



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0078795
(43) 공개일자 2020년07월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/021 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)
A61B 5/11 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/021 (2013.01)
A61B 5/1102 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0167746
(22) 출원일자 2018년12월21일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
유니버시티 오브 메릴랜드, 칼리지 파크
미국 메릴랜드 칼리지 파크 미첼 빌딩 2130 (우:20742)
(72) 발명자
장대근
경기도 용인시 수지구 광교호수로 431, 101동 603호 (상현동, 광교레이크포레)
페이만 유세피안
미국, 엠디 20742, 칼리지 파크, 샵 201, 로얄트 드라이브 4307
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 신지

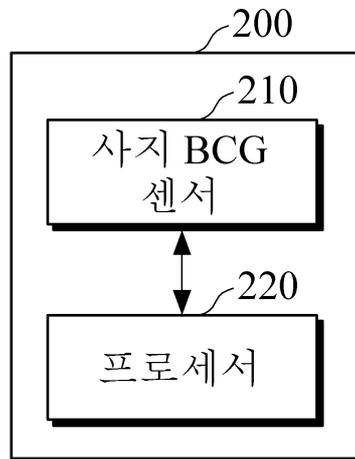
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 발명의 명칭 **혈압 추정 장치 및 방법**

(57) 요약

일 양상에 따른 혈압 추정 장치는 사용자의 사지 BCG(ballistocardiogram) 신호를 측정하는 사지 BCG 센서 및, 측정된 사지 BCG 신호를 기초로 사지 BCG 센서의 센싱 특성에 따른 혈압 연관 특징(feature)을 획득하고, 획득된 혈압 연관 특징을 기초로 사용자의 혈압을 추정하는 프로세서를 포함할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

A61B 5/7264 (2013.01)

A61B 5/7275 (2013.01)

A61B 2562/0219 (2013.01)

(72) 발명자

한진오

미국, 엠디 20852, 로크빌, 몬트로즈 로드 6354

권의근

경기도 수원시 영통구 삼성로 130, 본관동5층(매
탄동삼성전자소재연구단지)

김연호

서울특별시 도봉구 우이천로4길 58 (창동)

신승태

미국, 엠디 20770, 그린벨트, 야콥스 드라이브
7841

명세서

청구범위

청구항 1

사용자의 사지 BCG(ballistocardiogram) 신호를 측정하는 사지 BCG 센서; 및

상기 측정된 사지 BCG 신호를 기초로 상기 사지 BCG 센서의 센싱 특성에 따른 혈압 연관 특징(feature)을 획득하고, 획득된 혈압 연관 특징을 기초로 사용자의 혈압을 추정하는 프로세서를 포함하는 혈압 추정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 사지 BCG 센서의 센싱 특성은 상기 사지 BCG 센서의 종류 및 측정 위치 중의 적어도 하나를 포함하는 혈압 추정 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 프로세서는

사용자로부터 측정된 사지 BCG 신호를 기초로 기준 사지 BCG 예측 모델을 캘리브레이션하여, 상기 사지 BCG 센서의 센싱 특성에 따른 개인화된 사지 BCG 예측 모델을 생성하는 모델 캘리브레이션부를 포함하는 혈압 추정 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 모델 캘리브레이션부는

사용자에 부착된 사지 BCG 센서의 센싱 특성에 따라 상기 기준 사지 BCG 예측 모델의 복수의 파라미터 중에서 적어도 일부의 파라미터를 선정하고, 상기 측정된 사지 BCG 신호를 기초로 상기 선정된 파라미터를 조절하여 상기 개인화된 사지 BCG 예측 모델을 생성하는 혈압 추정 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 모델 캘리브레이션부는

상기 사지 BCG 센서의 센싱 특성이 사용자의 손목에 착용된 가속도 센서인 경우, 질량, 탄성 및 감쇠 중의 적어도 하나를 상기 파라미터로 선정하는 혈압 추정 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 프로세서는

개인화된 사지 BCG 예측 모델을 이용하여 상기 측정된 사지 BCG 신호를 변환하고, 변환된 사지 BCG 신호를 기초로 특징점(characteristic point)을 추출하는 특징점 추출부를 포함하는 혈압 추정 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 특징점 추출부는

상기 변환된 사지 BCG 신호 내의 소정 특징점 또는 다른 센서를 통해 측정된 생체신호를 기초로 비트 게이팅(beat gating)하여 상기 특징점을 추출하는 혈압 추정 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 특징점 추출부는

상기 비트 게이팅(beat gating)을 통해 상기 변환된 사지 BCG 신호로부터 대표 신호를 추출하고, 추출된 대표 신호에서 상기 특징점을 추출하는 혈압 추정 장치.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 프로세서는

진신 BCG 신호와 사지 BCG 신호의 관계를 고려하여, 상기 추출된 특징점으로부터 상기 사지 BCG 센서의 센싱 특성에 따른 혈압 연관 특징을 획득하는 특징 획득부를 포함하는 혈압 추정 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 특징 획득부는

상기 사지 BCG 센서의 센싱 특성이 손목에 착용된 가속도 센서인 경우, J-K 구간을 맥파전달시간(pulse transit time, PTT)과 연관된 특징으로, K-과 진폭을 대동맥 맥압(pulse pressure, PP)과 연관된 특징으로, K-L 진폭을 말초 맥압(pulse pressure, PP)과 연관된 특징으로 획득하는 혈압 추정 장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 획득된 혈압 연관 특징을 기초로, 선형/비선형 회귀분석, 신경망 및 딥러닝 중의 적어도 하나의 수학적 모델을 이용하여 혈압을 추정하는 혈압 추정부를 포함하는 혈압 추정 장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 획득된 혈압 연관 특징을 기초로 혈압 변화량을 추정하고, 추정된 혈압 변화량 및 캘리브레이션 시점에 외부 혈압 측정 기기를 통해 측정된 기준 혈압을 기초로 혈압을 추정하는 혈압 추정부를 포함하는 혈압 추정 장치.

청구항 13

사용자의 사지 BCG(ballistocardiogram) 신호를 측정하는 단계;

상기 측정된 사지 BCG 신호를 기초로 상기 사지 BCG 센서의 센싱 특성에 따른 혈압 연관 특징(feature)을 획득하는 단계; 및

상기 획득된 혈압 연관 특징을 기초로 사용자의 혈압을 추정하는 단계를 포함하는 혈압 추정 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

사용자로부터 측정된 사지 BCG 신호를 기초로 기준 사지 BCG 예측 모델을 캘리브레이션하여, 상기 사지 BCG 센

서의 센싱 특성에 따른 개인화된 사지 BCG 예측 모델을 생성하는 단계를 더 포함하는 혈압 추정 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 개인화된 사지 BCG 예측 모델을 생성하는 단계는

사용자에 부착된 사지 BCG 센서의 센싱 특성에 따라 상기 기준 사지 BCG 예측 모델의 복수의 파라미터 중에서 적어도 일부의 파라미터를 선정하고, 상기 측정된 사지 BCG 신호를 기초로 상기 선정된 파라미터를 조절하여 상기 개인화된 사지 BCG 예측 모델을 생성하는 혈압 추정 방법.

청구항 16

제13항에 있어서,

개인화된 사지 BCG 예측 모델을 이용하여 상기 측정된 사지 BCG 신호를 변환하고, 상기 변환된 사지 BCG 신호를 기초로 특징점(characteristic point)을 추출하는 단계를 더 포함하는 혈압 추정 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 특징점을 추출하는 단계는

상기 변환된 사지 BCG 신호 내의 소정 특징점 또는 다른 센서를 통해 측정된 생체신호를 기초로 비트 게이팅(beat gating)하여 상기 특징점을 추출하는 혈압 추정 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 특징점을 추출하는 단계는

상기 비트 게이팅(beat gating)을 통해 상기 변환된 사지 BCG 신호로부터 대표 신호를 추출하고, 추출된 대표 신호에서 특징점을 추출하는 혈압 추정 방법.

청구항 19

제16항에 있어서,

상기 혈압 연관 특징을 획득하는 단계는

전신 BCG 신호와 사지 BCG 신호의 관계를 고려하여, 상기 추출된 특징점으로부터 상기 사지 BCG 센서의 센싱 특성에 따른 혈압 연관 특징을 획득하는 혈압 추정 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 혈압 연관 특징을 획득하는 단계는

상기 사지 BCG 센서의 센싱 특성이 손목에 착용된 가속도 센서인 경우, J-K 구간을 맥파 전달 시간(pulse transit time, PTT)과 연관된 특징으로, K-과 진폭을 대동맥 맥압(pulse pressure, PP)과 연관된 특징으로, K-L 진폭을 말초 맥압(pulse pressure, PP)과 연관된 특징으로 획득하는 혈압 추정 방법.

청구항 21

제13항에 있어서,

상기 혈압을 추정하는 단계는

상기 획득된 혈압 연관 특징을 기초로, 선형/비선형 회귀분석, 신경망 및 딥러닝 중의 적어도 하나의 수학적 모델을 이용하여 혈압을 추정하는 혈압 추정 방법.

청구항 22

사용자의 사지 BCG(ballistocardiogram) 신호를 측정하는 사지 BCG 센서;

사용자의 맥파 신호를 측정하는 맥파 센서; 및

상기 측정된 사지 BCG 신호를 기초로 상기 사지 BCG 센서의 센싱 특성에 따른 혈압 연관 특징(feature)을 획득하고, 획득된 혈압 연관 특징 및 상기 맥파 신호를 기초로 사용자의 혈압을 추정하는 프로세서를 포함하는 혈압 추정 장치.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 프로세서는

개인화된 사지 BCG 예측 모델을 이용하여 상기 측정된 사지 BCG 신호를 변환하고, 상기 변환된 사지 BCG 신호를 기초로 특징점(characteristic point)을 추출하는 특징점 추출부를 포함하는 혈압 추정 장치.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 특징점 추출부는

상기 측정된 맥파 신호를 기초로 비트 게이팅(beat gating)하여 상기 변환된 사지 BCG 신호로부터 특징점(characteristic point)을 추출하는 혈압 추정 장치.

청구항 25

제23항에 있어서,

상기 프로세서는

상기 맥파 신호 내의 소정 특징점과, 상기 사지 BCG 신호로부터 추출된 소정 특징점 간의 시간 간격을 기초로 맥파전달시간(pulse transit time, PTT)을 획득하는 PTT 획득부; 및

상기 획득된 맥파전달시간 및 상기 획득된 혈압 연관 특징을 기초로 혈압을 추정하는 혈압 추정부를 포함하는 혈압 추정 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 커프리스(cuffless) 방식으로 혈압을 추정하는 기술과 관련된다.

배경 기술

[0002] 고령화 사회로의 빠른 진입과 이에 따른 의료비 증가 등의 사회적 문제로 인해 헬스케어 기술이 많은 관심을 받고 있다. 이에 따라 병원이나 검사 기관에서 활용할 수 있는 의료 기기뿐만 아니라, 개인이 휴대할 수 있는 소형 의료 기기가 개발되고 있다. 또한, 이러한 소형 의료 기기는 사용자에게 착용되어, 혈압 등과 같은 심혈관계 건강 상태를 직접 측정할 수 있는 웨어러블 디바이스(wearable device)의 형태로 보급되어, 사용자가 직접 심혈관계 건강 상태를 측정하고 관리하는 것을 가능하게 하고 있다.

[0003] 따라서 최근에는 혈압 추정의 정확도를 높임과 동시에 기기의 소형화를 위해 생체 신호를 분석하여 혈압을 추정하는 방식에 대한 연구가 많이 진행되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 사지 BCG(ballistocardiogram)의 센싱 특성을 기초로 혈압을 추정하는 장치 및 방법이 제시된다.

과제의 해결 수단

- [0005] 일 양상에 따른 혈압 추정 장치는 사용자의 사지 BCG(ballistocardiogram) 신호를 측정하는 사지 BCG 센서 및, 측정된 사지 BCG 신호를 기초로 사지 BCG 센서의 센싱 특성에 따른 혈압 연관 특징(feature)을 획득하고, 획득된 혈압 연관 특징을 기초로 사용자의 혈압을 추정하는 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0006] 이때, 사지 BCG 센서의 센싱 특성은 사지 BCG 센서의 종류 및 측정 위치 중의 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0007] 프로세서는 사용자로부터 측정된 사지 BCG 신호를 기초로 기준 사지 BCG 예측 모델을 캘리브레이션하여, 사지 BCG 센서의 센싱 특성에 따른 개인화된 사지 BCG 예측 모델을 생성하는 모델 캘리브레이션부를 포함할 수 있다.
- [0008] 모델 캘리브레이션부는 사용자에게 부착된 사지 BCG 센서의 센싱 특성에 따라 상기 기준 사지 BCG 예측 모델의 복수의 파라미터 중에서 적어도 일부의 파라미터를 선정하고, 상기 측정된 사지 BCG 신호를 기초로 선정된 파라미터를 조절하여 개인화된 사지 BCG 예측 모델을 생성할 수 있다.
- [0009] 모델 캘리브레이션부는 사지 BCG 센서의 센싱 특성이 사용자의 손목에 착용된 가속도 센서인 경우, 질량, 탄성 및 감쇠 중의 적어도 하나를 파라미터로 선정할 수 있다.
- [0010] 또한, 프로세서는 개인화된 사지 BCG 예측 모델을 이용하여 측정된 사지 BCG 신호를 변환하고, 변환된 사지 BCG 신호를 기초로 특징점(characteristic point)을 추출하는 특징점 추출부를 포함할 수 있다.
- [0011] 특징점 추출부는 변환된 사지 BCG 신호 내의 소정 특징점 또는 다른 센서를 통해 측정된 생체신호를 기초로 비트 게이팅(beat gating)하여 특징점을 추출할 수 있다.
- [0012] 특징점 추출부는 비트 게이팅(beat gating)을 통해 상기 변환된 사지 BCG 신호로부터 대표 신호를 추출하고, 추출된 대표 신호에서 특징점을 추출할 수 있다.
- [0013] 프로세서는 전신 BCG 신호와 사지 BCG 신호의 관계를 고려하여, 추출된 특징점으로부터 상기 사지 BCG 센서의 센싱 특성에 따른 혈압 연관 특징을 획득하는 특징 획득부를 포함할 수 있다.
- [0014] 특징 획득부는 사지 BCG 센서의 센싱 특성이 손목에 착용된 가속도 센서인 경우, J-K 구간을 맥파 전달 시간(pulse transit time, PTT)과 연관된 특징으로, K-과 진폭을 대동맥 맥압(pulse pressure, PP)과 연관된 특징으로, K-L 진폭을 말초 맥압(pulse pressure, PP)과 연관된 특징으로 획득할 수 있다.
- [0015] 프로세서는 획득된 혈압 연관 특징을 기초로, 선형/비선형 회귀분석, 신경망 및 딥러닝 중의 적어도 하나의 수학적 모델을 이용하여 혈압을 추정하는 혈압 추정부를 포함할 수 있다.
- [0016] 프로세서는 획득된 혈압 연관 특징을 기초로 혈압 변화량을 추정하고, 추정된 혈압 변화량 및 캘리브레이션 시점에 외부 혈압 측정 기기를 통해 측정된 기준 혈압을 기초로 혈압을 추정하는 혈압 추정부를 포함할 수 있다.
- [0017] 일 양상에 따른 혈압 추정 방법은 사용자의 사지 BCG(ballistocardiogram) 신호를 측정하는 단계, 측정된 사지 BCG 신호를 기초로 사지 BCG 센서의 센싱 특성에 따른 혈압 연관 특징(feature)을 획득하는 단계 및 획득된 혈압 연관 특징을 기초로 사용자의 혈압을 추정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0018] 또한 혈압 추정 방법은 사용자로부터 측정된 사지 BCG 신호를 기초로 기준 사지 BCG 예측 모델을 캘리브레이션하여, 사지 BCG 센서의 센싱 특성에 따른 개인화된 사지 BCG 예측 모델을 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 개인화된 사지 BCG 예측 모델을 생성하는 단계는 사용자에게 부착된 사지 BCG 센서의 센싱 특성에 따라 기준 사지 BCG 예측 모델의 복수의 파라미터 중에서 적어도 일부의 파라미터를 선정하고, 측정된 사지 BCG 신호를 기초로 선정된 파라미터를 조절하여 상기 개인화된 사지 BCG 예측 모델을 생성할 수 있다.
- [0020] 또한 혈압 추정 방법은 개인화된 사지 BCG 예측 모델을 이용하여 상기 측정된 사지 BCG 신호를 변환하고, 변환된 사지 BCG 신호를 기초로 특징점(characteristic point)을 추출하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0021] 특징점을 추출하는 단계는 변환된 사지 BCG 신호 내의 소정 특징점 또는 다른 센서를 통해 측정된 생체신호를 기초로 비트 게이팅(beat gating)하여 상기 특징점을 추출할 수 있다.
- [0022] 특징점을 추출하는 단계는 비트 게이팅(beat gating)을 통해 상기 변환된 사지 BCG 신호로부터 대표 신호를 추출하고, 추출된 대표 신호에서 특징점을 추출할 수 있다.
- [0023] 혈압 연관 특징을 획득하는 단계는 전신 BCG 신호와 사지 BCG 신호의 관계를 고려하여, 추출된 특징점으로부터

상기 사지 BCG 센서의 센싱 특성에 따른 혈압 연관 특징을 획득할 수 있다.

- [0024] 혈압 연관 특징을 획득하는 단계는 사지 BCG 센서의 센싱 특성이 손목에 착용된 가속도 센서인 경우, J-K 구간을 맥파 전달 시간(pulse transit time, PTT)과 연관된 특징으로, K-과 진폭을 대동맥 맥압(pulse pressure, PP)과 연관된 특징으로, K-L 진폭을 말초 맥압(pulse pressure, PP)과 연관된 특징으로 획득할 수 있다.
- [0025] 혈압을 추정하는 단계는 획득된 혈압 연관 특징을 기초로, 선형/비선형 회귀분석, 신경망 및 딥러닝 중의 적어도 하나의 수학적 모델을 이용하여 혈압을 추정할 수 있다.
- [0026] 일 양상에 따르면, 혈압 추정 장치는 사용자의 사지 BCG(ballistocardiogram) 신호를 측정하는 사지 BCG 센서, 사용자의 맥파 신호를 측정하는 맥파 센서 및, 측정된 사지 BCG 신호를 기초로 사지 BCG 센서의 센싱 특성에 따른 혈압 연관 특징(feature)을 획득하고, 획득된 혈압 연관 특징 및 맥파 신호를 기초로 사용자의 혈압을 추정하는 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0027] 프로세서는 개인화된 사지 BCG 예측 모델을 이용하여 측정된 사지 BCG 신호를 변환하고, 상기 변환된 사지 BCG 신호를 기초로 특징점(characteristic point)을 추출하는 특징점 추출부를 포함할 수 있다.
- [0028] 특징점 추출부는 측정된 맥파 신호를 기초로 비트 게이팅(beat gating)하여 상기 변환된 사지 BCG 신호로부터 특징점(characteristic point)을 추출할 수 있다.
- [0029] 프로세서는 맥파 신호 내의 소정 특징점과, 사지 BCG 신호로부터 추출된 소정 특징점 간의 시간 간격을 기초로 맥파전달시간(pulse transit time, PTT)을 획득하는 PTT 획득부 및, 획득된 맥파전달시간 및 획득된 혈압 연관 특징을 기초로 혈압을 추정하는 혈압 추정부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0030] 사지 BCG 센싱 특성을 고려하여 혈압을 추정함으로써 커프 없이 실시간 연속 혈압 모니터링이 가능하고 혈압 추정의 정확도를 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 전신(whole-body) BCG 신호와 사지(limb) BCG 신호의 예를 도시한 것이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 혈압 추정 장치의 블록도이다.
- 도 3은 도 2의 프로세서의 일 실시예를 도시한 블록도이다.
- 도 4a 및 도 4b는 사지 BCG 신호를 이용한 혈압 추정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 일 실시예에 따른 혈압 추정 장치의 블록도이다.
- 도 6은 도 5의 프로세서의 일 실시예를 도시한 블록도이다.
- 도 7은 일 실시예에 따른 혈압 추정 방법의 흐름도이다.
- 도 8은 혈압 추정 과정(720)의 실시예들을 도시한 흐름도이다.
- 도 9는 다른 실시예에 따른 혈압 추정 방법의 흐름도이다.
- 도 10은 혈압 추정 과정(920)의 일 실시예를 도시한 흐름도이다.
- 도 11은 일 실시예에 따른 혈압 추정 장치의 블록도이다.
- 도 12는 손목형 웨어러블 디바이스를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 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.
- [0033] 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.

- [0034] 이하, 도면들을 참고하여 혈압 추정 장치 및 방법의 실시예들을 자세히 설명하도록 한다. 이하의 실시예들에서 설명되는 전신(whole-body) BCG(ballistocardiogram) 신호는 심박동에 기인한 전신의 진동 신호 신호를 나타내며, 사지(limb) BCG 신호는 심박동에 기인한 사지(예컨대, 손목, 발목, 목, 팔뚝 등)의 피부 진동 신호를 나타낼 수 있다.
- [0035] 도 1은 전신 BCG 신호와 사지 BCG 신호의 예를 도시한 것이다. 도 1에서 사지 BCG 신호(120)는 손목에서 측정된 손목의 피부 진동 신호일 수 있다.
- [0036] 도 1을 참조하면, 전신 BCG 신호(110)와 사지 BCG 신호(120)는 유사한 특징점(예, H, I, J, K 등)을 갖지만, 채널 특성(예컨대, Compliant human body 등)의 원인에 의해 전신 BCG 신호(110)와 사지 BCG 신호(120)는 상이한 특성을 보인다는 것을 알 수 있다. 예를 들어 도 1에 도시된 바와 같이, 전신 BCG 신호(110)와 사지 BCG 신호(120)를 ECG(electrocardiogram) 신호(130)의 R-파(R-wave)를 기준으로 비트 게이팅(beat gating)을 하면, 사지 BCG 신호(120)의 특징점(예: Hw, Iw, Jw, Kw)이 전신 BCG 신호(110)의 특징점(예: Hs, Is, Js, Ks)에 비해 빠르게 나타나고 신호 후반으로 갈수록 상호 대응하는 특징점들이 나타나는 시간 차이가 더욱 커지는 것을 알 수 있다.
- [0037] 이와 같이, BCG 신호를 측정하는 센싱 특성 예컨대, BCG 센서의 종류나 측정 위치 등에 따라 BCG의 형태가 다를 수 있다. 즉, 사용자의 사지의 다양한 위치에 부착된 다양한 종류의 사지 BCG 센서를 통해 측정된 사지 BCG 신호를 이용하여 혈압을 추정하는 경우 전신 BCG 신호에서 도출된 혈압 연관 특징(예: I-J 구간, J-K 진폭 등)과 동일한 기준으로 적용하기에 어려움이 있다는 것을 보여준다. 이하에서는 전신 BCG 신호에서 정의된 심혈관계 연관 특징들을 사지 BCG 신호의 센싱 특성에 맞게 재정의함으로써 혈압을 보다 정확하게 추정하는 다양한 실시예들을 설명한다.
- [0038] 도 2는 일 실시예에 따른 혈압 추정 장치의 블록도이다.
- [0039] 도 2의 혈압 추정 장치(200)는 소프트웨어 모듈로 구현되거나 하드웨어 칩 형태로 제작되어 전자 장치에 탑재될 수 있다. 이때, 전자 장치는 휴대폰, 스마트폰, 태블릿, 노트북, PDA(Personal Digital Assistants), PMP(Portable Multimedia Player), 네비게이션, MP3 플레이어, 디지털 카메라, 웨어러블 디바이스 등을 포함할 수 있고, 웨어러블 디바이스는 손목시계형, 손목 밴드형, 반지형, 벨트형, 목걸이형, 발목 밴드형, 허벅지 밴드형, 팔뚝 밴드형 등을 포함할 수 있다. 그러나 전자 장치는 상술한 예에 제한되지 않으며, 웨어러블 디바이스 역시 상술한 예에 제한되지 않는다.
- [0040] 도 2를 참조하면, 혈압 추정 장치(200)는 사지 BCG 센서(210) 및 프로세서(220)를 포함한다.
- [0041] 사지 BCG 센서(210)는 사용자의 사지에 부착되어 사지 BCG 신호를 측정할 수 있다. 이때, 사지는 손목, 발목, 목 및 팔뚝 등을 포함할 수 있다. 사지 BCG 센서(210)는 사용자의 사지 중의 적어도 한 곳에 부착되어 하나 이상의 사지 BCG 신호를 측정할 수 있다. 사지 BCG 센서(210)는 변위(displacement) 센서, 속도(velocity) 센서, 가속도(acceleration) 센서, 로드셀 센서, PVDF(polyvinylidene fluoride) 필름 센서 및 EMFi(electromechanical film) 센서 등과 같이 BCG 신호를 측정할 수 있는 다양한 타입의 센서를 포함할 수 있으며 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0042] 프로세서(220)는 혈압 추정 장치(200)의 전반적인 동작을 제어할 수 있다. 프로세서(220)는 주기적으로, 또는 사용자 명령 등과 같은 특정 이벤트가 발생하면 사지 BCG 센서(210)를 구동하여 사용자의 사지 BCG 신호를 측정할 수 있다.
- [0043] 프로세서(220)는 사지 BCG 센서(210)에서 측정된 사지 BCG 신호를 분석하여 혈압과 연관된 특징(이하, 혈압 연관 특징)을 획득하고 획득된 혈압 연관 특징 중 일부 또는 전부를 기반으로 사용자의 혈압을 추정할 수 있다. 프로세서(220)는 사용자에게 부착된 사지 BCG 센서(210)의 종류나 측정 위치와 같은 센싱 특성을 고려하여 혈압 연관 특징을 획득할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(220)는 전신 BCG 신호와 사지 BCG 신호 간의 연관 관계를 정의한 사지 BCG 예측 모델을 이용하여 사용자에게 부착된 사지 BCG 센서(210)의 센싱 특성에 따른 혈압 연관 특징을 획득할 수 있다.

- [0044] 한편, 이하에서 설명되는 다양한 실시예들은 혈압 추정에 국한하여 설명하나 반드시 혈압에 한정되는 것은 아니며, 프로세서(220)는 사지 BCG 신호를 분석하여 혈압 이외의 다양한 심혈관계 특성 예컨대, 혈관 경화도(arterial stiffness), 심박출량(cardiac output), 1회 박출량(stroke volume) 등을 측정하거나 평가할 수도 있다.
- [0045] 이하, 도 3 내지 도 4b를 참조하여 본원발명의 프로세서(220)를 보다 상세하게 설명한다.
- [0046] 도 3은 도 2의 프로세서의 일 실시예를 도시한 블록도이다. 도 4a 및 도 4b는 사지 BCG 신호를 이용한 혈압 추정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0047] 도 3을 참조하면, 프로세서(300)는 전처리부(310), 모델 캘리브레이션부(320), 특징점 추출부(330), 특징 획득부(340) 및 혈압 추정부(350)를 포함할 수 있다.
- [0048] 전처리부(310)는 사지 BCG 센서(210)로부터 사지 BCG 신호를 수신하면, 필터링(filtering), 스무딩(smoothing) 등 다양한 노이즈 제거 기법을 이용하여 사지 BCG 신호에서 노이즈를 제거할 수 있다. 예컨대, 0.5~15Hz의 밴드패스 필터링을 수행할 수 있으며, 또는, 복수의 사지 이동 비트들(multiple limb movement beats)에 대하여 지수 이동 평균(exponential moving average)과 같은 평균화를 수행할 수 있다.
- [0049] 모델 캘리브레이션부(320)는 사용자의 사지에서 사지 BCG 신호가 측정되면, 측정된 사지 BCG 신호를 기초로 기준 사지 BCG 예측 모델을 캘리브레이션하여 그 사용자에게 개인화된 사지 예측 모델을 생성할 수 있다. 이때, 기준 사지 BCG 예측 모델은 전신 BCG 신호와 사지 BCG 신호 간의 연관 관계를 정의한 예측 모델로서 다양한 실험을 통해 미리 정의될 수 있다. 기준 사지 BCG 예측 모델은 집중 상수(lumped parameter) 기반의 인체 모델(human body model) 예컨대, 전신에 대한 16-자유도(degree of freedom, DOF) 모델을 이용하여 사지와 관련된 네 곳(예: 상체, 하체, 팔-손목-손 및 내장)에 대한 4-자유도 진동 전달 모델(vibrational transmission model)로 축소한 모델일 수 있다. 여기서, 전신에 대한 16-자유도 인체 모델은 이미 알려진 기술이 활용될 수 있다.
- [0050] 예를 들어, 모델 캘리브레이션부(320)는 사용자의 사지에서 캘리브레이션을 위한 사지 BCG 신호가 측정되면, 기준 사지 BCG 예측 모델의 복수의 파라미터 중에서 적어도 일부의 파라미터를 선정하고, 측정된 사지 BCG 신호를 기초로 그 선정된 파라미터 값을 조절함으로써 사용자에게 개인화된 사지 BCG 예측 모델을 생성할 수 있다. 사용자에게 개인화된 사지 BCG 예측 모델은 후술하는 바와 같이 혈압 추정을 위한 사용자의 사지 BCG 신호에서 혈압 추정에 영향을 주는 요인들 중 채널 특성에 의한 영향을 제거하는데 활용될 수 있다.
- [0051] 한편, 모델 캘리브레이션부(320)는 사지 BCG 신호를 측정하는 사지 BCG 센서(210)의 센싱 특성별로 민감하게 영향을 받는 파라미터를 선정할 수 있다. 예컨대, 사지 BCG 센서(210)의 센싱 특성 즉, 측정 위치가 사용자의 손목이고 사지 BCG 센서(210)의 종류가 가속도 센서인 경우, 팔의 질량(mass), 상체 탄성(stiffness) 및 팔의 감쇠(damper) 등의 파라미터를 그 사지 BCG 센서(210)의 센싱 특성에 민감하게 영향을 받는 파라미터로 선정할 수 있다. 또한, 사지 BCG 센서(210)가 스케일 센서라면 팔의 질량(mass), 상체 탄성(stiffness) 및 다리의 감쇠(damper) 등을 민감하게 영향을 받는 파라미터로 선정할 수 있다. 다만, 이러한 예시들에 제한되는 것은 아니며 사지 BCG 센서(210)의 센싱 특성과 함께 또는 단독으로 사용자의 특성(예: 건강 상태, 연령, 성별 등)을 고려하여 그 밖의 다양한 파라미터를 선정하는 것도 가능하다.
- [0052] 모델 캘리브레이션부(320)는 혈압 추정 결과의 분석을 통해 모델 캘리브레이션 여부를 판단하고, 그 결과에 따라 모델 캘리브레이션을 수행할 수 있다. 또는 사용자의 요청이 있거나, 사지 BCG 센서(210)의 센싱 특성이 변경된 것으로 판단된 경우 모델 캘리브레이션을 수행할 수 있다.
- [0053] 특징점 추출부(330)는 사지 BCG 센서(210)로부터 혈압 추정을 위한 사지 BCG 신호가 측정되면, 측정된 사지 BCG 신호를 개인화된 사지 BCG 예측 모델을 기초로 변환하여, 사지 BCG 센서(210)의 센싱 특성에 따른 영향이 제거된, 변환된 사지 BCG 신호를 획득할 수 있다.
- [0054] 특징점 추출부(330)는 변환된 사지 BCG 신호를 기초로 특징점(characteristic point)을 추출할 수 있다. 도 4a는 사용자의 손목에서 가속도 센서를 통해 측정된 사지 BCG 신호를 변환한, 변환된 사지 BCG 신호를 예시한 것이다. 도시된 바와 같이 변환된 사지 BCG 신호는 기본적으로 전신 BCG 신호와 사지 BCG 신호 간의 연관 관계를 정의한 기준 사지 BCG 예측 모델에 기초하고 있으므로, 특징점 추출부(330)는 변환된 사지 BCG 신호로부터 전신 BCG 신호와 유사한 혈압 연관 특징점(G, H, I, J, K, L 등)을 추출할 수 있다.
- [0055] 특징점 추출부(330)는 이와 같은 특징점 추출을 위해 변환 신호 내의 소정 특징점 예컨대 J-피크, 또는 다른 센

서를 통해 측정된 생체신호 예컨대 심전도(electrocardiography, ECG) 또는 광전용적맥파(photoplethysmography, PPG) 등을 이용하여 비트 게이팅(beat gating)할 수 있다.

- [0056] 한편, 특징점 추출부(330)는 분석 구간 내의 변환 신호를 주기 단위로 분할하여 복수의 한 주기 신호들을 획득하고, 복수의 한 주기 신호 각각에서 특징점들을 추출하여 통합하거나, 복수의 한 주기 신호 중에서 대표 신호를 결정하고 결정된 대표 신호에서 특징점을 추출할 수 있다.
- [0057] 예를 들어, 특징점 추출부(330)는 변환된 사지 BCG 신호 자체의 신호 형태를 분석하여 각 주기 별로 분할할 수 있다. 또는 사지 BCG 신호 측정과 함께 측정된 다른 생체신호(예: 심전도 신호, 광전용적맥파 신호 등)의 소정 지점(예: 시작점, 피크 지점 등)을 기준으로 비트 게이팅(beat gating)하여 각 주기 별로 분할하는 것도 가능하다.
- [0058] 특징점 추출부(330)는 미리 정의된 소정 기준에 따라 복수의 한 주기 신호들 중의 어느 하나를 대표 신호로 결정할 수 있다. 일 예로, 복수의 한 주기 신호들 중에서 첫 번째 나타나는 한 주기 신호, J-피크가 가장 큰 한 주기 신호를 대표 신호로 결정할 수 있다. 다른 예로, 복수의 한 주기 신호 상호간의 유사도를 기반으로 대표 신호를 결정할 수 있다. 예컨대, 복수의 한 주기 신호 중에서 다른 한 주기 신호들과의 유사도의 평균값이 가장 높은 어느 하나의 한 주기 신호를 대표 신호로 결정할 수 있다. 또는, 복수의 한 주기 신호 중 다른 한 주기 신호들과의 유사도의 평균값이 높은 소정 개수의 한 주기 신호들의 앙상블 평균(ensemble average)을 대표 신호로 결정하거나, 복수의 한 주기 신호 중 타 한 주기 신호들과의 유사도의 평균값이 소정 임계값 이상이 되는 둘 이상의 한 주기 신호의 앙상블 평균(ensemble average)을 대표 신호로 결정할 수 있다.
- [0059] 이때, 유클리드 거리(Euclidean distance), 맨하탄 거리(Manhattan Distance), 코사인 거리(Cosine Distance), 마할라노비스 거리 (Mahalanobis Distance), 자카드 계수(Jaccard Coefficient), 확장 자카드 계수(Extended Jaccard Coefficient), 피어슨 상관관계 계수(Pearson's Correlation Coefficient), 스피어만 상관관계 계수(Spearman's Correlation Coefficient) 등과 같은 다양한 유사도 산출 알고리즘을 이용할 수 있다.
- [0060] 특징 획득부(340)는 추출된 특징점들을 이용하여 혈압 연관 특징을 획득할 수 있다. 이때, 특징 획득부(340)는 전신 BCG 신호와 사지 BCG 신호의 관계를 고려하여, 사지 BCG 센서(210)의 센싱 특성에 따른 혈압 연관 특징을 획득할 수 있다.
- [0061] 도 4b는 전신 BCG 신호와 손목에서 측정된 BCG 신호 사이의 관계를 나타낸 도면이다. 도 4b를 참조하면 (1)은 대동맥 혈압을 도시한 것이다. 여기서, P_0 는 상행대동맥(ascending aorta)의 입구(inlet)에서의 혈압을 나타내고, P_1 은 상행대동맥의 출구(outlet) 또는 하행대동맥의 입구에서의 혈압을 나타낸다. 또한, P_2 는 하행대동맥(descending aorta)의 출구에서의 혈압을 나타낸다. (2)는 (1)의 대동맥 혈압을 조정한 신호들을 도시한 것으로, A_A 는 상행대동맥에서의 혈압 변화도(BP gradient)를 나타내고, A_0 는 하행대동맥에서의 혈압 변화도를 나타낸 것이다.
- [0062] 또한, (3)은 전신 BCG를 도시한 것이다. 도시된 바와 같이 전신 BCG 신호에서의 특징점 I, J, K 등은 대동맥 혈압과 연관된 것을 알 수 있다. 일반적으로 전신 BCG 신호에서의 I-J 구간(interval)은 대동맥 맥파전달시간(pulse transit time, PTT)와 연관되고, J-과 진폭은 대동맥 맥압(pulse pressure, PP)와 연관되며, 또한, J-K 진폭은 말초 맥압과 연관된 특징으로 알려져 있다. 따라서, 이러한 혈압 연관 특징을 이용하여 혈압 추정이 가능하다.
- [0063] 또한, (4)는 사용자의 다리에서 스케일(scale)을 이용하여 변위(displacement) 측정을 통해 획득한 BCG 신호를 나타내고, (5)는 손목에서 변위 측정을 통해 획득한 사지 BCG 신호를 나타내며, (6)은 손목에서 가속도 측정을 통해 획득한 사지 BCG 신호를 도시한 것이다.
- [0064] 도 4b를 참조하면, 전신 BCG 신호(3)의 혈압 연관 특징점 I, J, K는 손목이나 다리 등에서 변위 측정을 통해 획득한 BCG 신호(4,5)의 I, J, K와 동일하게 매핑되는 것으로 볼 수 있다. 하지만, 손목의 가속도 측정을 통해 획득한 BCG 신호(6)는 특징점 J, K, L이 전신 BCG 신호(3)의 특징점 I, J, K에 매핑되는 것으로 볼 수 있다.
- [0065] 다시 말해, 혈압 추정을 위해 사용되는 전신 BCG 신호의 혈압 연관 특징들은 사지 BCG 센서의 센싱 특성에 따라 사지 BCG 신호에 맞도록 재정의될 필요가 있다. 아래의 표 1은 전신 BCG 신호와 손목 가속도 센서를 통해 획득한 사지 BCG 신호의 혈압 연관 특징 간의 관계를 예시한 것이다. 다만, 이는 하나의 예시에 불과한 것이므로 사지 BCG 센서의 센싱 특성 및/또는 사용자의 특성 등에 따라 다르게 정의되는 것도 가능하다.

표 1

생리학적 의미	전신 BCG	손목 가속도 BCG
혈관경화도(arterial stiffness) 맥파전달시간(PTT)	I-J 구간	J-K 구간
대동맥 맥압(aortic PP)	J 진폭	K 진폭
말초 맥압(Distal PP)	J-K 진폭	K-L 진폭

[0066]

[0067]

[0068]

특징 획득부(340)는 변환된 사지 BCG 신호로부터 추출된 특징점을 하나 이상 조합하여 사지 BCG 센서의 센싱 특성에 따라 재정되는 특징들을 혈압 연관 특징으로 획득할 수 있다. 예를 들어, 사용자에게 부착된 사지 BCG 센서(210)의 센싱 특성이 손목 가속도 센서인 경우 J-K 시간 구간을 맥파전달시간 또는 혈관경화도와 관련된 특징으로 획득하고, K 진폭을 대동맥 맥압과 관련된 특징으로 획득하며, K-L 진폭을 말초 맥압과 관련된 특징으로 획득할 수 있다. 다만, 이에 제한되는 것은 아니며 그 밖에 각 특징점의 시간, 진폭, 서로 다른 두 개의 특징점 간의 시간 구간 또는 진폭 구간, 이와 같이 구해진 값들 간의 비율 등을 혈압 연관 특징으로 추출하는 것도 가능하다.

[0069]

혈압 추정부(350)는 특징 획득부(340)에 의해 획득된 혈압 연관 특징을 이용하여 혈압을 추정할 수 있다. 예를 들어, 맥파전달시간, 혈관 탄성도, 맥압 등과 관련된 J-K 구간, K 진폭, K-L 진폭 등의 정보를 획득되면, 획득된 혈압 연관 특징들에 혈압 추정 모델을 적용하여 혈압을 추정할 수 있다. 이때, 혈압 추정 모델은 선형/비선형 회귀분석(linear/nonlinear regression analysis), 신경망(neural network), 딥러닝(deep learning) 등의 다양한 방법을 활용하여 미리 정의될 수 있다. 혈압 추정 모델은 평균 혈압, 이완기 혈압 및 수축기 혈압별로 정의될 수 있다.

[0070]

또는, 혈압 추정 모델은 평균 혈압을 추정하는 모델일 수 있다. 예를 들어, 아래의 수학적 식 1은 혈관 탄성도와 연관 특징(예: 맥파전달시간, 맥파 속도)과 평균 혈압 간의 관계를 정의한 것으로 이미 알려진 다양한 형태의 수학적 식 중의 하나이다. 아래의 수학적 식 2는 평균 혈압과 맥압 간의 관계를 정의한 수학적 식이다. 다만, 수학적 식 1 및 2는 일 예에 불과하므로 이에 제한되는 것은 아니며 혈압 추정 모델은 그 밖에 다양하게 변형 또는 새로 정의될 수 있다.

수학적 식 1

$$PWV = \frac{\text{distance}}{PTT} = \sqrt{\frac{Eh}{2\rho r}}$$

$$E = E_0 e^{\alpha MAP}$$

$$PWV = \frac{\text{distance}}{PTT} = \sqrt{\frac{E_0 e^{\alpha P} h}{\rho 2r}}$$

$$\alpha \log PWV + \beta = MAP$$

[0071]

[0072]

여기서, 첫 번째 수식은 Moens-korteweg 방정식이고, 두 번째 수식은 Hughes 방정식이다. E는 혈관의 탄력도를 나타내고, h는 혈관 벽의 두께, r은 혈관 반지름, ρ는 혈액 밀도, P는 혈압을 나타낸다.

수학적 식 2

$$MAP = DBP + \frac{1}{3}(SBP - DBP)$$

$$PP = SBP - DBP$$

[0073]

- [0074] 혈압 추정부(350)는 사지 BCG 신호를 통해 맥파전달시간이나 혈관 탄성도와 관련된 특징 및 맥압과 관련된 특징 (예: K-L 진폭)이 획득되면, 먼저 위 수학적 1과 같은 혈압 추정 모델을 이용하여 평균 혈압을 추정하고, 아래의 수학적 2를 통해 추정된 평균 혈압과 맥압 관련 특징을 결합하여 수축기 혈압/이완기 혈압을 추정할 수도 있다.
- [0075] 한편, 혈압 추정부(350)는 혈압 연관 특징 및 혈압 추정 모델을 이용하여 캘리브레이션 시점 대비 혈압 변화량을 추정할 수 있으며, 혈압 변화량이 추정되면 캘리브레이션 시점에 커프 혈압 기기와 같은 외부 기기를 통해 측정된 기준 혈압을 이용하여 오프셋을 보정함으로써 혈압을 추정할 수 있다.
- [0076] 도 5는 일 실시예에 따른 혈압 추정 장치의 블록도이다. 도 6은 도 5의 프로세서(530)의 일 실시예를 도시한 블록도이다.
- [0077] 도 5를 참조하면, 혈압 추정 장치(500)는 사지 BCG 센서(510), 맥파 센서(520) 및 프로세서(530)를 포함할 수 있다. 사지 BCG 센서(510) 및 프로세서(530)에 대하여는 앞에서 설명한 바 있으므로 이하 이들 구성에 관한 자세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0078] 사지 BCG 센서(510)는 프로세서(530)의 제어에 따라 사용자의 사지에서 사지 BCG 신호를 측정할 수 있다.
- [0079] 맥파 센서(520)는 사용자로부터 광이용적맥파를 포함한 맥파 신호를 측정할 수 있다. 맥파 센서(520)는 사용자의 피부에 광을 조사하는 광원과 광원에 의해 조사된 광이 사용자의 피부로부터 산란 또는 반사되면, 산란 또는 반사된 광을 검출하는 디텍터를 포함할 수 있다. 광원은 LED(light emitting diode), 레이저 다이오드(laser diode) 및 형광체 등을 포함할 수 있으며, 하나 또는 둘 이상의 어레이로 형성될 수 있다. 또한, 광원은 서로 다른 파장의 광을 조사할 수 있다. 또한, 디텍터는 포토다이오드(photodiode), 이미지 센서 등을 포함할 수 있으며, 하나 또는 둘 이상의 어레이로 형성될 수 있다.
- [0080] 프로세서(530)는 혈압 추정 이벤트에 따라 사지 BCG 센서(510) 및 맥파 센서(520)를 제어할 수 있다. 혈압 추정 이벤트는 사용자의 요청이나 연속 혈압 추정을 위하여 미리 설정된 주기에 자동으로 발생할 수 있다.
- [0081] 프로세서(530)는 사지 BCG 센서(510) 및 맥파 센서(520)로부터 사지 BCG 신호 및 맥파 신호를 수신하고, 수신된 사지 BCG 신호 및 맥파 신호를 이용하여 혈압을 추정할 수 있다.
- [0082] 도 6을 참조하면, 프로세서(600)는 전처리부(610), 모델 캘리브레이션부(620), 특징점 추출부(630), 특징 획득부(640), 혈압 추정부(650) 및 PTT 획득부(660)를 포함할 수 있다. 전처리부(610), 모델 캘리브레이션부(620), 특징점 추출부(630), 특징 획득부(640) 및 혈압 추정부(650)의 구성은 앞에서 자세히 설명한 바 있으므로 이하 간단하게 기술하기로 한다.
- [0083] 전처리부(610)는 사지 BCG 신호 및/또는 맥파 신호를 수신하고, 수신된 사지 BCG 신호 및/또는 맥파 신호를 전처리하여 노이즈 제거 등을 수행할 수 있다. 밴드 패스 필터링, 스무딩, 연속 측정 신호들의 비트 평균화 등을 수행할 수 있다.
- [0084] 모델 캘리브레이션(620)는 캘리브레이션을 위해 사지 BCG 신호가 측정되면, 전술한 바와 같이 전신 BCG 신호와 사지 BCG 신호 간의 연관 관계를 정의한 기준 사지 BCG 예측 모델을 측정된 사지 BCG 신호를 기초로 캘리브레이션하여 사용자에게 개인화된 사지 BCG 예측 모델을 생성할 수 있다.
- [0085] 특징점 추출부(630)는 측정된 사지 BCG 신호를 개인화된 사지 BCG 예측 모델을 기초로 변환하고, 변환된 사지 BCG 신호를 이용하여 특징점을 추출할 수 있다. 이때, 특징점 추출부(630)는 단위 구간 내의 변환된 사지 BCG 신호로부터 대표 신호를 추출하고, 추출된 대표 신호에서 특징점을 추출할 수 있다. 또한, 특징점 추출부(630)는 맥파 센서(520)에 의해 측정된 맥파 신호의 시작점이나 그 밖의 다른 특징점 예컨대, 피크 지점을 기준으로 비트 게이팅(beat gating)하여 대표 신호 및 특징점을 추출할 수 있다. 다만 이에 제한되는 것은 아니며 변환된 사지 BCG 신호 내의 임의의 특징점(예: J-피크)이나 그 밖의 다른 생체신호가 측정되는 경우 그 생체신호를 기초로 비트 게이팅할 수도 있다.
- [0086] 특징 획득부(640)는 전신 BCG 신호와 사지 BCG 신호 간의 관계를 고려하여, 변환된 사지 BCG 신호로부터 다양한 혈압 연관 특징을 획득할 수 있다. 예를 들어, 사지 BCG 센서(510)의 센싱 특성이 손목 가속도 센서인 경우, 사지 BCG 신호로부터 전신 BCG 신호에서의 혈압 연관 특징인 I-J 구간, J-K 진폭, J 진폭 등에 대응하는 특징으로서 각각 J-K 구간, K-L 진폭 및 K 진폭 등을 획득할 수 있다.

- [0087] PTT 획득부(660)는 변환된 사지 BCG 신호와 맥파 신호를 이용하여 맥파전달시간을 산출할 수 있다. 예를 들어, 맥파 신호의 임의의 특징점(예: 시작 지점, 피크 지점 등)과 변환된 사지 BCG 신호 내의 임의의 특징점(예: J-피크) 사이의 시간 간격을 계산하여 맥파전달시간을 구할 수 있다.
- [0088] 혈압 추정부(650)는 혈압 추정 모델을 적용하여, 혈압 연관 특징 및 맥파전달시간(PTT)을 기초로 혈압을 추정할 수 있다. 이때, 혈압 추정 모델은 선형/비선형 회귀분석(linear/nonlinear regression analysis), 신경망(neural network), 딥러닝(deep learning) 등의 다양한 방법을 활용하여 미리 정의될 수 있다. 혈압 추정 모델은 평균 혈압, 이완기 혈압 및 수축기 혈압별로 각각 정의되어, 평균 혈압, 이완기 혈압 및 수축기 혈압을 독립적으로 추정할 수 있다. 또는, 혈압 추정 모델은 위 수학적 식 1과 같이 맥파전달시간을 기초로 평균 혈압을 추정하는 모델일 수 있으며, 평균 혈압을 추정한 이후, 위 수학적 식 2와 같이 평균 혈압 및 맥파 관련 특징을 결합하여 수축기/이완기 혈압을 추정하는 것도 가능하다. 혈압 추정부(650)는 혈압 추정 모델을 통해 캘리브레이션 시점 대비 혈압 변화량을 추정할 수 있으며, 혈압 변화량이 추정되면 캘리브레이션 시점에 커프 혈압 기기와 같은 외부 기기를 통해 측정된 기준 혈압을 이용하여 오프셋을 보정함으로써 혈압을 추정값을 구할 수도 있다.
- [0089] 도 7은 일 실시예에 따른 혈압 추정 방법의 흐름도이다. 도 7은 도 2의 실시예에 따른 혈압 추정 장치(200)에 의해 수행되는 혈압 추정 방법의 일 실시예일 수 있다. 앞에서 자세히 설명한 바 있으므로 이하 간단하게 설명하기로 한다.
- [0090] 도 7을 참조하면, 혈압 추정 장치(200)는 사용자에게 부착된 사지 BCG 센서를 이용하여 사지 BCG 신호를 측정할 수 있다(710).
- [0091] 그 다음, 사지 BCG 신호를 이용하여 혈압을 추정할 수 있다(720). 이때, 사지 BCG 센서의 센싱 특성을 고려하여 혈압을 추정할 수 있다.
- [0092] 도 8은 혈압 추정 과정(720)의 실시예들을 도시한 흐름도이다. 도 8을 참조로 사지 BCG 신호를 이용하여 혈압을 추정하는 실시예를 설명한다.
- [0093] 먼저, 사지 BCG 센서로부터 사지 BCG 신호를 수신하면, 수신된 사지 BCG 신호를 전처리할 수 있다(810). 예를 들어, 필터링(filtering), 스무딩(smoothing) 등 다양한 노이즈 제거 기법을 이용하여 노이즈를 제거할 수 있다.
- [0094] 그 다음, 캘리브레이션을 위한 사지 BCG 신호를 기초로 기준 사지 BCG 예측 모델을 캘리브레이션하여 개인화된 사지 예측 모델을 생성할 수 있다(820). 기준 사지 BCG 예측 모델은 전신 BCG 신호와 사지 BCG 신호 간의 관계를 정의한 복수의 사용자들에 적용될 수 있는 범용 모델일 수 있다. 사용자로부터 캘리브레이션을 위한 사지 BCG 신호가 측정되면, 그 사용자에게 대한 사지 BCG 센싱 특성에 따라 기준 사지 BCG 예측 모델의 적어도 일부의 파라미터를 조절함으로써 개인화된 사지 BCG 모델을 생성할 수 있다. 단계(820)는 캘리브레이션 시점에 수행될 수 있으며 혈압을 추정하는 시점에는 생략이 가능하다.
- [0095] 그 다음, 혈압 추정을 위한 사지 BCG 신호로부터 혈압 연관된 특징점을 추출할 수 있다(830). 예를 들어, 사지 BCG 신호 내의 임의의 특징점(J-피크), 또는 다른 생체신호의 임의의 특징점(예: 심전도의 R-파, 맥파의 시작점이나 피크)을 기준으로 비트 게이팅하여 혈압 연관 특징점(예: G, H, I, J, K, L 등)을 추출할 수 있다. 이때, 혈압 추정을 위해 측정된 사지 BCG 신호를 단계(820)에서 생성된 개인화된 사지 BCG 예측 모델을 이용하여 변환하고, 변환된 사지 BCG 신호를 기초로 특징점을 추출할 수 있다. 또한, 전술한 비트 게이팅을 통해, 변환된 사지 BCG 신호의 단위 구간 내에서 복수의 한 주기 신호들을 획득하여, 획득된 한 주기 신호들 중에서 대표 신호를 결정하고 결정된 대표 신호에서 특징점을 추출할 수도 있다.
- [0096] 그 다음, 추출된 특징점들을 하나 이상 조합하여 혈압 연관 특징을 획득할 수 있다(840). 이때, 사지 BCG 신호의 센싱 특성에 따른, 전신 BCG 신호와 사지 BCG 신호의 관계를 고려하여 변환된 사지 BCG 신호로부터 전신 BCG 신호의 혈압 연관 특징에 대응하는 혈압 연관 특징들을 획득할 수 있다.
- [0097] 그 다음, 획득된 혈압 연관 특징을 기초로 혈압을 추정할 수 있다(850). 선형/비선형 회귀분석(linear/nonlinear regression analysis), 신경망(neural network), 딥러닝(deep learning) 등의 다양한 방법을 활용하여 혈압 추정 모델이 미리 정의될 수 있으며, 혈압 연관 특징이 획득되면 혈압 추정 모델을 적용하여 혈압을 추정할 수 있다.
- [0098] 도 9는 다른 실시예에 따른 혈압 추정 방법의 흐름도이다. 도 9는 도 5의 실시예에 따른 혈압 추정 장치(500)에 의해 수행되는 혈압 추정 방법의 일 실시예일 수 있다. 앞에서 자세히 설명하였으므로 이하 간단하게 설명한다.

- [0099] 도 9를 참조하면, 혈압 추정 장치(500)는 사용자에게 부착된 사지 BCG 센서를 이용하여 사지 BCG 신호를 측정하고 (910), 또한, 맥파 센서를 통해 맥파 신호를 측정할 수 있다(920). 사지 BCG 신호 및 맥파 신호는 동시에 측정 될 수 있다.
- [0100] 그 다음, 사지 BCG 신호 및 맥파 신호를 이용하여 혈압을 추정할 수 있다(930).
- [0101] 도 10은 혈압 추정 과정(920)의 일 실시예를 도시한 흐름도이다. 도 10을 참조로 사지 BCG 신호 및 맥파 신호를 이용하여 혈압을 추정하는 실시예를 설명한다.
- [0102] 먼저, 사지 BCG 센서로부터 사지 BCG 신호 및/또는 맥파 센서로부터 맥파 신호를 수신하면, 수신된 신호를 전처리할 수 있다(1010).
- [0103] 그 다음, 캘리브레이션을 위한 사지 BCG 신호를 기초로 기준 사지 BCG 예측 모델을 캘리브레이션하여 개인화된 사지 예측 모델을 생성할 수 있다(1020). 단계(1020)는 캘리브레이션 시점에 수행될 수 있으며 혈압을 추정하는 시점에는 생략될 수 있다.
- [0104] 그 다음, 혈압 추정을 위한 사지 BCG 신호로부터 혈압 연관된 특징점을 추출할 수 있다(1030). 예를 들어, 단계 (1020)에서 생성된 개인화된 사지 BCG 예측 모델을 이용하여 사지 BCG 신호를 변환하고, 변환된 사지 BCG 신호 내의 임의의 특징점이나 다른 생체신호의 임의의 특징점을 기준으로 비트 게이팅하여 혈압 연관 특징점을 추출 할 수 있다. 또한, 변환된 사지 BCG 신호의 단위 구간 내의 복수의 한 주기 신호들 중에서 대표 신호를 결정하고 결정된 대표 신호에서 특징점을 추출할 수도 있다.
- [0105] 그 다음, 전신 BCG 신호와 사지 BCG 신호 간의 관계를 기초로 특징점들을 하나 이상 조합하여 혈압 연관 특징을 획득할 수 있다(1040).
- [0106] 한편, 단계(1010)에서 맥파 신호가 전처리되면, 맥파 신호로부터 특징점을 추출하고(1050), 맥파 신호로부터 추출된 임의의 특징점(예: 시작 지점이나 피크 지점) 및 단계(1030)에서 사지 BCG 신호로부터 추출된 임의의 특징점(예: J-피크) 사이의 시간 차이를 계산하여 맥파전달시간을 구할 수 있다(1060).
- [0107] 그 다음, 단계(1040)에서 획득된 혈압 연관 특징 및 단계(1060)에서 구해진 맥파전달시간을 기초로 혈압을 추정 할 수 있다(1070). 혈압 연관 특징 예컨대 맥압 관련 특징과 맥파전달시간을 기초로 혈압을 추정하는 혈압 추정 모델이 미리 정의될 수 있다.
- [0108] 도 11은 혈압 추정 장치의 다른 실시예를 도시한 블록도이다.
- [0109] 도 11을 참조하면, 혈압 추정 장치(1100)는 사지 BCG 센서(1110), 프로세서(1120), 출력부(1130), 저장부 (1140) 및 통신부(1150)를 포함할 수 있다.
- [0110] 여기서, 사지 BCG 센서(110) 및 프로세서(120)는 도 2 내지 도 6을 참조하여 기술한 바와 같으므로 그 상세한 설명은 생략하기로 한다. 또한, 여기에 도시되지 않았지만 본 실시예의 혈압 추정 장치(1100)는 맥파 센서를 포함할 수도 있다.
- [0111] 출력부(1130)는 혈압 추정 장치(1100)에 의해 생성 및 가공된 각종 처리 결과를 출력할 수 있다. 예를 들어, 사지 BCG 센서(1110), 맥파 센서를 통해 측정된 사지 BCG 신호, 맥파 신호를 출력할 수 있다. 또는, 프로세서 (1120)에 의해 변환된 사지 BCG 신호, 혈압 추정 결과 등을 출력할 수 있다. 이때, 출력부(1130)는 이와 같은 각종 데이터를 청각적 방법, 시각적 방법 및 촉각적 방법 중 적어도 하나의 방법으로 출력할 수 있다. 이를 위해 출력부(1140)는 디스플레이와 같은 시각적 출력 모듈, 스피커와 같은 음성 출력 모듈 및, 진동이나 촉감을 전달하는 햅틱 모듈 등을 포함할 수 있다.
- [0112] 저장부(1140)는 혈압 추정 장치(1100)의 동작을 위한 프로그램 또는 명령들을 저장할 수 있고, 혈압 추정 장치 (1100)에 입력되는 데이터 및 혈압 추정 장치(1100)로부터 출력되는 데이터를 저장할 수 있다. 예를 들어, 저장부(1120)는 사지 BCG 센서(1110), 맥파 센서 등의 구동을 위한 기준 정보를 저장할 수 있다. 또한, 사용자 특성, 사용자의 사지 BCG 센서의 센싱 특성, 혈압 추정을 위해 필요한 혈압 추정 모델, 기준 사지 BCG 예측 모델, 개인화된 사지 BCG 예측 모델 등을 저장할 수 있다. 또한, 혈압 추정 결과를 저장할 수 있다.
- [0113] 저장부(1140)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드 디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예컨대, 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 등 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다. 또한, 저장부(1140)는 웹 스토리지(web storage) 등 외부 저장 매체를 포함할 수도 있다.

- [0114] 통신부(1150)는 외부 기기(1170)와 통신을 수행할 수 있다. 예컨대, 혈압 추정 장치(1100)에서 취급하는 데이터 또는 혈압 추정 장치(1100)의 처리 결과 데이터 등을 외부 기기(1170)로 전송하거나, 외부 기기(1170)로부터 혈압 추정에 필요한 다양한 데이터 예컨대, 기준 혈압, 혈압 추정 모델, 기준 사지 BCG 예측 모델 등을 수신할 수 있다.
- [0115] 이때, 외부 기기(1170)는 혈압 추정 장치(1100)에서 취급하는 데이터 또는 혈압 추정 장치(1100)의 처리 결과 데이터 등을 사용하거나 혈압 추정을 위해 필요한 데이터를 생성하는 의료 장비(예: 컵 혈압 측정 장치), 결과물을 출력하기 위한 프린트 또는 디스플레이 장치일 수 있다. 이외에도 외부 기기(1170)는 디지털 TV, 데스크탑 컴퓨터, 휴대폰, 스마트폰, 태블릿, 노트북, PDA(Personal Digital Assistants), PMP(Portable Multimedia Player), 네비게이션, MP3 플레이어, 디지털 카메라, 웨어러블 디바이스 등 일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0116] 통신부(1150)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 장치와 통신할 수 있다. 그러나, 이는 일 예에 불과할 뿐이며, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0117] 도 12은 손목형 웨어러블 기기를 도시한 도면이다.
- [0118] 도 12를 참조하면, 손목형 웨어러블 기기(1200)는 스트랩(1210) 및 본체(1220)를 포함할 수 있다.
- [0119] 스트랩(1210)은 본체(1220)의 양측에 연결되어 서로 체결될 수 있도록 분리 형성되거나, 스마트 밴드 형태로 일체로 형성될 수 있다. 스트랩(1210)은 본체(1220)가 사용자의 손목에 착용되도록 손목을 감쌀 수 있도록 플렉서블(flexible)한 부재로 형성될 수 있다.
- [0120] 본체(1220)는 내부에 전술한 혈압 추정 장치(200, 500, 1100)를 탑재할 수 있다. 예를 들어, 본체(1220) 내부에 사용자의 손목에서 BCG 신호를 측정하기 위한 가속도 센서를 탑재할 수 있다. 또한, 본체(1220)의 후면에는 사용자의 손목에 광을 조사하고, 사용자의 손목 피부로부터 돌아오는 광을 검출하는 맥파 센서가 장착될 수 있다. 또한, 본체(1220) 내부에 가속도 센서나 맥파 센서 등과 전기적으로 연결되어, 전술한 바와 같이 혈압을 추정하는 프로세서를 탑재할 수 있다.
- [0121] 본체(1220) 내부에는 손목형 웨어러블 기기(1200)에 전원을 공급하는 배터리가 내장될 수 있다.
- [0122] 손목형 웨어러블 기기(1200)는 본체(1220)에 장착되는 표시부(1221)와 조작부(1222)를 더 포함할 수 있다. 표시부(1221)는 손목형 웨어러블 기기(1200)에서 처리된 데이터 및 처리 결과 데이터 등을 표시할 수 있다. 표시부(1221)는 터치 입력이 가능한 터치 스크린을 포함할 수 있으며, 사용자의 터치 입력을 수신하여 프로세서로 전달할 수 있다.
- [0123] 조작부(1222)는 사용자로부터 다양한 제어 신호를 입력받을 수 있다. 조작부(1222)는 웨어러블 디바이스(1200)의 전원을 온/오프하기 위한 전원 버튼을 포함할 수 있다.
- [0124] 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.
- [0125] 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.
- [0126] 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.

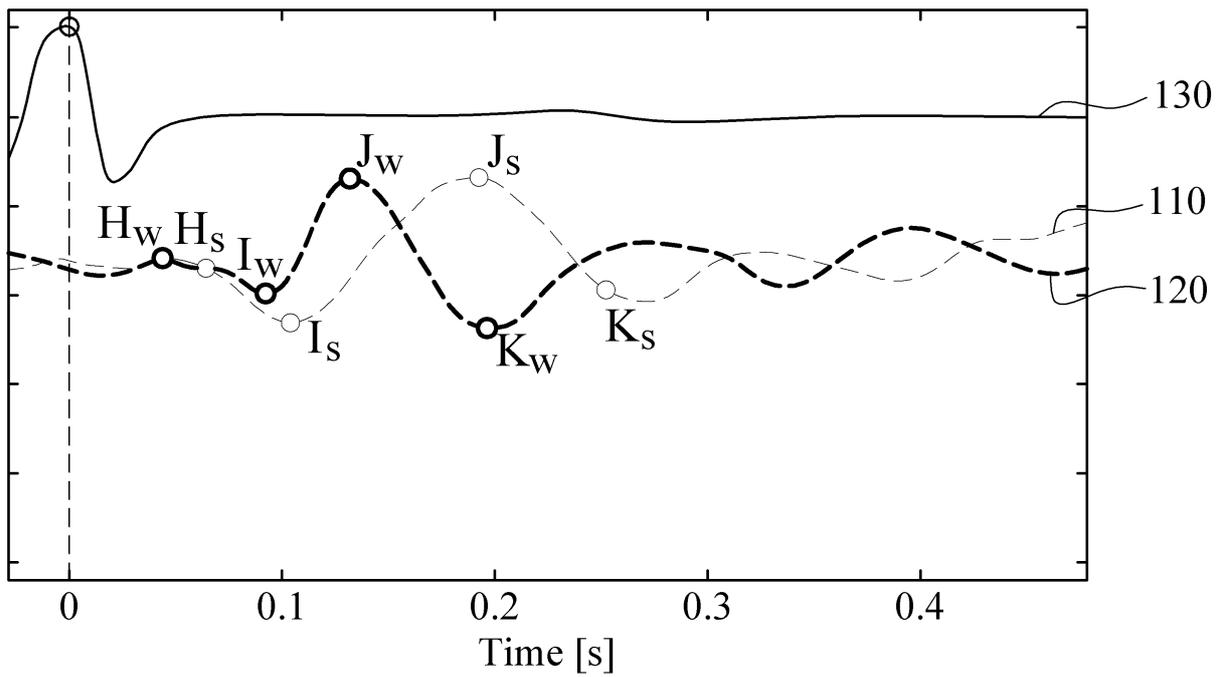
부호의 설명

[0127]

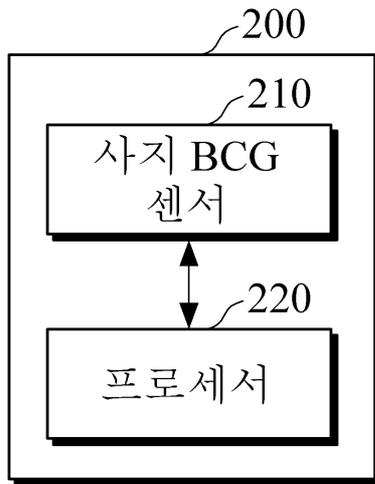
- 200,500,1100: 혈압 추정 장치
- 210,510,1110: 사지 BCG 센서
- 120,300,530,600,1120: 프로세서
- 310,610: 전처리부 320,620: 모델 캘리브레이션부
- 330,630: 특징점 추출부 340,640: 특징 획득부
- 350,650: 혈압 추정부 520: 맥파 센서
- 1130: 출력부 1140: 저장부
- 1150: 통신부 1200: 웨어러블 기기
- 1210: 스트랩 1220: 본체
- 1221: 표시부 1222: 조작부

도면

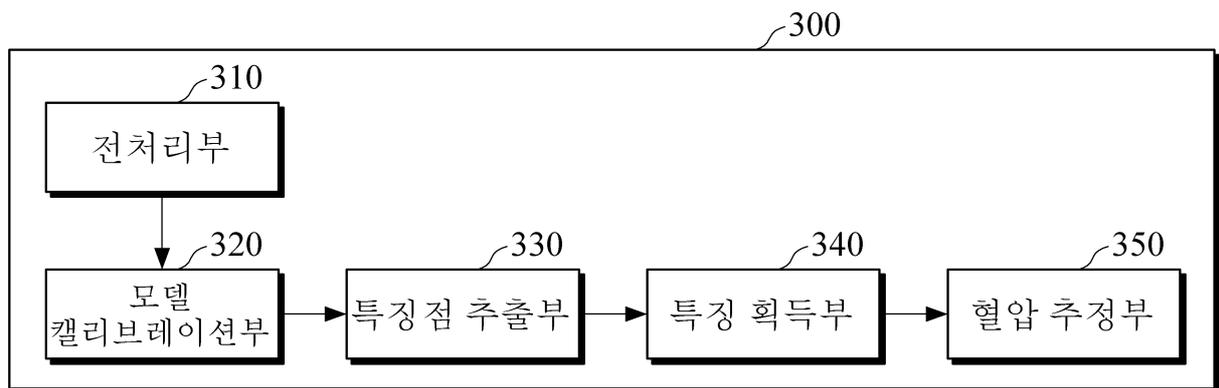
도면1



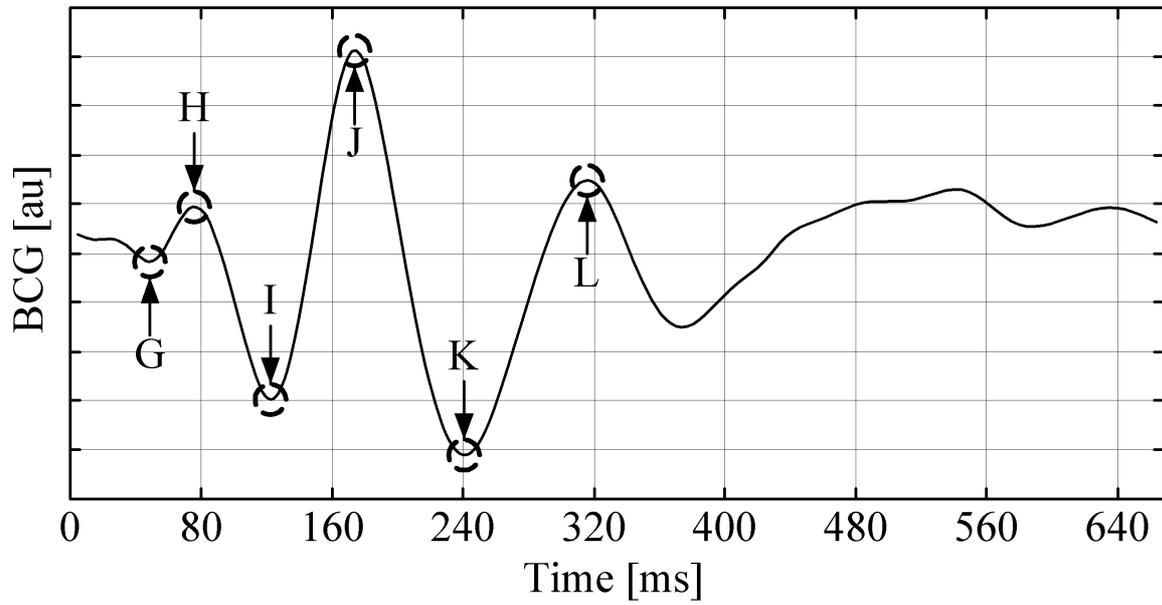
도면2



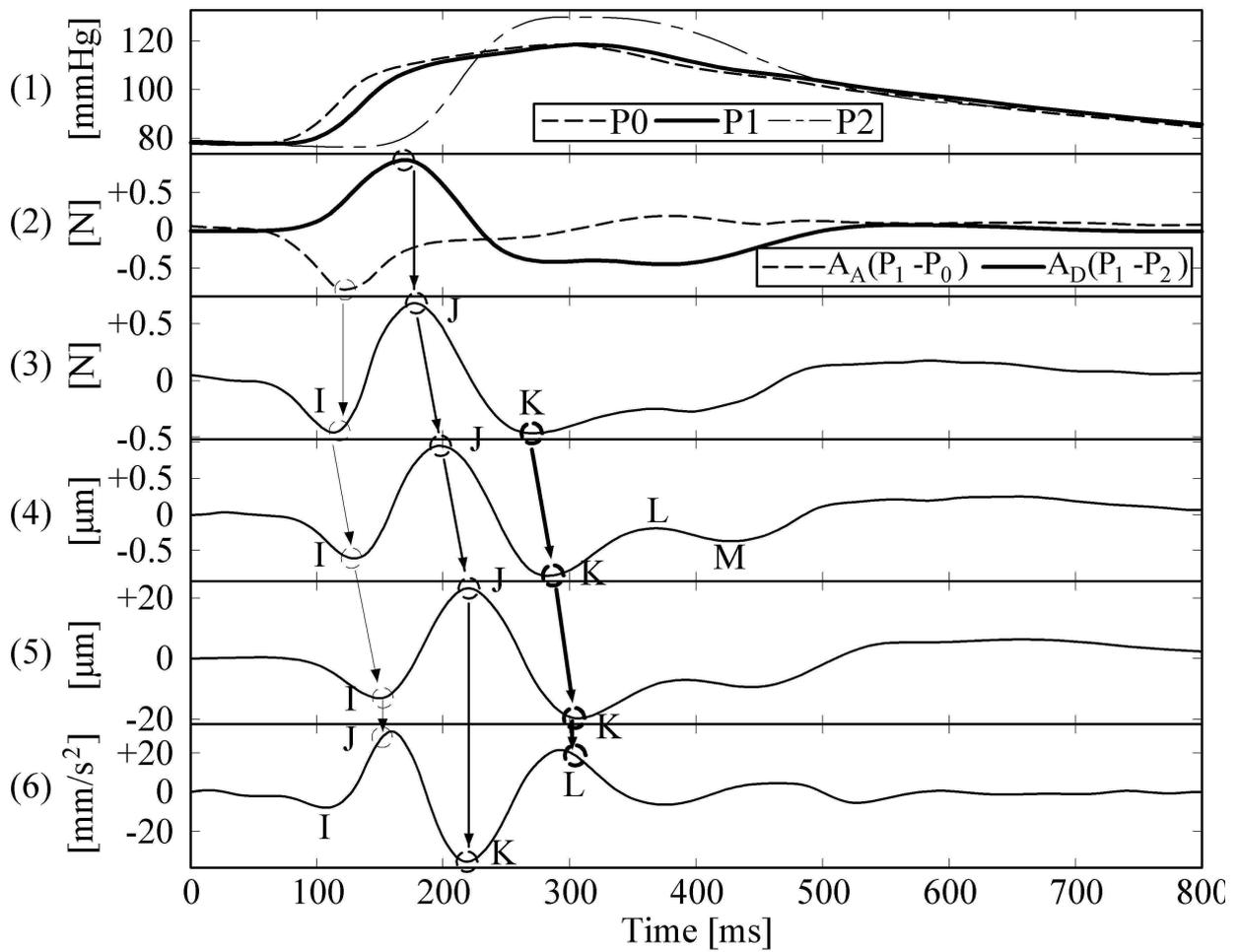
도면3



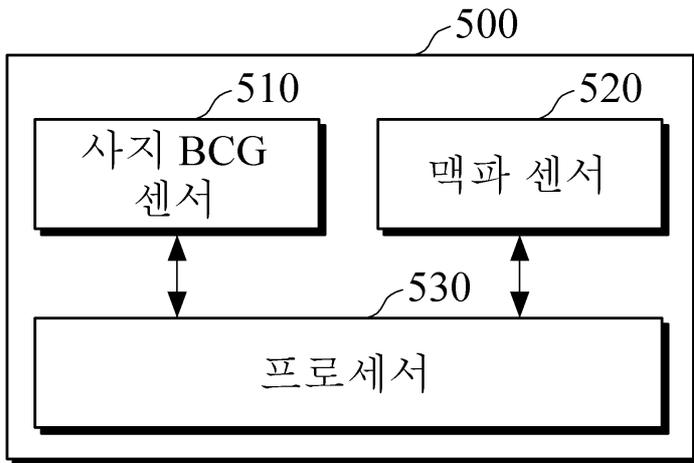
도면4a



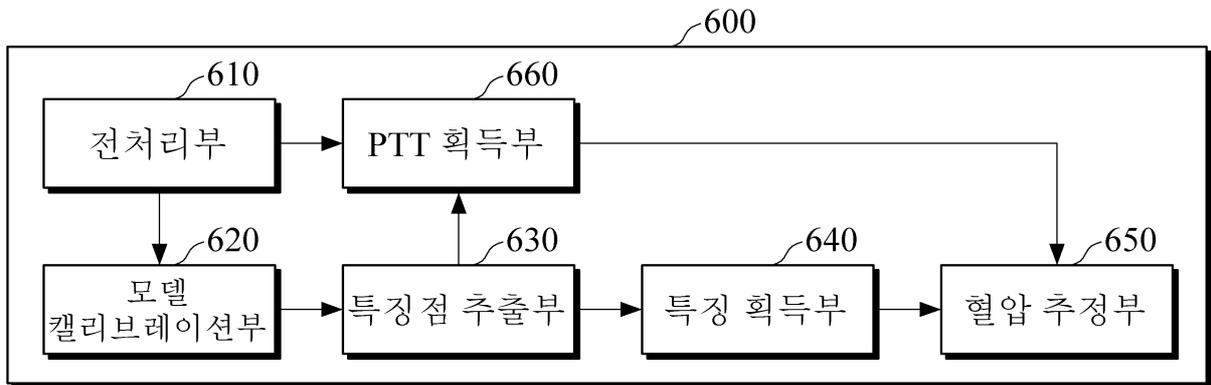
도면4b



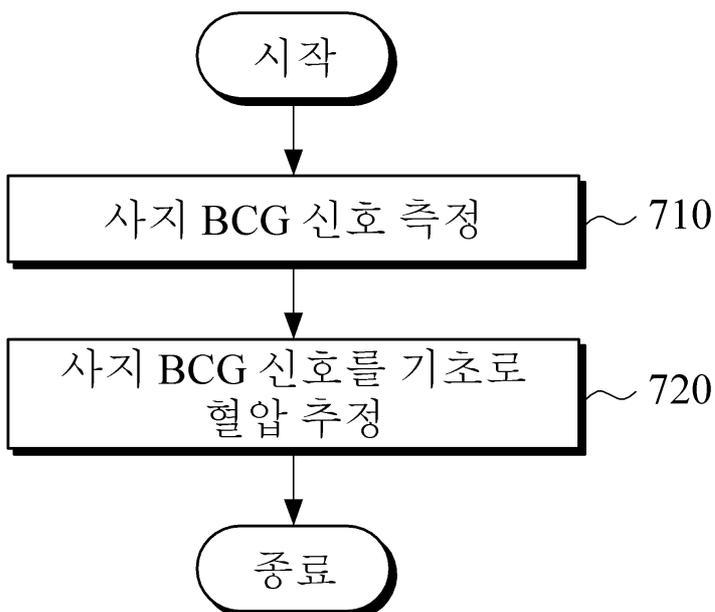
도면5



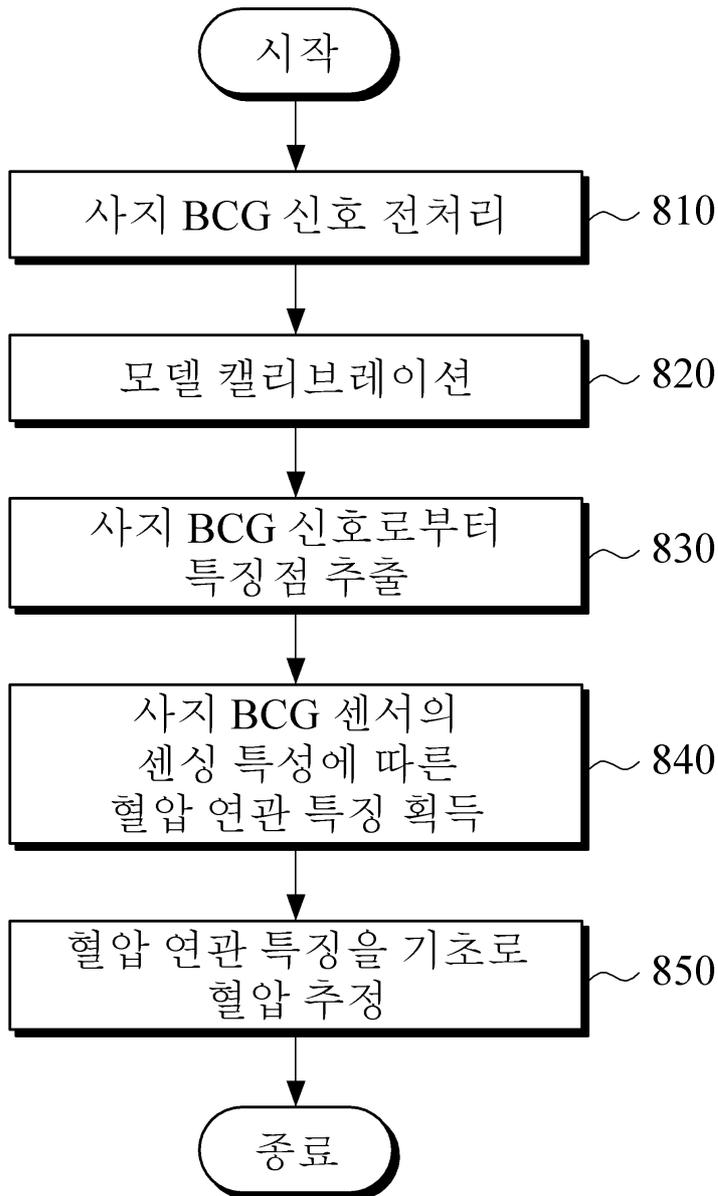
도면6



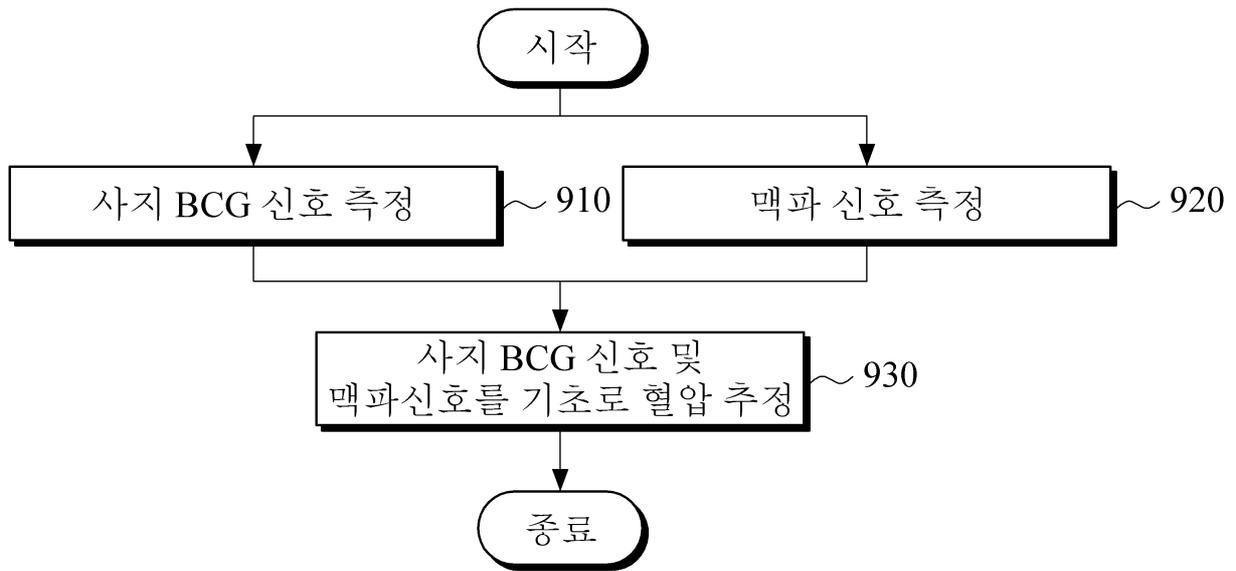
도면7



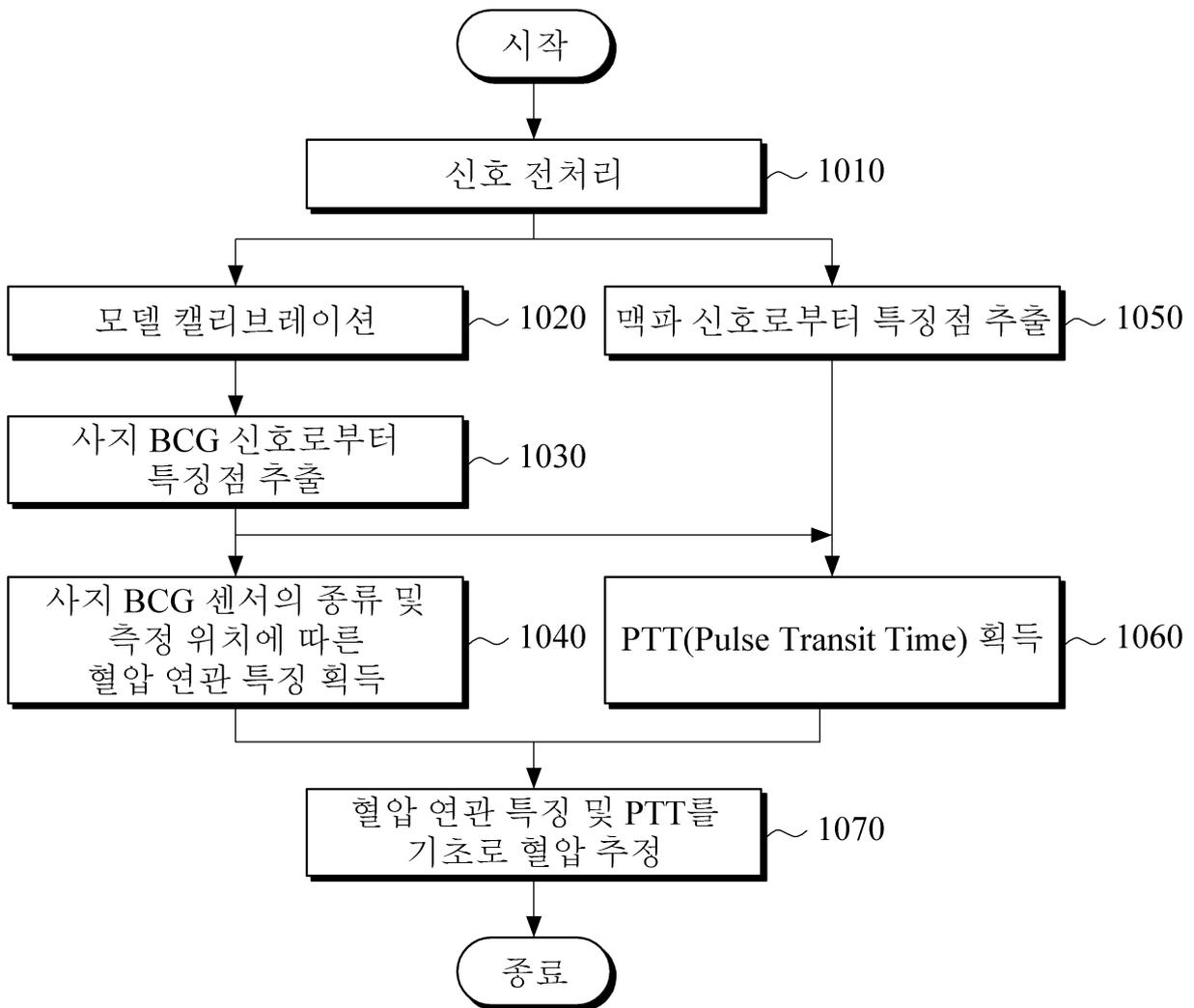
도면8



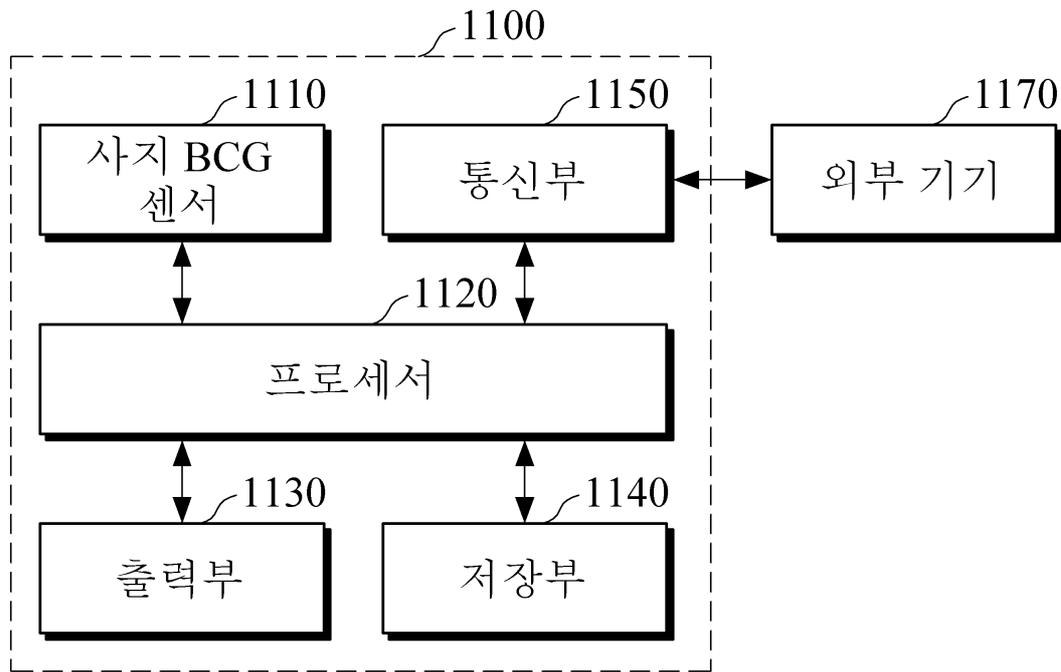
도면9



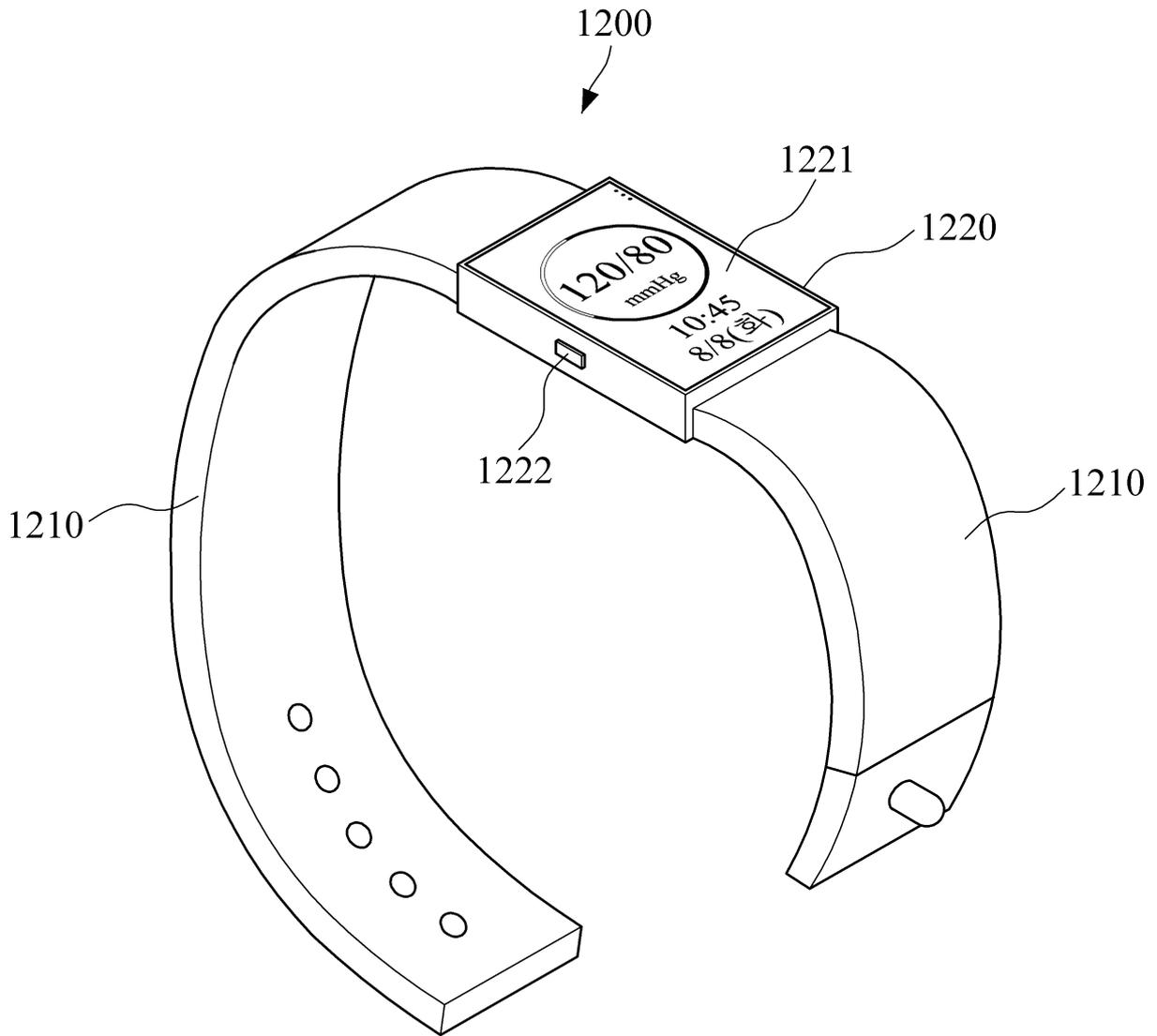
도면10



도면11



도면12



专利名称(译)	血压估计装置和方法		
公开(公告)号	KR1020200078795A	公开(公告)日	2020-07-02
申请号	KR1020180167746	申请日	2018-12-21
[标]申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社 电视大学的马里兰的公园.		
申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司 电视大学的马里兰，专门公园		
[标]发明人	장대근 한진오 권의근 김연호 신승태		
发明人	장대근 페이만 유세피안 한진오 권의근 김연호 신승태		
IPC分类号	A61B5/021 A61B5/00 A61B5/11		
CPC分类号	A61B5/021 A61B5/1102 A61B5/7264 A61B5/7275 A61B2562/0219		

摘要(译)

根据一个方面的用于估计血压的装置获取测量用户的肢体BCG(心电图)信号的肢体BCG传感器,并基于所测量的肢体BCG信号根据肢体BCG传感器的感测特性获得与血压有关的特征,它可以包括用于基于所获得的与血压相关的特征来估计用户的血压的处理器。

