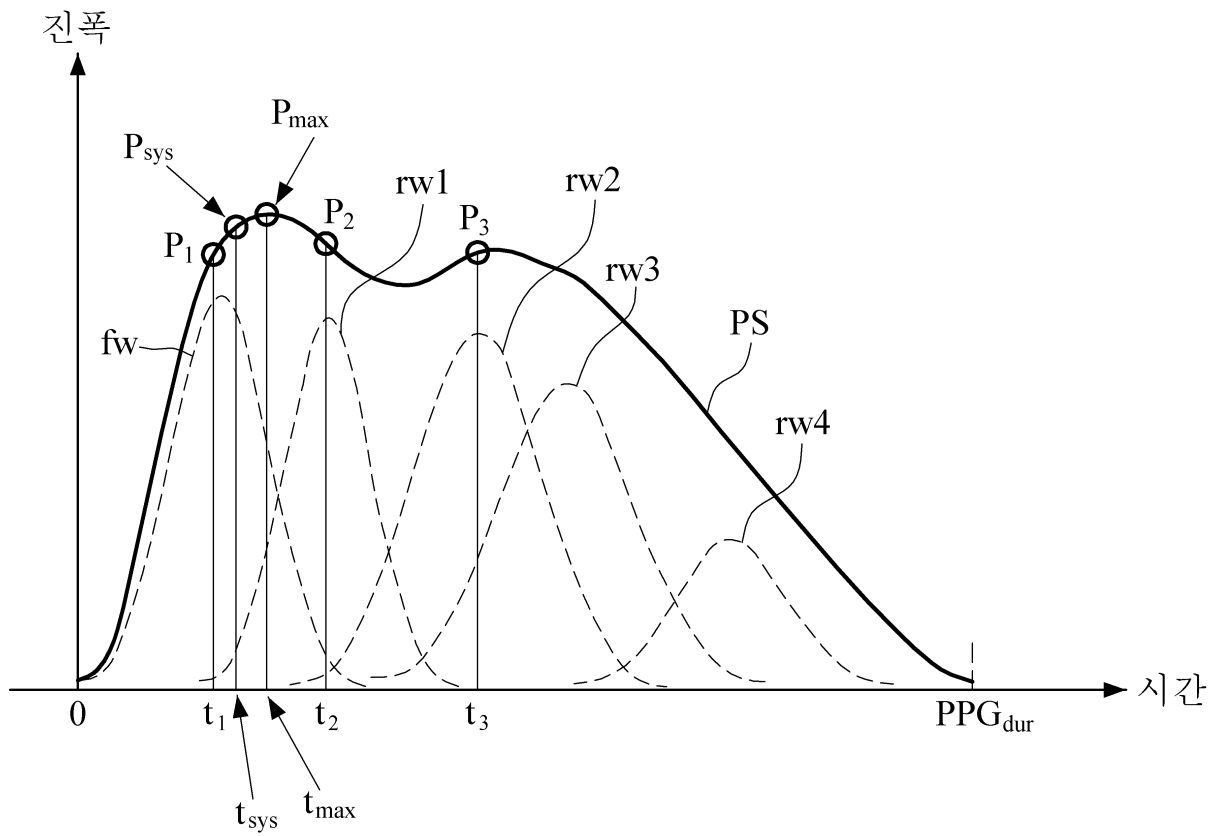
도면2



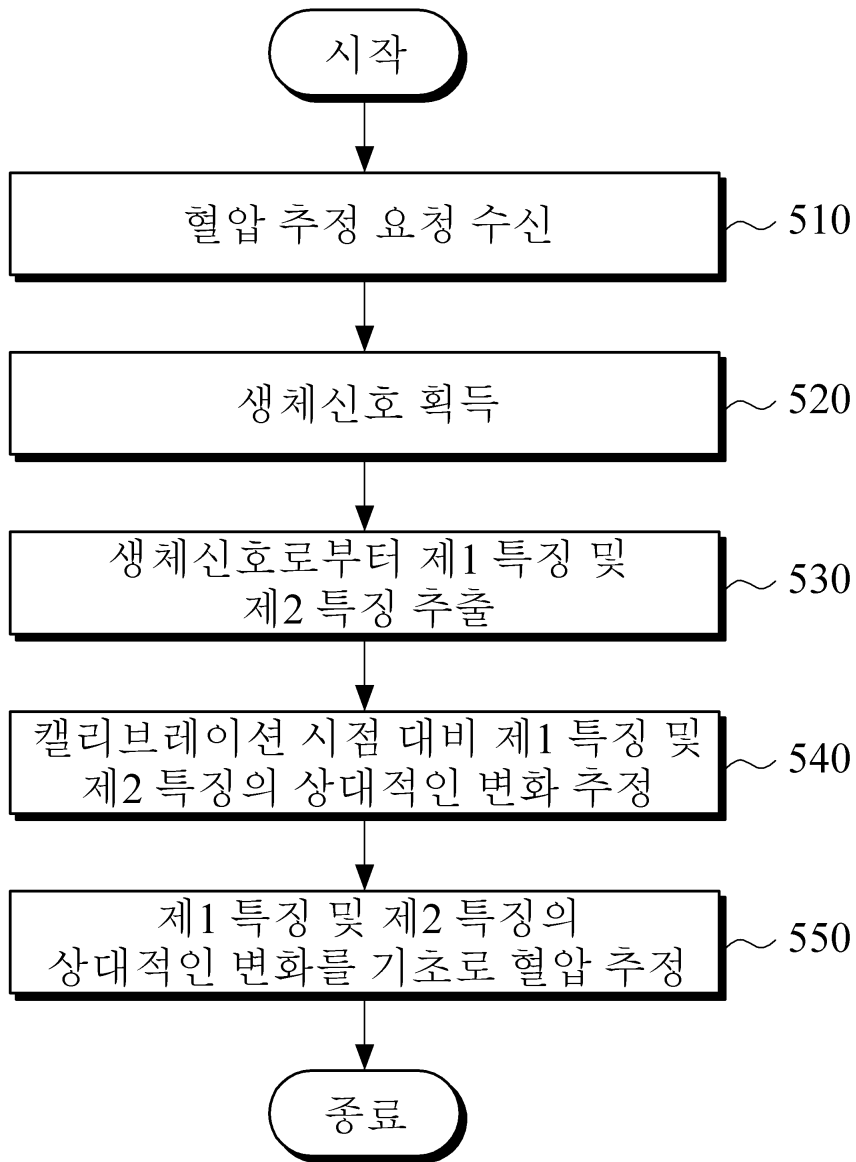
도면3



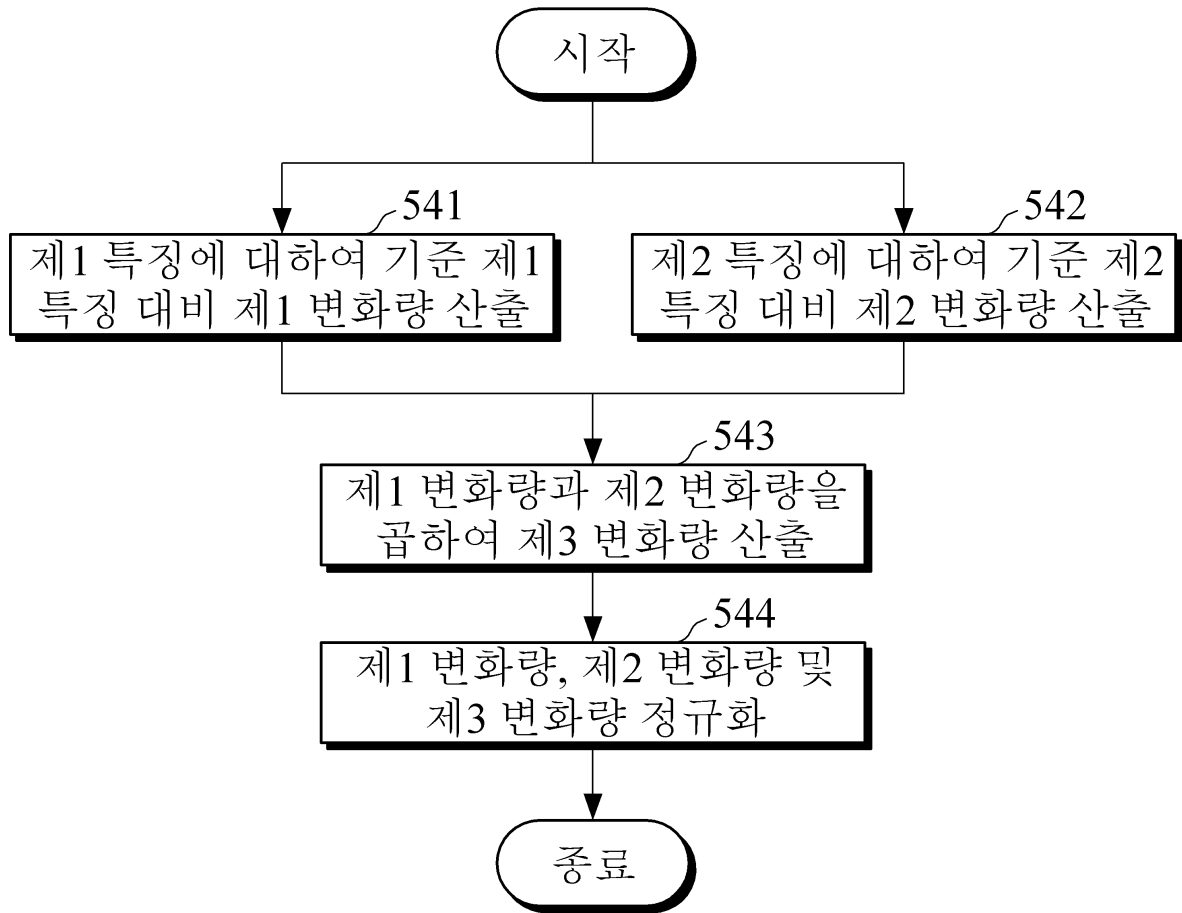
도면4



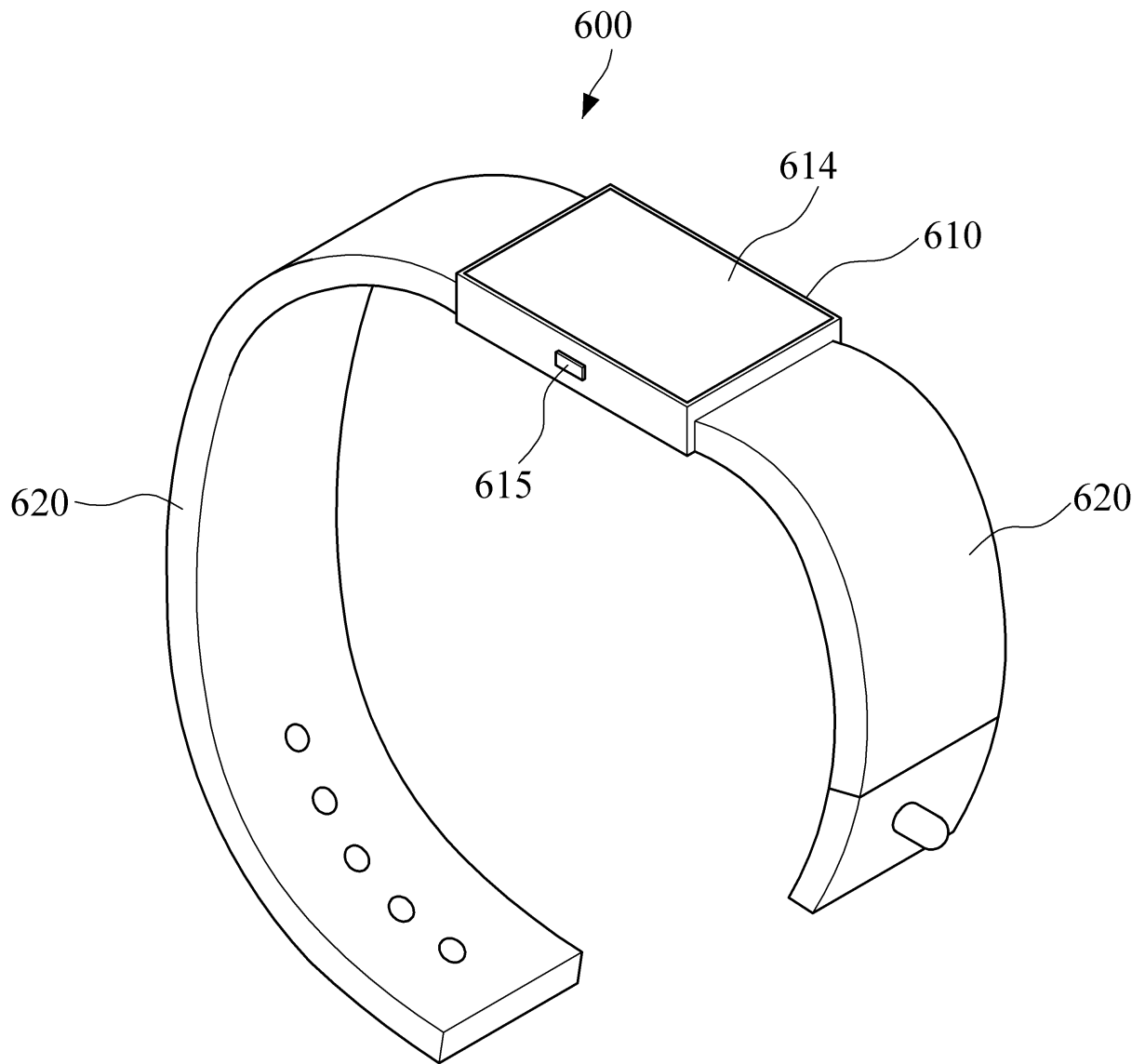
도면5a



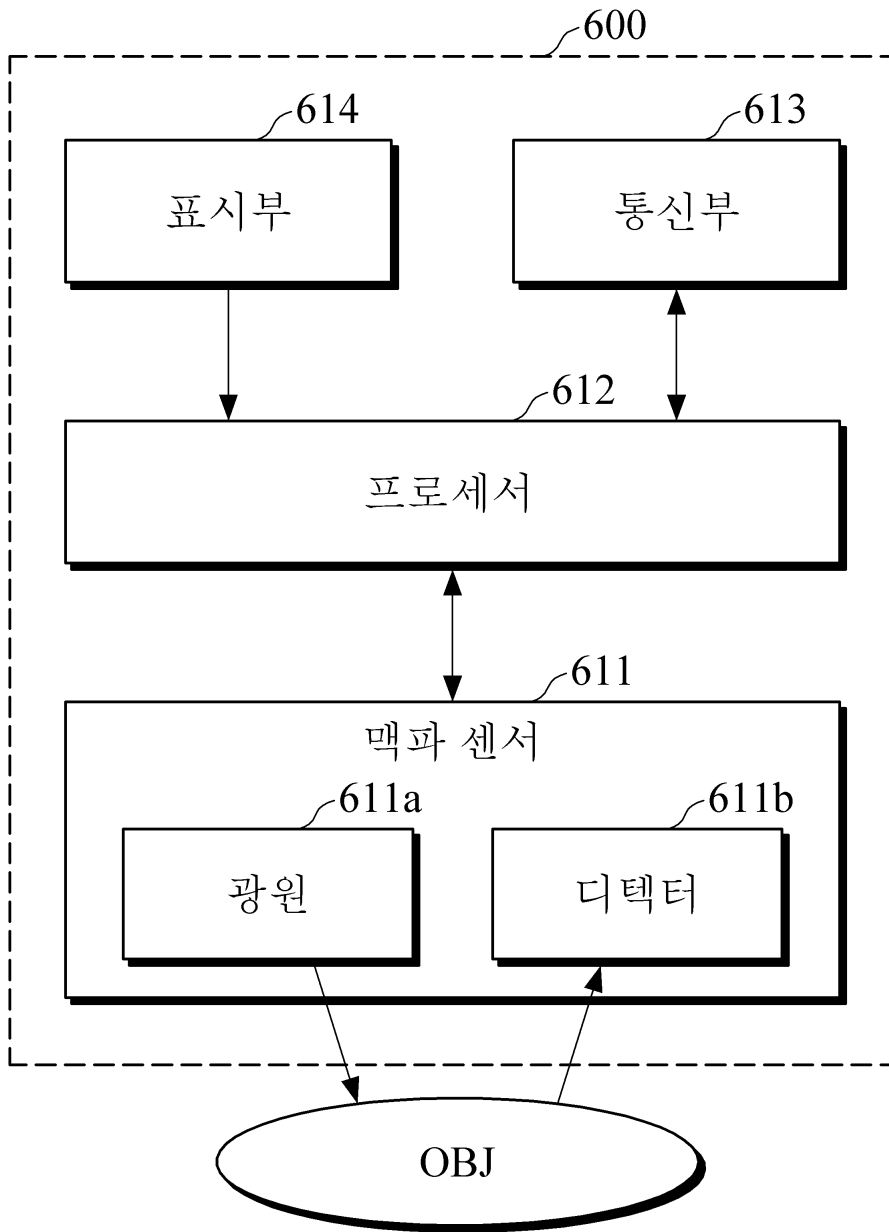
도면5b



도면6a



도면6b



专利名称(译)	估计血压的装置和方法		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020200021207A</a>	公开(公告)日	2020-02-28
申请号	KR1020180096673	申请日	2018-08-20
[标]申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司		
[标]发明人	권의근 박창순 장대근		
发明人	권의근 박창순 장대근		
IPC分类号	A61B5/021 A61B5/00 A61B5/024 A61B5/0402 A61B5/0488 A61B5/11		
CPC分类号	A61B5/021 A61B5/0022 A61B5/02416 A61B5/0402 A61B5/0488 A61B5/1102 A61B5/7235 A61B5/7275 A61B5/02108 A61B5/6802 A61B5/7455 A61B5/746 A61B5/029 A61B5/7278 A61B2560/0223 A61B5/02116 A61B5/02125 A61B5/681 A61B2560/0228		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

公开了一种用于非侵入性地估计血压的设备。根据本发明的一个实施例，用于估计血压的设备可以包括：用于测量来自用户的生物信号的生物信号测量单元和用于使用所估计的生物信号来估计血压的处理器。在此，处理器可以从生物信号中提取第一特征和第二特征，在校准时估计与第一参考特征和第二参考特征相比的相对变化，并且基于该相对变化来估计血压。估计的第一特征和第二特征。

