



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0108081
(43) 공개일자 2016년09월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/021 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/02108 (2013.01)
A61B 5/0059 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0031967
(22) 출원일자 2015년03월06일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
백찬욱
경기도 용인시 수지구 동천로63번길 10, 209동
306호 (동천동, 동천마을현대2차홈타운)
경지수
서울특별시 마포구 양화로3길 71-14, 203호 (합정동)
(74) 대리인
리엔목특허법인

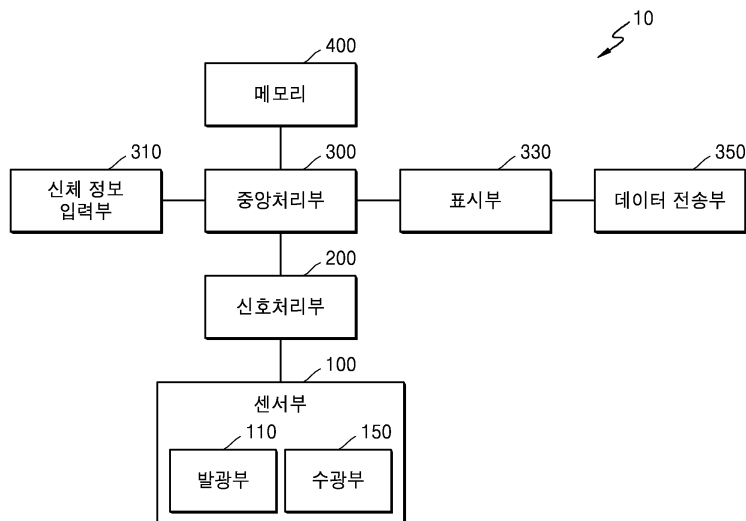
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **혈압 측정 장치 및 방법**

(57) 요약

혈압 측정 장치 및 방법이 개시된다. 개시된 혈압 측정 장치는, 피검체에 광을 조사하고, 피검체에 의한 광의 신호 변화를 검출하는 센서부와, 센서부에서 검출된 신호로부터 생체 신호를 획득하는 신호처리부를 포함한다. 중앙처리부에서는 획득된 생체 신호로부터 메모리에 저장되어 있는 혈압 추정 알고리즘을 이용하여 혈압을 산출한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/6801 (2013.01)

A61B 5/681 (2013.01)

A61B 5/6898 (2013.01)

A61B 5/7264 (2013.01)

(72) 발명자

리얏꼬 막심 블라디미로비치

러시아, 141704, 모스크바 지역, 돌가푸르드니, 페르보마이스카야 거리, 60, 28

윤영준

경기도 화성시 동탄반석로 277, 115동 1902호 (석우동, 예당마을우미린제일풍경채아파트)

란초프 알렉세이 드미트리비치

러시아, 141730, 모스크바 지역, 로브냐, 피츠쿨뚜르나야 거리, 8, 62

노영근

서울특별시 송파구 잠실로 62, 308동 402호 (잠실동, 트리지움)

이재승

경기도 수원시 장안구 율전로101번길 40, 101동 604호 (율전동, 늘푸른벽산APT)

명세서

청구범위

청구항 1

피검체에 광을 조사하고, 피검체에 의한 광의 신호 변화를 검출하는 센서부와;

상기 센서부에서 검출된 신호로부터 생체 신호를 획득하는 신호처리부와;

혈압 추정 알고리즘이 저장된 메모리와;

상기 획득된 생체 신호로부터 상기 혈압 추정 알고리즘을 이용하여 혈압을 산출하는 중앙처리부;를 포함하는 혈압 측정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 신호처리부는,

실시간으로 입력되는 신호로부터 한주기의 파형을 추출하는 파형추출부와;

상기 한주기의 파형으로부터 등시간 간격이나 사용자에게 의해 정해진 방식으로 데이터를 샘플링하는 데이터 추출부;를 포함하는 혈압 측정 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 신호처리부는 멀티 채널 각각에서 획득된 생체 신호들의 파형에 대해, 기설정된 주파수 범위내의 파워 스펙트럼을 비교하여, 가장 큰 파워 스펙트럼을 나타내는 채널을 선택하는 혈압 측정 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 신호처리부는,

멀티 채널에서 가장 큰 파워 스펙트럼을 나타내는 채널을 선택하거나 단일 채널을 이용하는 경우, 일정 주파 범위내의 파워 스펙트럼 값이 기 설정된 값 이상인 부분을 유효 파형 부분으로 선택하는 파형 선택부;를 더 포함하는 혈압 측정 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 산출된 혈압을 표시하는 표시부;를 더 포함하는 혈압 측정 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 메모리는, 상기 획득된 생체 신호 정보를 저장하는 혈압 측정 장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 센서부는 발광부와 수광부를 포함하며,

상기 발광부는 적어도 하나의 발광소자를 포함하고,

상기 수광부는 적어도 하나의 수광소자를 포함하며,

상기 수광소자는 포토다이오드나 이미지 센서를 포함하며,

상기 발광소자는 레이저 다이오드 및 발광 다이오드 중 어느 하나를 포함하는 혈압 측정 장치.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 센서부는 발광부와 수광부를 포함하며,

상기 발광부는 적어도 하나의 발광소자를 포함하고,

상기 수광부는 적어도 하나의 수광소자를 포함하며,

상기 발광소자는 레이저 다이오드를 포함하며,

상기 센서부가 피검자의 피부 표면으로부터 이격된 상태에서 혈압 측정이 이루어지는 혈압 측정 장치.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 생체 신호의 획득은 일정 시간 간격으로 주기적으로 이루어지는 혈압 측정 장치.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 혈압 추정 알고리즘은, 선형회귀분석, 다중 회귀분석, 비선형 회귀 분석 중 어느 하나를 이용하는 혈압 측정 장치.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 혈압 추정 알고리즘은, 인공신경망 알고리즘, k-근접 이웃 알고리즘, 베이지안 네트워크 알고리즘, SVM 알고리즘, 순환 신경망 알고리즘 중 어느 하나를 이용하는 혈압 측정 장치.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 혈압 추정 알고리즘을 이용하여 다른 기기로 측정된 혈압을 입력하여 혈압을 보정하도록 된 혈압 측정 장치.

청구항 13

제1항에 있어서, 피검자의 나이, 성별, 몸무게 및 신장 중 적어도 어느 하나의 신체 정보를 입력하는 신체 정보 입력부;를 더 포함하며, 입력된 신체 정보별로 혈압을 추정하도록 된 혈압 측정 장치.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 혈압 측정 장치는 손목시계 형태, 모바일 스마트폰 형태, 태블릿 기기 형태, 이어폰 형태, 헤드셋 형태, 안경 형태 중 어느 한 형태의 휴대용으로 마련되는 혈압 측정 장치.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 혈압 측정 장치는 손목시계 형태로 마련되고,
상기 센서부는, 본체부 뒷면이나 스트랩에 위치되는 혈압 측정 장치.

청구항 16

피검체에 광을 조사하고, 이 피검체에 의한 광의 신호 변화를 검출하여 생체 신호를 획득하고, 이 획득된 생체 신호를 보정하는 단계와;

보정된 생체 신호의 각 파형에서 복수의 특징점들을 추출하는 단계와;

메모리에 저장된 혈압 추정 알고리즘의 매트릭스와 상기 추출된 특징점들을 결합하여 혈압을 계산하는 단계;를 포함하는 혈압 측정 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 각 파형에서 복수의 특징점들을 추출하는 단계는,

각 파형의 최고점과 이에 인접한 최저점을 분석하는 단계와;

상기 각 파형을 등시간 간격이나 사용자에게 의해 정해진 방식으로 분할하여 복수의 지점에서의 특징점 데이터를 추출하는 단계;를 포함하는 혈압 측정 방법.

청구항 18

제16항에서 상기 혈압 추정 알고리즘의 매트릭스는,

보정된 생체 신호의 각 파형에서 추출된 복수의 특징점들을 상기 혈압 추정 알고리즘에 입력하여 얻어지는 계산치가 측정치에 가까워지도록 혈압 추정 알고리즘을 학습시켜 얻어진 매트릭스인 혈압 측정 방법.

청구항 19

제18항에서 있어서, 상기 혈압 추정 알고리즘은 인공신경망 알고리즘, k-근접 이웃 알고리즘, 베이지안 네트워크 알고리즘, SVM 알고리즘, 순환 신경망 알고리즘 중 어느 하나를 이용하는 혈압 측정 방법.

청구항 20

제16항에 있어서, 상기 획득된 생체 신호를 보정하는 단계는,
 생체 신호 시퀀스의 베이스라인을 보정하는 단계와;
 상기 생체 신호 시퀀스의 고주파 노이즈를 제거하는 단계;를 포함하는 혈압 측정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 혈압을 측정하는 장치 및 방법이 개시된다.

배경 기술

[0002] 혈압은 개인의 건강 상태를 파악하는 하나의 척도로 사용되고 있으며, 혈압을 측정할 수 있는 혈압계는 의료기관 및 가정에서 흔히 사용된다. 커프(cuff) 타입의 혈압계는 동맥혈이 지나는 부위에 혈액의 흐름이 멎도록 커프로 가압한 후 천천히 압력을 줄이면서 수축기 혈압 및 이완기 혈압을 측정한다. 하지만, 커프 타입의 혈압계는 압력을 가하여 사용하기 때문에 사용자에게 불편을 초래하고, 휴대하기가 불편하며, 실시간으로 개인의 연속적인 혈압의 변화를 장시간에 걸쳐 모니터링하기에는 부적합하다. 따라서, 최근에는 커프리스(cuffless) 타입으로 혈압을 측정할 수 있는 혈압계에 대한 연구가 많이 진행되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0003] 광신호에 기반을 두고 혈압을 측정하는 장치 및 방법이 개시된다.
- [0004] 커프리스 타입으로 구현이 가능한 혈압을 측정하는 장치 및 방법이 개시된다.
- [0005] 장시간 지속적으로 혈압 모니터링이 가능한 혈압 측정 장치 및 방법이 개시된다.

과제의 해결 수단

- [0006] 일 유형에 따른 혈압 측정 장치는 피검체에 광을 조사하고, 피검체에 의한 광의 신호 변화를 검출하는 센서부와; 상기 센서부에서 검출된 신호로부터 생체 신호를 획득하는 신호처리부와; 혈압 추정 알고리즘이 저장된 메모리와; 상기 획득된 생체 신호로부터 상기 혈압 추정 알고리즘을 이용하여 혈압을 산출하는 중앙처리부를 포함한다.
- [0007] 상기 신호처리부는, 실시간으로 입력되는 신호로부터 한주기의 파형을 추출하는 파형추출부와; 상기 한주기의 파형으로부터 등시간 간격이나 사용자에게 의해 정해진 방식으로 데이터를 샘플링하는 데이터 추출부를 포함할 수 있다.
- [0008] 상기 신호처리부는 멀티 채널 각각에서 획득된 생체 신호들의 파형에 대해, 기설정된 주파수 범위내의 파워 스펙트럼을 비교하여, 가장 큰 파워 스펙트럼을 나타내는 채널을 선택할 수 있다.
- [0009] 상기 신호처리부는, 멀티 채널에서 가장 큰 파워 스펙트럼을 나타내는 채널을 선택하거나 단일 채널을 이용하는 경우, 일정 주파수 범위내의 파워 스펙트럼이 기 설정된 값 이상인 부분을 유효 파형 부분으로 선택하는 파형선택부를 더 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 산출된 혈압을 표시하는 표시부를 더 포함할 수 있다.

- [0011] 상기 메모리는, 상기 획득된 생체 신호 정보를 저장할 수 있다.
- [0012] 상기 센서부는 발광부와 수광부를 포함하며, 상기 발광부는 적어도 하나의 발광소자를 포함하고, 상기 수광부는 적어도 하나의 수광소자를 포함한다.
- [0013] 상기 수광소자는 포토다이오드나 이미지 센서를 포함하며, 상기 발광소자는 레이저 다이오드 및 발광 다이오드 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 발광소자는 레이저 다이오드를 포함하며, 상기 센서부가 피검자의 피부 표면으로부터 이격된 상태에서 맥파 측정이 이루어질 수 있다.
- [0015] 상기 생체 신호의 획득은 상기 센서부에 의한 맥파 측정으로 이루어질 수 있다.
- [0016] 상기 생체 신호의 획득은 일정 시간 간격으로 주기적으로 이루어질 수 있다.
- [0017] 상기 혈압 추정 알고리즘은, 선형회귀분석, 다중 회귀분석, 비선형 회귀 분석 중 어느 하나를 이용할 수 있다.
- [0018] 상기 혈압 추정 알고리즘은, 인공신경망 알고리즘, k-근접 이웃 알고리즘, 베이저안 네트워크 알고리즘, SVM 알고리즘, 순환 신경망 알고리즘 중 어느 하나를 이용할 수 있다.
- [0019] 상기 혈압 추정 알고리즘을 이용하여 다른 기기로 측정된 혈압을 입력하여 혈압을 보정하도록 마련될 수 있다.
- [0020] 피검자의 나이, 성별, 몸무게 및 신장 중 적어도 어느 하나의 신체 정보를 입력하는 신체 정보 입력부;를 더 포함하며, 입력된 신체 정보별로 혈압을 추정하도록 마련될 수 있다.
- [0021] 상기 혈압 측정 장치는 손목시계 형태, 모바일 스마트폰 형태, 태블릿 기기 형태 중 어느 한 형태의 휴대용으로 마련될 수 있다.
- [0022] 상기 혈압 측정 장치는 손목시계 형태로 마련되고, 상기 센서부는, 본체부 뒷면이나 스트랩에 위치될 수 있다.
- [0023] 일 유형에 따른 혈압 측정 방법은, 피검체에 광을 조사하고, 이 피검체에 의한 광의 신호 변화를 검출하여 생체 신호를 획득하고, 이 획득된 생체 신호를 보정하는 단계와; 보정된 생체 신호의 각 파형에서 복수의 특징점들을 추출하는 단계와; 메모리에 저장된 혈압 추정 알고리즘의 매트릭스와 상기 추출된 특징점들을 결합하여 혈압을 계산하는 단계;를 포함한다.
- [0024] 상기 각 파형에서 복수의 특징점들을 추출하는 단계는, 각 파형의 최고점과 이에 인접한 최저점을 분석하는 단계와; 상기 각 파형을 등시간 간격이나 사용자에게 의해 정해진 방식으로 분할하여 복수의 지점에서의 특징점 데이터를 추출하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 혈압 추정 알고리즘의 매트릭스는, 상기 보정된 생체 신호의 각 파형에서 추출된 복수의 특징점들을 상기 혈압 추정 알고리즘에 입력하여 얻어지는 계산치가 기 측정된 혈압값에 가까워지도록 혈압 추정 알고리즘을 학습시켜 얻어진 매트릭스일 수 있다.
- [0026] 상기 혈압 추정 알고리즘은 인공신경망 알고리즘, k-근접 이웃 알고리즘, 베이저안 네트워크 알고리즘, SVM 알고리즘, 순환 신경망 알고리즘 중 어느 하나를 이용할 수 있다.
- [0027] 상기 획득된 생체 신호를 보정하는 단계는, 생체 신호 시퀀스의 베이스라인을 보정하는 단계와; 상기 생체 신호 시퀀스의 고주파 노이즈를 제거하는 단계;를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0028] 혈압 측정 장치 및 방법에 따르면, 광신호에 기반을 두고 혈압을 측정하므로, 커프리스 타입으로 구현이 가능하다. 또한, 생체 신호의 특징점 데이터를 혈압 추정 알고리즘에 결합하여 혈압값을 추정하여 계산하므로, 장시간 지속적으로 혈압 모니터링이 가능하며, 웨어러블 디바이스나 휴대용 디바이스로 구현이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 실시예에 따른 혈압 측정 장치를 개략적인 구성을 보인 블록도이다.
- 도 2 내지 도 5는 센서부의 발광소자 및 수광소자의 배치 예들을 보여준다.
- 도 6은 실시예에 따른 혈압 측정 장치의 작동 순서도를 개략적으로 보여준다.

도 7은 혈압 추정 알고리즘을 적용하여 혈압을 추정하는 과정을 보여준다.

도 8 내지 도 10은 실시예에 따른 혈압 측정 장치를 적용할 수 있는 디바이스의 예들을 보여준다.

도 11은 발광 다이오드-포토다이오드(LED-PD) 조합의 센서부를 사용하여 손가락에 광을 조사하여 혈류의 변화를 광의 신호 변화로 검출할 때의 파형을 보여준다.

도 12 내지 도 14는 레이저 다이오드-포토다이오드(LD-PD) 조합의 센서부를 이용하여 요골동맥(radial artery), 손목 위, 손가락에 각각 광을 조사하여 혈류의 변화를 광의 신호 변화로 검출할 때의 파형을 보여준다.

도 15a는 맥박 파형 측정 그래프를 보여주며, 도 15b는 도 15a의 한주기 파형으로부터 추출될 수 있는 파라미터의 예를 보여준다.

도 16은 인공신경망 알고리즘을 예를 들어 보여준다.

도 17은 선형 회귀분석 알고리즘을 예를 들어 보여준다.

도 18은 실시예에 따른 혈압 측정 장치를 위한 인공신경망 알고리즘에서 데이터 학습 과정을 예를 들어 보여준다.

도 19는 인공 신경망 알고리즘에서 특징점 추출 후 저장된 히든 레이어 매트릭스를 이용하여 혈압값을 계산하는 과정을 보여준다.

도 20a 내지 도 20c는 도 18의 데이터 학습 단계에 적용될 수 있는 데이터 수집 및 예측 과정의 실시예들을 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하, 첨부된 도면들을 참조하면서 실시예를 상세히 설명한다. 이하의 도면들에서 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 지칭하며, 도면상에서 각 구성요소의 크기는 설명의 명료성과 편의상 과장되어 있을 수 있다. 한편, 이하에 설명되는 실시예는 단지 예시적인 것에 불과하며, 이러한 실시예들로부터 다양한 변형이 가능하다.

[0031] 이하에서, "상부" 나 "상"이라고 기재된 것은 접촉하여 바로 위에 있는 것뿐만 아니라 비접촉으로 위에 있는 것도 포함할 수 있다.

[0032] 제 1, 제 2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] 도 1은 실시예에 따른 혈압 측정 장치(10)를 개략적인 구성을 보인 블록도이다.

[0036] 도 1을 참조하면, 혈압 측정 장치(10)는, 센서부(100)와, 이 센서부(100)에서 검출된 신호로부터 생체 신호를 획득하는 신호처리부(200)와, 혈압 추정 알고리즘이 저장된 메모리(400)와, 상기 획득된 생체 신호로부터 상기 혈압 추정 알고리즘을 이용하여 혈압을 산출하는 중앙처리부(300)를 포함한다. 혈압 측정 장치(10)는 산출된 혈압을 표시하는 표시부(330), 혈압 산출의 정확도를 높이도록 신체 정보를 입력하는 신체 정보 입력부(310), 산출된 혈압 정보를 다른 기기로 전송하기 위한 데이터 전송부(350) 중 적어도 어느 하나를 더 포함할 수 있다. 이하에서는 혈압 측정 장치(10)에 표시부(330), 신체 정보 입력부(310) 및 데이터 전송부(350)가 구비된 경우를 예를 들어 설명한다.

[0037] 상기 센서부(100)는 피검체에 광을 조사하고, 피검체에 의한 광의 신호 변화를 검출하기 위한 것으로, 발광부(110)와 수광부(150)를 포함한다. 상기 발광부(110)는 적어도 하나의 발광소자를 포함하고, 상기 수광부(150)는 적어도 하나의 수광소자를 포함할 수 있다.

[0038] 상기 발광소자는 발광 다이오드(light emitting diode, LED) 또는 레이저 다이오드(laser diode, LD)일 수 있다. 상기 수광소자는 포토다이오드(photo diode) 또는 이미지 센서 예컨대, 씨모스 이미지 센서(CIS: CMOS

image sensor)를 포함할 수 있다. 상기 수광소자로는 포토트랜지스터(photo transistor: PTr)를 사용할 수도 있다. 상기 수광소자는 피검체 즉, 피검자의 피부나 혈관으로부터 산란되거나 반사되는 광의 혈류 변화에 따른 신호 변화를 감지하도록 마련될 수 있다.

- [0039] 도 2 내지 도 5는 센서부(100)의 발광부(110) 및 수광부(150)를 이루는 발광소자(111) 및 수광소자(151)의 배치 예를 보여준다. 도 2 내지 도 5를 참조하면, 발광소자(111)와 수광소자(151)가 동일 기관(101)에 배치되는 구조로 형성되는 경우를 예를 들어 보여준다.
- [0040] 도 2 내지 도 4를 참조하면, 발광소자(111)는 센서부(100)의 중앙에 위치하고, 수광부(150)는 상기 발광소자(111)를 둘러싸는 형태로 배치된 복수의 수광소자(151)를 포함하도록 구성될 수 있다.
- [0041] 다른 예로서, 도 5를 참조하면, 센서부(100)는 복수의 발광소자(111)와 복수의 수광소자(151)가 서로 나란하게 어레이로 배치되는 구조로 이루어질 수도 있다. 이때, 센서부(100)의 중앙에 복수의 발광소자(111)가 어레이로 배치되고, 이 복수의 발광소자(111) 어레이의 적어도 일측을 따라 어레이로 복수의 수광소자(151)가 배치될 수 있다. 도 5에서는 복수의 발광소자(111) 어레이의 양측을 따라 어레이로 복수의 수광소자(151)가 배치된 예를 보여준다.
- [0042] 도 2 내지 도 5에서와 같이, 센서부(100)의 중앙에 발광소자(111)를 배치하고, 그 주위에 수광소자(151)를 배치하는 경우, 피검체 예컨대, 피검자의 피부 표면 또는 혈관에서 산란 또는 반사되어 나오는 광의 수광량을 증가시킬 수 있다. 여기서, 상기 센서부(100)를 구성하는 발광소자(111) 및 수광소자(151)의 배치는 도 2 내지 도 5에 한정되지 않으며, 다양한 배치가 가능하다. 예를 들어, 센서부(100)의 중앙에 적어도 하나의 수광소자(151)를 배치하고, 그 주위에 적어도 하나 이상의 발광소자(111)를 배치할 수도 있다.
- [0043] 한편, 상기 발광부(110)의 발광소자(111)로 레이저 다이오드를 사용하는 경우, 레이저광의 직진성이 좋은 특성에 의해 센서부(100)가 피검자의 피부 표면으로부터 이격된 상태에서도 신호 측정이 가능할 수 있다. 따라서, 상기 발광소자(111)로 레이저 다이오드를 구비하고, 혈압 측정 장치(10)를 손목시계 형태의 디바이스에 구현할 때, 시계 부분에 해당하는 본체부의 뒷면에 센서부(100)를 두고 손목 위나 손등에서 신호 측정이 이루어진 구조로 디바이스를 구현할 수 있다. 손목시계 형태의 디바이스는 본체부와 손목에 채워지는 스트립으로 구성되는데, 본체부보다는 스트립이 손목과의 밀착력이 더 좋을 수 있다. 역으로, 손목시계 형태의 장치의 본체부와 손목의 피부 표면 사이는 이격이 발생할 수도 있다. 발광소자(111)로 레이저 다이오드를 구비하는 경우에는, 상기 본체부 뒷면에 센서부(100)를 두는 경우에도, 장치의 착용 상태 즉, 밀착 또는 비밀착 상태에 관계없이 혈압 측정이 이루어질 수 있다.
- [0044] 여기서, 상기 발광소자(111)로 발광 다이오드를 적용하는 경우에는, 발광 다이오드의 출사광의 퍼지는 특성을 고려하여, 센서부(100)와 피검자의 피부 사이를 레이저 다이오드를 적용한 경우보다는 보다 밀착 시킨 상태로 혈압 측정 동작이 이루어지는 것이 필요할 수 있다. 하지만, 발광소자(111)로 발광 다이오드를 적용하는 경우에도, 센서부(100)와 피검자의 피부 표면 사이는, 신호 검출이 가능한 범위내에서, 서로 이격된 상태에서 측정이 이루어질 수 있다.
- [0045] 다시 도 1을 참조하면, 상기 신호처리부(200)는 센서부(100)에서 검출된 신호로부터 생체 신호를 획득하기 위한 것으로, 외부 조명이나 외부 환경에 의한 광의 신호 변화 성분은 제거하도록 마련될 수 있다. 상기 신호처리부(200)는, 센서부(100)에서 검출된 광신호의 시간별 세기 변화를 분석한다. 피검체의 혈관(예를 들어, 손가락이나 손목의 위쪽에 있는 혈관 또는 손목의 아래쪽 요골 동맥 등)의 용적 변화에 대응되는 광신호의 변동(fluctuation)을 분석함으로써 생체 신호를 획득할 수 있다. 여기서, 획득된 생체 신호는, 예를 들어, 분석된 광신호의 변동과 용적 변화의 상관관계에 기초하여 변환된 PPG(photoplethysmogram) 신호일 수 있다. 상기 신호처리부(200)는 DAC(digital to analogue converter) 또는 ADC(analogue to digital converter)를 적용할 수 있다.
- [0046] 상기 신호처리부(200)는, 예를 들어, 실시간으로 입력되는 신호로부터 한주기의 파형을 추출하는 파형추출부와, 상기 한주기의 파형으로부터 등시간 간격이나 사용자에게 의해 정해진 방식으로 데이터를 샘플링하는 데이터 추출부를 포함할 수 있다. 또한, 상기 신호처리부는 파형 선택부를 더 포함할 수 있다.
- [0047] 상기 신호처리부는 멀티채널 각각에서 생체 신호를 획득하도록 마련될 수 있으며, 멀티채널 각각에서 획득된 생체 신호들의 파형에 대해, 기설정된 주파수 범위내(예를 들어 약 0.66 Hz ~ 3Hz)의 파워 스펙트럼을 비교하여, 가장 큰 파워 스펙트럼을 나타내는 채널을 선택하도록 마련될 수 있다. 다른 예로서, 상기 신호처리부는 단일 채널을 이용하도록 마련될 수 있다. 상기 선택된 채널 또는 단일 채널을 이용하는 경우, 상기 파형 선택부는 일

정 주파 범위내의 파워 스펙트럼 값이 기 설정된 값 이상인 부분을 유효 파형 부분으로 선택할 수 있다.

- [0048] 상기 메모리(400)에는 혈압 추정 알고리즘이 저장될 수 있다. 또한, 상기 메모리(400)에는 신호처리부(200), 중앙처리부(300)의 처리 및 제어를 위한 프로그램이 저장될 수 있으며, 입/출력되는 데이터들이 저장될 수 있다. 즉, 상기 메모리(400)에는 상기 센서부(100)의 측정 결과들이 저장되거나 상기 신호처리부(200)에서 신호 처리하여 획득된 생체 신호가 저장될 수 있다. 상기 메모리(400)는 실시간으로 들어오는 생체 신호를 버퍼 메모리(400)에 저장하고, 혈압 추정 알고리즘을 호출하여 계산하는 것이 가능하도록 마련될 수 있다.
- [0049] 상기 메모리(400)는 예를 들어, 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(400)(220) 등), 램(RAM, Random Access Memory) SRAM(Static Random Access Memory), 롬(ROM, Read-Only Memory), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), PROM(Programmable Read-Only Memory), 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.
- [0050] 상기 중앙처리부(300)는 상기 센서부(100)의 동작을 제어하고, 상기 측정된 신호로부터 혈압 추정 알고리즘을 이용하여 혈압을 산출한다. 즉, 상기 중앙처리부(300)는 상기 센서부(100)에서 측정된 신호를 신호처리부(200)에서 처리하여 획득된 생체 신호로부터 혈압 추정 알고리즘을 이용하여 혈압을 산출한다. 상기 중앙처리부(300)는, 메모리(400), 표시부(330), 신호처리부(200), 신체 정보 입력부(310) 등도 제어할 수 있다.
- [0051] 상기 중앙처리부(300)는, 상기 생체 신호 예컨대, PPG 맥파 신호의 파형 특성을 분석하여 생체 신호의 다양한 특징점들을 분석할 수 있다. 또한, 분석된 특징점 데이터와 혈압 추정 알고리즘의 매트릭스를 결합하여 혈압값을 추정할 수 있다. 이때, 상기 중앙처리부(300)에 의해 추정되는 혈압값은 수축기 혈압 및 이완기 혈압, 그리고 심박수 등을 포함할 수 있다.
- [0052] 상기 중앙처리부(300)에서 산출된 혈압값은 표시부(330)에 표시될 수 있다. 상기 표시부(330)는 이완기 혈압 및 수축기 혈압을 표시하도록 마련될 수 있으며, 또한, 심박수도 표시하도록 마련될 수 있다.
- [0053] 신체 정보 입력부(310)는, 혈압 산출의 정확도를 높이도록, 피검자의 나이, 성별, 몸무게 및 신장 중 적어도 어느 하나의 신체 정보를 입력하도록 마련될 수 있다. 상기 중앙처리부(300)는 신체 정보 입력부(310)를 통해 입력된 신체 정보별로 혈압을 추정하도록 동작될 수 있다. 여기서, 무작위로 추출된 모집단의 데이터를 수집하여 혈압 추정 알고리즘을 구성하는 경우에는, 상기 신체 정보 입력부(310)를 생략한 구조로 혈압 측정 장치(10)를 구성할 수도 있다.
- [0054] 데이터 전송부(350)는 상기 중앙처리부(300)에서 분석된 결과를 외부의 다른 기기로 전송하기 위한 것이다. 상기 중앙 처리부에서 계산, 추정된 혈압값은 표시부(330)에서 출력될 수 있으며, 데이터 전송부(350)는 예컨대, 블루투스과 같은 통신장치를 이용하여 스마트폰이나 컴퓨터 등의 외부 기기로 혈압값 및 심박수값을 전송할 수 있다. 이 데이터 전송부(350)를 활용하여 기기와 기기를 연결하거나 병원에 연결하여 여러 가지 필요한 서비스를 병원측으로부터 제공받도록 구현될 수도 있다.
- [0055] 여기서, 상기 외부 기기는 스마트폰이나 컴퓨터뿐만 아니라, 예를 들어, 분석된 혈압 정보를 사용하는 의료 장비, 결과물을 프린트하기 위한 프린터, 또는, 분석 결과를 디스플레이하는 표시 장치일 수 있다. 이외에도, 태블릿 PC, PDA(personal digital assistant), 랩톱(laptop), PC, 및 기타 모바일 또는 비모바일 컴퓨팅 장치 등 다양한 기기일 수 있다.
- [0056] 데이터 전송부(350)는 외부 기기와 유선 또는 무선으로 연결될 수 있다. 예를 들어, 데이터 전송부(350)는 외부 기기와 블루투스(bluetooth) 통신, BLE(Bluetooth Low Energy) 통신, 근거리 무선 통신(Near Field Communication unit), WLAN(와이파이) 통신, 지그비(Zigbee) 통신, 적외선(IrDA, infrared Data Association) 통신, WFD(Wi-Fi Direct) 통신, UWB(ultra wideband) 통신, Ant+ 통신 WIFI 통신 등 다양한 통신 방법을 이용하여 통신하도록 마련될 수 있다.
- [0057] 한편, 실시예에 따른 혈압 측정 장치(10)는 사용자 인터페이스(미도시)를 더 포함할 수 있다. 사용자 인터페이스는 사용자 및/또는 외부 기기와의 인터페이스로서, 입력부와 출력부를 포함할 수 있다. 여기서, 사용자는 혈압을 측정하고자 하는 대상, 즉, 피검체일 수도 있지만, 의료 전문가 등 상기 혈압 측정 장치(10)를 이용할 수 있는 사람으로서, 피검체보다 넓은 개념일 수 있다. 사용자 인터페이스를 통해 혈압 측정 장치(10)를 동작하기 위해 필요한 정보가 입력되고, 분석된 결과가 출력될 수 있다. 사용자 인터페이스는 예를 들어, 버튼, 키넥터, 키패드, 디스플레이부 등을 포함할 수 있고, 또한, 음향 출력부나 진동 모터와 같은 구성을 더 포함할 수도 있

다.

- [0058] 상기 혈압 측정 장치(10)는 웨어러블 디바이스 형태, 모바일 폰 예컨대, 모바일 스마트폰 형태, 태블릿 기기 형태 중 어느 한 형태로 휴대 가능하도록 마련될 수 있다. 즉, 상기 혈압 측정 장치(10)는 웨어러블 디바이스, 모바일 폰 예컨대, 모바일 스마트폰, 태블릿 기기 등에 탑재될 수 있다. 또한, 상기 혈압 측정 장치(10)는 손가락에 끼워 혈압을 측정하는 형태 예컨대, 손가락 집게형으로 구현될 수도 있다.
- [0059] 예를 들어, 상기 혈압 측정 장치(10)는 피검자에게 착용될 수 있는 기기 즉, 웨어러블 디바이스(wearable device)의 형태로 구현될 수 있다. 이때, 웨어러블 디바이스는 손목 시계형, 팔찌형, 손목 밴드형으로 구현될 수 있으며, 이외에도, 반지형, 안경형, 이어폰형, 헤드셋형 또는 헤어밴드형 등 다양한 형태로 구현될 수 있다. 또한, 혈압 측정 장치(10)의 일부 구성, 예를 들어, 센서부(100) 및 신호처리부(200) 부분만이 피검자에게 착용될 수 있는 형태로 구현될 수도 있다.
- [0060] 상기 혈압 측정 장치(10)는 예를 들어, 본체부(손목시계의 경우 시계 부분에 해당)의 뒷면을 이용하여 심박수를 측정하는 손목 시계형 웨어러블 디바이스에 심박수만을 측정하는 센서 대신에 적용되어 피검자의 혈압 추정 및 심박수 측정 기기로 사용될 수 있다. 또한, 상기 혈압 측정 장치(10)는 발광소자와 CIS(CMOS image sensor)를 이용하는 스마트폰 등에 적용되어 피검자의 혈압 추정 및 심박수 측정 기기로 사용될 수 있다.
- [0061] 상기한 바와 같은 실시예에 따른 혈압 측정 장치(10)는 다음과 같이 동작될 수 있다. 도 6은 실시예에 따른 혈압 측정 장치(10)의 작동 순서도를 개략적으로 보여준다.
- [0062] 도 6을 참조하면, 피검자의 신체 부위 예컨대, 손가락, 손목 등의 신체 부위에 센서부(100)를 접촉시키거나 가까이 대고 광을 피부에 조사한다(S100). 이때, 반사 또는 산란된 광을 센서부(100)의 수광부(150)에서 수광하고(S200), 수광된 광의 세기를 전류 또는 전압으로 바꾸어 파형을 측정한다(S300). 측정된 파형의 신호의 유무 또는 파형 적합성을 판단하여(S400), 심박수가 포함된 일반적 파형이면 다음 단계(S500)로 넘어가고, 그렇지 않으면 다시 반사 또는 산란된 광을 수광하는 단계(S200)로 되돌아간다. 측정된 파형의 신호의 유무 또는 파형 적합성 판단은 신호처리부(200)나 중앙처리부(300)에서 이루어질 수 있다. 측정된 파형을 이용하여 혈압값을 추정하는 단계에서는 혈압 추정 알고리즘을 이용하여 혈압값을 추정한다(S500). 그리고, 추정된 혈압값 및 심박수를 표시부(330)에 표시한다(S600). 상기 혈압값을 추정하는 단계에서, 다른 기기로 측정된 혈압을 혈압 추정 알고리즘에 입력할 수 있으며, 이 경우, 혈압 추정 알고리즘에 의해 다른 기기로 측정된 혈압값을 이용하여 혈압을 보정할 수 있다.
- [0063] 상기한 바와 같은 실시예에 따른 혈압 측정 장치(10)에 따르면, 손가락, 손목의 위쪽 또는 아래쪽(요골동맥) 등에서 혈류의 변화를 광의 세기 변화로 읽고, 혈압 추정 알고리즘을 적용하여 혈압의 고점과 저점 즉, 수축기 혈압(SBP: systolic blood pressure) 및 확장기 혈압(DBP: diastolic blood pressure) 등을 추정할 수 있으며, 심박수(HR: Heart rate) 등도 추정할 수 있다.
- [0064] 도 7은 혈압 추정 알고리즘을 적용하여 혈압을 추정하는 과정을 보여준다.
- [0065] 도 7(a)를 참조하면, 피검체에 광을 조사하고, 이 피검체에 의한 광의 신호 변화를 검출하여 생체 신호를 획득한다. 이때, 획득된 생체 신호에 대한 베이스라인(baseline)을 분석한다. 도 7(a)의 그래프는 4초 동안 생체 신호를 측정된 경우를 예시적으로 보여준다. 생체 신호의 획득은 데이터 처리에 필요한 시간 간격 예컨대, 일정 시간 간격을 두고 복수회 이루어질 수 있다. 도 7(a)의 생체 신호 그래프에서 알 수 있는 바와 같이, 베이스라인은 일정하지 않을 수 있다. 도 7(a)에서는 베이스라인이 시간이 지남에 따라 증가하는 1차 함수를 그리는 경우를 예를 들어 보여준다. 베이스라인은 2차 함수, 3차 함수 또는 복수의 변곡점을 가지는 함수 형태일 수 있다. 여기서, 베이스라인은 생체 신호의 각 주기 파형의 최고점과 최저점의 예컨대, 중간 지점들을 연결한 선으로 나타낼 수 있다.
- [0066] 상기와 같이 베이스라인을 분석하여, 베이스라인이 1차, 2차 함수 또는 3차 함수 등을 그리는 경우, 베이스라인을 보정하면 도 7(b)에서와 같은 생체 신호를 얻을 수 있다.
- [0067] 다음으로, 도 7(c)를 참조하면, 생체 신호에 고주파(HF) 노이즈가 있는 경우, 생체 신호에 예컨대, 스무딩(Smoothing) 함수 또는 필터 처리를 하여 고주파 노이즈를 제거할 수 있다. 여기서, 생체 신호에 고주파 노이즈가 포함되지 않은 경우에는, 스무딩 함수 또는 필터 처리 등의 고주파 제거 과정은 생략될 수 있다.
- [0068] 다음으로 도 7(d)에서와 같이, 고주파 노이즈가 제거된 생체 신호의 각 주기 파형의 최고점(Max)과 최저점(Min)을 분석하고, 도 7(e)에서와 같이 특징점들(feature point)을 추출한다. 각 주기 파형의 특징점들은 등시간

간격 즉, 등간격(Equidistance)으로 추출하거나, 사용자가 정한 방식(user define)으로 특징점들을 추출할 지점을 정하여 추출할 수 있다.

- [0069] 상기와 같이 추출된 특징점 데이터를 혈압 추정 알고리즘과 결합하면, 도 7(f)에서와 같이, 혈압 추정치 계산 결과를 얻을 수 있다. 도 7(f)에 보인 혈압 추정치 계산 결과는, 각 계산마다 약 4초 동안 얻은 생체 신호를 이용하여 얻어진 것이다.
- [0070] 혈압 추정치 계산 결과를 예시적으로 보인 도 7(f)에서와 같이, 상기와 같은 과정을 통해, 수축기 혈압(systolic BP), 확장기 혈압(Diastolic BP)을 추정 계산하고, 심박수(HR:Heart Rate) 측정치를 얻을 수 있다.
- [0071] 실시예에 따른 혈압 측정 장치(10)는 혈압 추정 및 심박수 측정이 가능한 것으로, 기존의 광을 이용하여 심박수 측정만이 이루어지던 다양한 디바이스에도 그대로 적용하여, 혈압 추정 및 심박수 측정에 사용될 수 있다.
- [0072] 도 8 내지 도 10은 실시예에 따른 혈압 측정 장치(10)를 적용할 수 있는 휴대형 디바이스의 예들을 보여준다. 도 8은 손목시계형 디바이스(500)로, 본체부(MB) 뒷면에 센서부(100)가 설치되어 팔등이나 손등에 광을 조사하여 혈류의 변화를 광의 신호 변화로 검출하도록 마련되고, 스트랩(ST)에는 센서부가 설치되지 않은 예를 보여준다. 도 9는 손목시계형 디바이스(700)로, 스트랩(ST) 부분에 센서부(100)가 마련되어 요골동맥 등에 광을 조사하여 요골동맥에 흐르는 혈류의 변화를 광의 신호 변화로 검출하도록 마련된 예를 보여준다. 도 10은 스마트폰(1000) 뒷면에 마련된 이미지 센서(1100) 즉, CIS(Cmos image sensor)와 광원(1200)을 이용하여 손가락에 흐르는 혈류의 변화를 광의 신호 변화로 검출하도록 마련된 예를 보여준다. 스마트폰(1000) 뒷면에 마련된 광원(1200)과 이미지 센서(1100)는 각각 실시예에 따른 혈압 측정 장치의 발광부(110)의 발광소자(111)와 수광부(150)의 수광소자(151)로 사용할 수 있다.
- [0073] 도 11은 발광 다이오드-포토다이오드(LED-PD) 조합의 센서부를 사용하여 손가락(finger)에 광을 조사하고 혈류의 변화를 광의 신호 변화로 검출할 때의 파형을 보여준다. 도 12 내지 도 14는 레이저 다이오드-포토다이오드(LD-PD) 조합의 센서부를 이용하여 요골동맥(radial artery), 손목 위(above wrist), 손가락(finger)에 각각 광을 조사하여 혈류의 변화를 광의 신호 변화로 검출할 때의 파형을 보여준다.
- [0074] 도 11과 도 12 내지 도 14의 비교로부터 알 수 있는 바와 같이, 발광부(110)에 발광소자(111)로 발광 다이오드 뿐만 아니라, 레이저 다이오드를 사용하는 경우에도, 혈류 변화를 나타내는 신호가 측정될 수 있음을 알 수 있다. 또한, 레이저 다이오드를 이용하는 경우, 손목 위에 센서부(100)가 위치하는 경우에도, 혈류 변화를 나타내는 신호가 측정될 수 있음을 알 수 있다. 발광부(110)에 적절한 발광소자(111)를 선택하면, 손가락이나 요골 동맥뿐만 아니라, 손목 위에서도 혈류 변화를 나타내는 신호를 측정할 수 있으며, 이를 분석하여 심박수 값의 추정 및 혈압값의 추정치를 계산하여 얻을 수 있다. 이외에도, 발광부(110)에 적절한 발광소자(111)를 선택하면, 신체 부위의 위치에 한정 없이 혈류 변화를 나타내는 신호를 측정할 수 있으며, 이를 분석하여 혈압값 및 심박수 값의 추정치를 계산하여 얻을 수 있다.
- [0075] 상기한 실시예에 따른 혈압 측정 장치(10)에서, 생체 신호의 각 주기 파형에 대해 추출된 복수의 특징점 데이터를 이용하여 혈압 추정치를 계산하기 위해, 상기 혈압 추정 알고리즘으로 선형회귀분석, 다중 회귀분석, 비선형 회귀 분석 중 어느 하나를 이용할 수 있다. 또한, 상기 혈압 추정 알고리즘으로 기계학습(machine learning) 알고리즘 예를 들어, 인공신경망 알고리즘, k-근접 이웃(K-nearest neighbors: KNN) 알고리즘, 베이지안 네트워크 알고리즘, SVM(Support Vector Machine) 알고리즘, 순환 신경망(recurrent neural network) 알고리즘 중 어느 하나를 이용할 수 있다. 여기서, 기계학습 알고리즘은 훈련 데이터를 통해 이미 알려진 속성을 기반으로 예측 가능한 것으로, 예를 들어, 맥박 파형을 훈련시켜 혈압 예측이 가능하다.
- [0076] 예를 들어, 인공 신경망(ANN: Artificial Neural Network) 알고리즘은 이미 학습된 데이터를 가지고 계산을 수행하도록 된 것으로, 학습된 데이터는 히든 레이어 매트릭스(hidden layer matrix) 형태로 메모리(400)에 저장되고, 실제 측정시에는 저장되어 있는 히든 레이어 매트릭스와 새로 측정된 데이터를 결합하여, 원하는 혈압 추정치를 계산할 수 있다.
- [0077] 혈압 측정 장치(10)에서, 신체 정보 입력부(310)는 경우에 따라 사용하지 않을 수도 있으나, 혈압 추정값을 더욱 정확히 하기 위해 무작위로 추출된 모집단에서 수집된 데이터로 학습된 매트릭스를 사용하기보다는 신체특징별 모집단에서 수집된 데이터로 학습된 매트릭스를 사용할 수도 있다. 추정 계산된 데이터는 표시부(330)에서 출력되며 데이터 전송부(350)는 블루투스나 같은 통신장치를 이용하여 스마트폰이나 컴퓨터로 혈압값 및 심박수 값을 전송할 수 있다. 특히 이 데이터 전송부(350)를 활용하여 기기와 기기를 연결하거나 병원에 연결하여 여러 가지 필요한 서비스를 병원측에서 제공할 수도 있다.

- [0078] 도 15a는 맥박 파형 측정 그래프를 보여주며, 도 15b는 도 15a의 한주기 파형으로부터 추출될 수 있는 파라미터의 예를 보여준다.
- [0079] 도 15a 및 도 15b를 참조하면, 맥박 파형의 1 주기(cycle)에 해당하는 파형을 추출하고, 이 파형에서 혈압과 관련이 있을 것으로 추정되는 파라미터들 예를 들어, t1, t2, t3 등을 추출한다. 도 15a 및 도 15b의 그래프에서 파형은 예를 들어, PPG 맥파에 해당할 수 있다.
- [0080] 도 15b에서, t1은 수축기 상승 시간(systolic upstroke time), t2는 확장기 시간(diastolic time), t3은 파형의 소정 위치에서의 폭을 나타낸다. 복수 위치에서 t3 데이터가 얻어질 수 있다. t3 데이터로 소정 위치 또는 복수 위치에서 수축기 시간 동안 폭과 확장기 시간 동안 폭에 데이터가 얻어질 수 있다.
- [0081] 상기와 같이 맥박 파형에서 혈압과 관련이 있는 파라미터를 추출하고, 이러한 파라미터를 이용하여 혈압값을 추정할 수 있다.
- [0082] 도 16은 인공신경망 알고리즘을 예를 들어 보여준다.
- [0083] 도 16을 참조하면, 인공신경망 알고리즘의 입력 레이어(input layer)에는 진술한 바와 같이 획득된 생체 신호의 특징점들의 값에 대응하는 혈압의 고점값과 저점값 사이에 숨겨져 있는 복수개의 히든 레이어(hidden layer) 예를 들어, 2개의 히든 레이어를 설정하여, 특징점들 값과 혈압값 사이를 신경망과 같은 네트워크로 만들 수 있다. 이와 같은 구조에 모집단에서 추출된 여러 데이터를 반복적으로 이용해서 패턴을 학습시키고, 학습된 히든 레이어 매트릭스(hidden layer matrix)를 호출하여 새로운 입력에 대한 혈압값을 추정할 수 있다. 도 16에서는 입력 레이어(Input Layer)에 입력되는 추출된 여러 특징점들 데이터 x_1, x_2, \dots, x_N 를 복수의 히든 레이어(예컨대, Hidden Layer 1, Hidden Layer2)에 대응시켜, 출력 레이어(Output Layer)에서 y_1 (SBP:systolic blood pressure), y_2 (DBP:diastolic blood pressure)를 출력하도록, 기계적인 학습(machine learning)을 통해 히든 레이어 매트릭스(hidden layer matrix) 구조를 만들 수 있도록 인공 신경망 알고리즘이 구성된 예를 보여준다. 도 16에서와 같이 인공 신경망 알고리즘이 구성되는 경우, 임의의 입력 데이터에 대해 학습된 히든 레이어 매트릭스를 이용하면 출력 데이터를 추정할 수 있다.
- [0084] 도 17은 선형 회귀분석 알고리즘을 예를 들어 보여준다.
- [0085] 도 17에서와 같이 선형 회귀분석 알고리즘을 적용하는 경우에는, 추출된 특징점 파라미터들과 혈압값 사이의 선형관계식을 다수의 데이터로 분석하여 선형관계식의 계수값들을 계산한다. 도출된 계수값들로 선형관계식을 도출하고 이를 이용하여 새로운 입력 특징에 대한 혈압값을 추정할 수 있다. 도 17에서는 맥박 파형의 확장기 시간(diastolic time) t_2 를 가로축으로 두고, 수축기 혈압(systolic blood pressure) 및 확장기 혈압(diastolic blood pressure) 값을 추정한 결과를 보여준다. 추출된 파라미터로 혈압과 선형 관계식을 도출할 수 있다. 예를 들어, 수축기 혈압은 $\text{Sys BP} = a_1t_2 + b_1$ 의 선형 관계식, 확장기 혈압은 $\text{Dia BP} = a_2t_2 + b_2$ 의 선형 관계식이 얻어질 수 있다. 여기서, a_1, b_1, a_2, b_2 등은 도출된 피팅(fitting) 파라미터들이다. 다른 예로서, 혈압(BP)에 대해서는 $\text{BP} = a_1t_1 + a_2t_2 + a_3t_3 + \dots + c$ 와 같은 선형 관계식이 얻어질 수 있다. 이러한 도출된 선형 관계식을 이용하여 새로운 입력에 대해 혈압값을 추정할 수 있다.
- [0086] 이하에서는 실시예에 따른 혈압 측정 장치(10)에 적용되는 혈압 추정 알고리즘으로 인공 신경망 알고리즘(ANN: Artificial Neural Network)을 적용하는 경우를 예를 들어 설명한다.
- [0087] 혈압 추정 알고리즘으로 인공 신경망 알고리즘을 적용하는 경우, 일차적으로 데이터 학습 과정을 진행한다. 데이터 학습 과정에서는, 생체 신호에 대해 추출된 특징점들을 인공 신경망 알고리즘에 적용하여 히든 레이어 매트릭스(Hidden Layer Matrix)를 산출하고, 이 히든 레이어 매트릭스를 메모리(400)에 저장(Store)한다. 다음으로, 실제로 혈압 측정시에는 생체 신호에 대해 특징점들을 추출하고, 이러한 특징점들 데이터와 메모리(400)에 저장되어 있던 히든 레이어 매트릭스의 조합을 이용하여 혈압값 예컨대, 수축기 혈압, 확장기 혈압 및 심박수 등을 산출한다.
- [0088] 도 18은 실시예에 따른 혈압 측정 장치(10)를 위한 인공신경망 알고리즘에서 데이터 학습 과정을 예를 들어 보여준다.
- [0089] 도 18을 참조하면, 피검체에 광을 조사하고, 이 피검체에 의한 광의 신호 변화를 검출하여 획득한 생체 신호 시퀀스를 입력한다(P1100). 입력되는 생체 신호는 소정 시간 예컨대, 4초 동안의 데이터(4 sec data)로서, 베이스라인이 보정되고, 예를 들어, 스무딩(smoothing) 함수 또는 필터로 처리하여 고주파 노이즈(HF noise)가 제거된 것일 수 있다. 생체 신호 시퀀스에 대한 FFT(fast fourier transform)를 통하여 대략적인 심박수(heart rate)

추정치를 결정하고(P1200), 각 심장 주기(cardiac cycle) 파형의 최고점과 인접하는 최저점을 분석한다(P1300,P1400). 그런 다음 생체 신호 시퀀스에서 하나의 심장 주기 파형을 추출하고(P1500), 이 주기 파형에 대한 복수의 특징점들을 등간격(Equidistance) 또는 사용자에게 의해 정해진 방식(user-defined method)으로 추출한다(P1600). 이와 같이 추출된 복수의 특징점들을 사용하여 히든 레이어 매트릭스(Hidden Layer Matrix)를 추출하고 대응하는 혈압값(BP values)을 추출하여(P1700), 히든 레이어 매트릭스의 학습된 결과를 메모리(400)에 저장한다(P1800).

[0090] 도 19는 인공 신경망 알고리즘에서 특징점 추출 후 저장된 히든 레이어 매트릭스를 이용하여 혈압값을 계산하는 과정을 보여준다.

[0091] 도 19를 참조하면, 혈압값을 추정 계산하는 과정은 생체 신호의 특징점 추출(Feature Extraction) 과정(1단계)과, 추출된 특징점 데이터와 데이터 학습 과정을 거쳐 얻어진 예컨대, 인공신경망 알고리즘의 저장된 히든 레이어 매트릭스(Stored Hidden Layer Matrix)를 이용하여 예를 들어, 그 곱으로서 혈압값(BP values)을 계산하는 과정(2단계)으로 크게 구분할 수 있다.

[0092] 생체신호의 특징점 데이터를 추출하기 위하여, 먼저, 피검체에 광을 조사하고, 이 피검체에 의한 광의 신호 변화를 검출하여 획득한 생체 신호 시퀀스를 입력한다(P2000). 입력되는 생체 신호는 소정 시간 예컨대, 4초 동안의 데이터로서, 예를 들어, 베이스라인이 보정되고, 스무딩(smoothing) 함수 또는 필터로 처리하여 고주파 노이즈(HF noise)가 제거된 것일 수 있다. 생체 신호 시퀀스에 대한 FFT(fast fourier transform)를 통하여 심박수 추정치를 결정하고(P2100), 각 심장 주기(cardiac cycle) 파형의 최고점과 인접하는 최저점을 분석한다(P2200)(P2300). 그런 다음 생체 신호 시퀀스에서 하나의 주기 파형을 추출하고(P2400), 이 주기 파형에 대한 복수의 특징점들을 등간격 또는 사용자에게 의해 정해진 간격 예컨대, 비등간격으로 추출한다(P2500).

[0093] 이와 같이 추출된 복수의 특징점 데이터와 메모리(400)에 저장되어 있던 히든 레이어 매트릭스를 이용하여 혈압값을 계산할 수 있다. 혈압값은 예를 들어, 히든 레이어 매트릭스와, 상기 특징점 데이터로 형성된 벡터(vector)의 곱으로부터 얻어질 수 있으며, 이때, 계산 결과 얻어지는 혈압값은 수축기 혈압(SBP) 및 확장기 혈압(DBP), 그리고 심박수(HR: Heart Rate) 등을 포함할 수 있다. 이러한 측정 혈압 및 심박수 등은 표시부(330)를 통해 표시되며, 외부 기기로 출력될 수 있다.

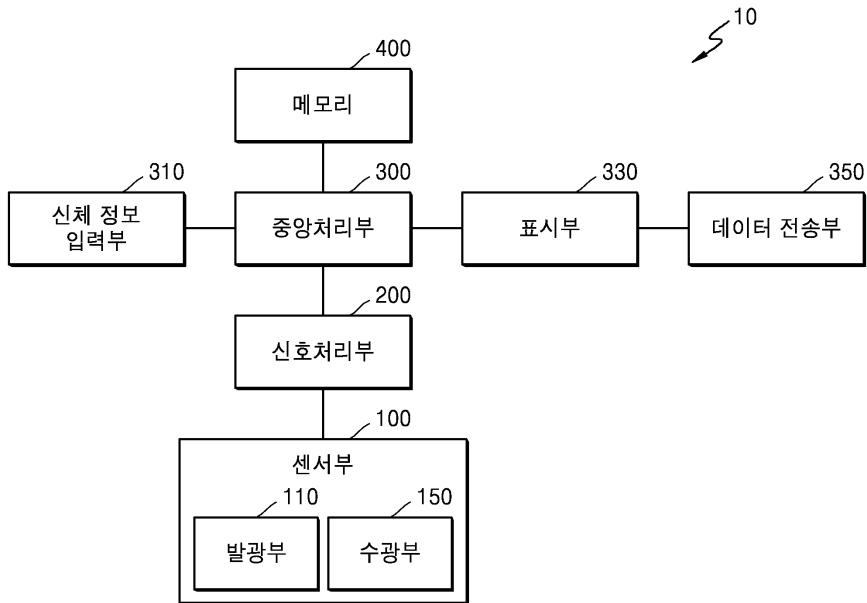
[0094] 도 20a 내지 도 20c는 도 18의 인공 신경망 알고리즘의 데이터 학습 단계에 적용될 수 있는 데이터 수집 및 예측 과정의 실시예들을 보여준다.

[0095] 예를 들어, 도 20a에서와 같이, 데이터 학습을 위한 데이터 수집은 무작위로 추출된 모집단을 활용하여 데이터(data)를 수집하고 학습시켜서 히든 레이어 매트릭스를 구할 수 있으며, 혈압값의 추정은 모집단에 없는 피험자를 대상으로 실시할 수 있다. 다른 예로서, 도 20b에서와 같이, 혈압값을 좀더 정확하게 추정하기 위하여, 신체 특징별 모집단을 분류하여 집단별 데이터를 수집하고 학습시켜서 히든 레이어 매트릭스를 구할 수 있으며, 모집단에 없는 피험자를 대상으로 피험자의 신체특징에 해당하는 집단별 데이터를 이용해서 혈압값을 추정할 수도 있다. 또 다른 예로서, 도 20c에서와 같이, 하루 24시간 중 여러 시간대별 휴식이나 운동 또는 몸이 아플 때 등의 상황별로, 복수 회에 걸쳐 개인별 데이터를 수집하고 학습시켜서 히든 레이어 매트릭스를 구할 수 있으며, 이와 같이 구해진 히든 레이어 매트릭스를 이용하여 개인별 혈압값을 추정할 수도 있다.

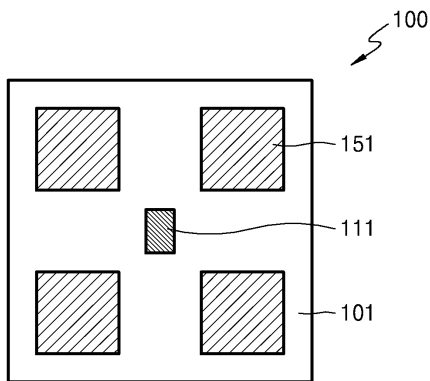
[0096] 상기와 같은 혈압 추정 알고리즘을 이용하여, 도 7을 참조로 전술한 바와 같이, 수집된 데이터를 베이스라인이 움직일 경우 예를 들어, 1차 또는 2차, 3차 함수로 베이스라인을 보정하고, 고주파 노이즈가 있는 경우 예컨대, 스무딩 함수로 데이터 처리를 하여 노이즈를 제거한다. 이후, 1주기를 세분화하여 각 주기마다 최소, 최대값을 정하고 각 주기마다 특징점들을 추출한다. 이때 등간격(equidistance) 또는 사용자 정의(user-defined) 방법을 이용하여 특징점들을 추출한다. 이와 같이 추출된 특징점 데이터를 혈압 추정 알고리즘에 적용하여 혈압값과 심박수값을 계산하여 추정할 수 있다.

도면

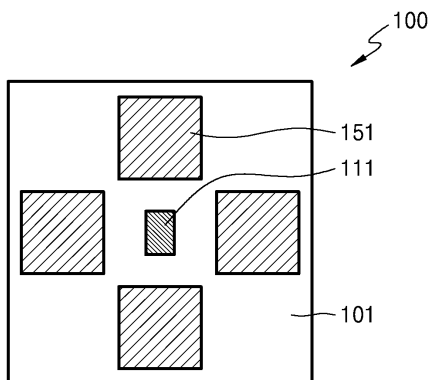
도면1



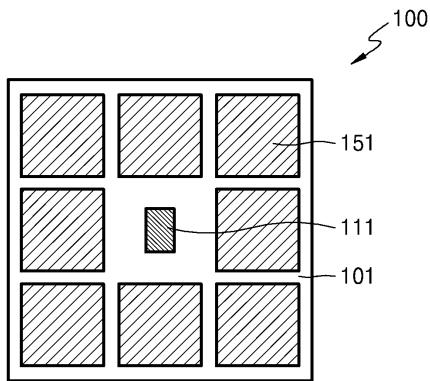
도면2



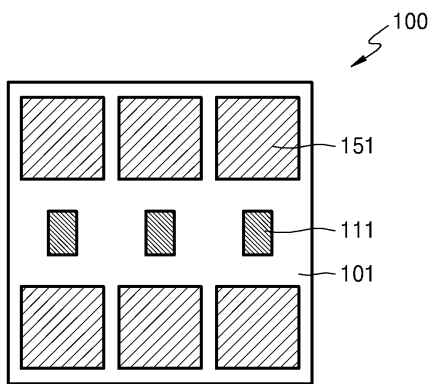
도면3



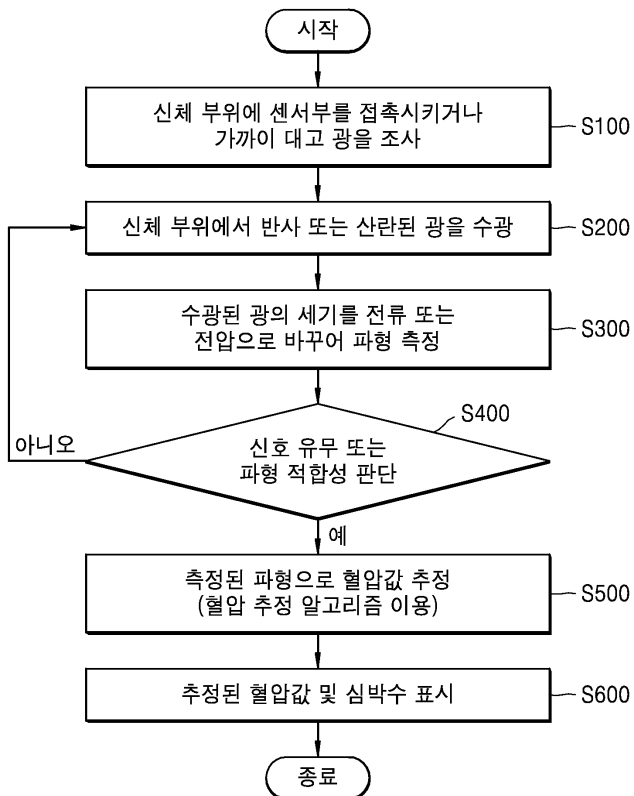
도면4



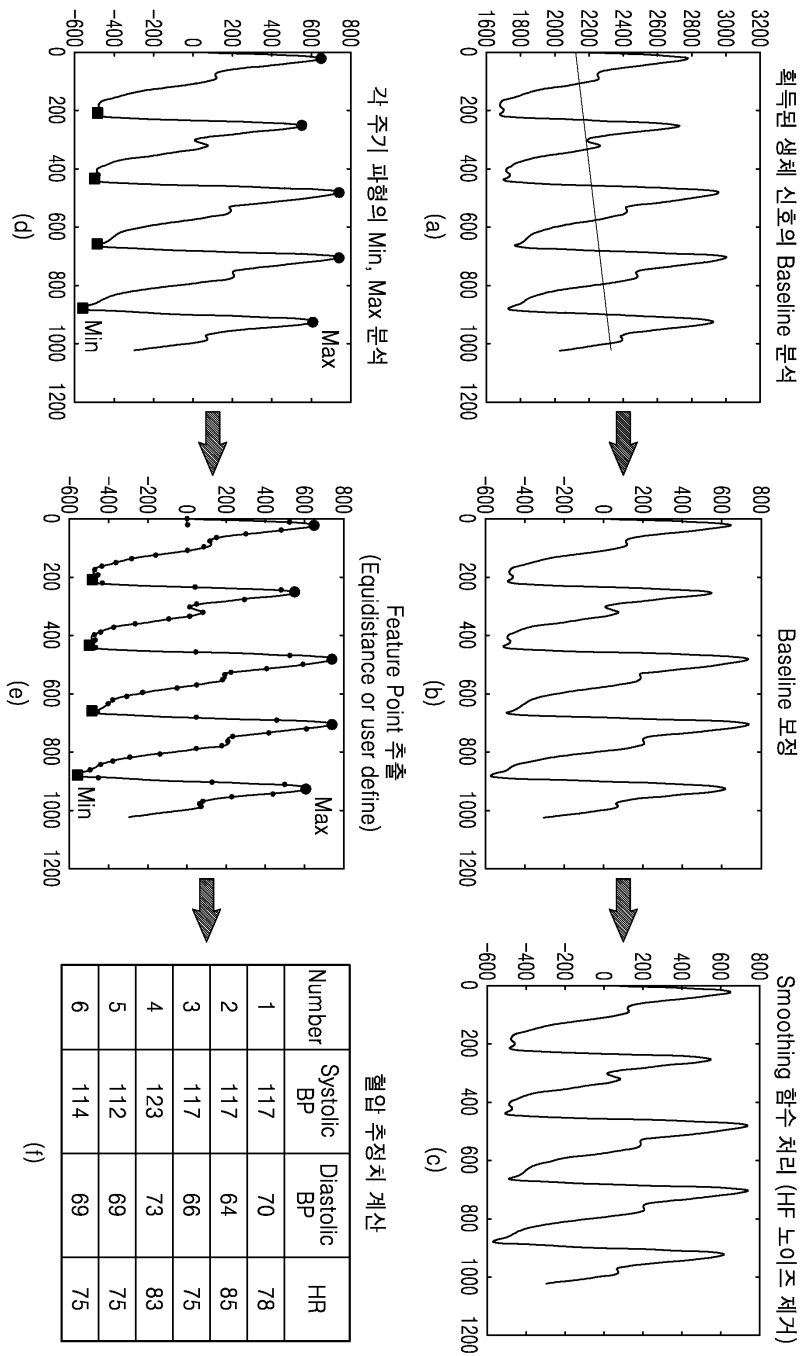
도면5



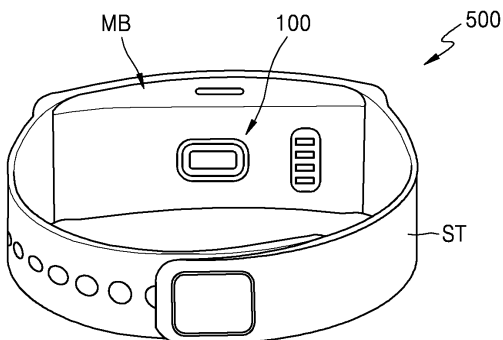
도면6



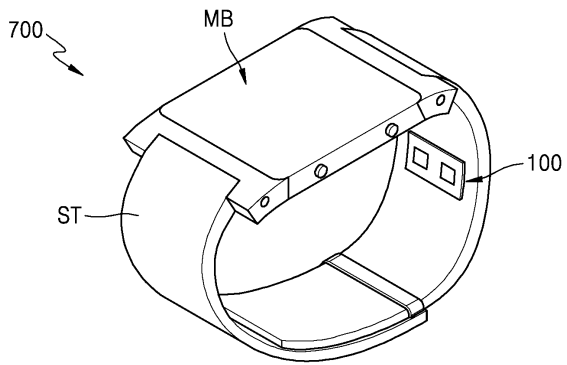
도면7



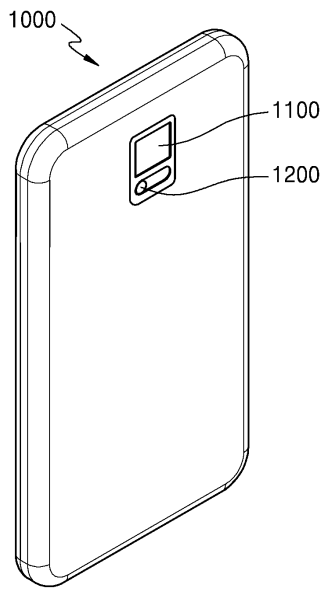
도면8



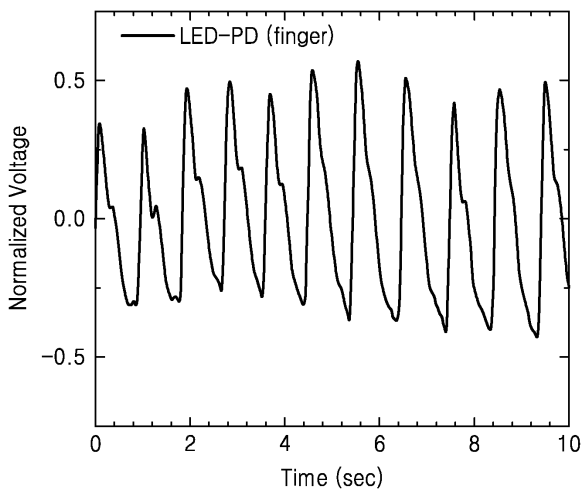
도면9



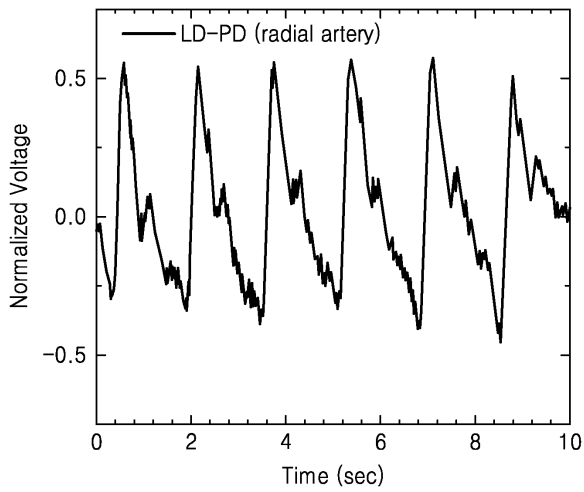
도면10



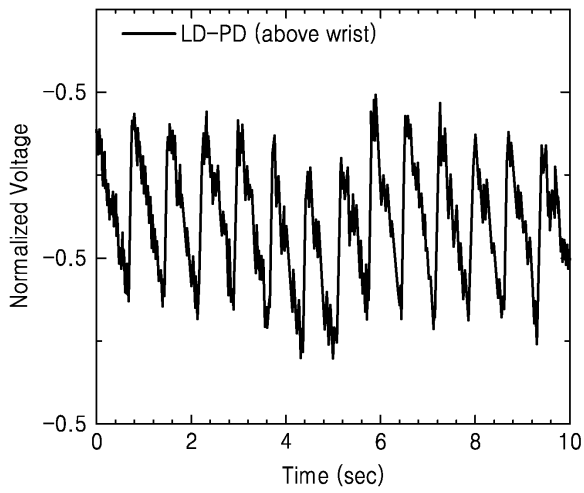
도면11



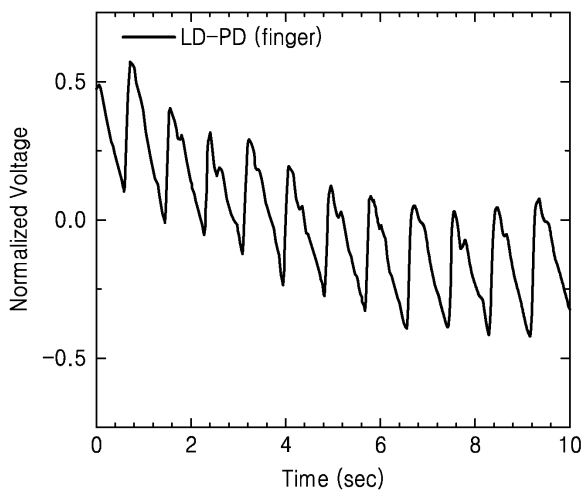
도면12



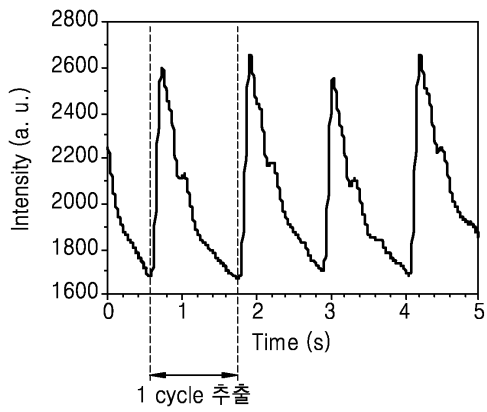
도면13



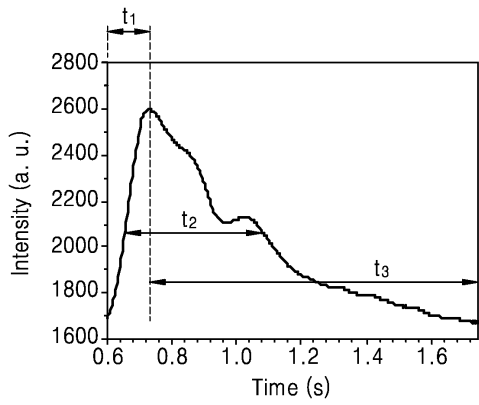
도면14



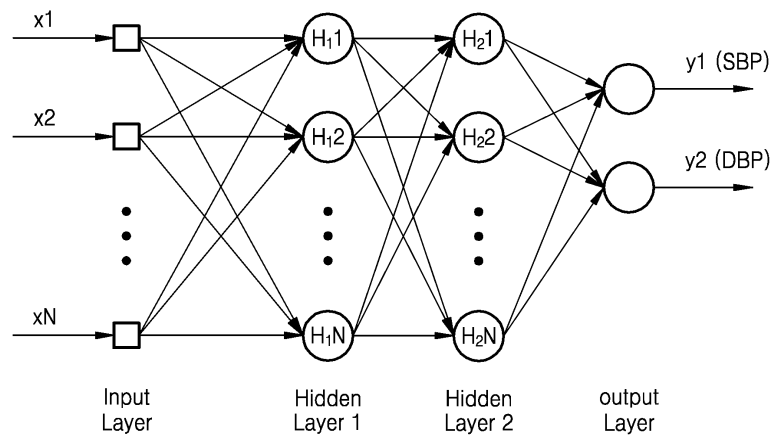
도면15a



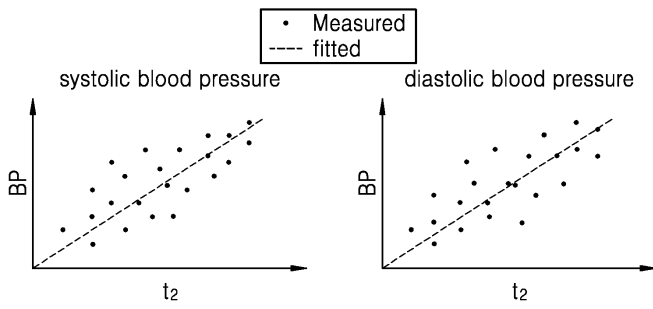
도면15b



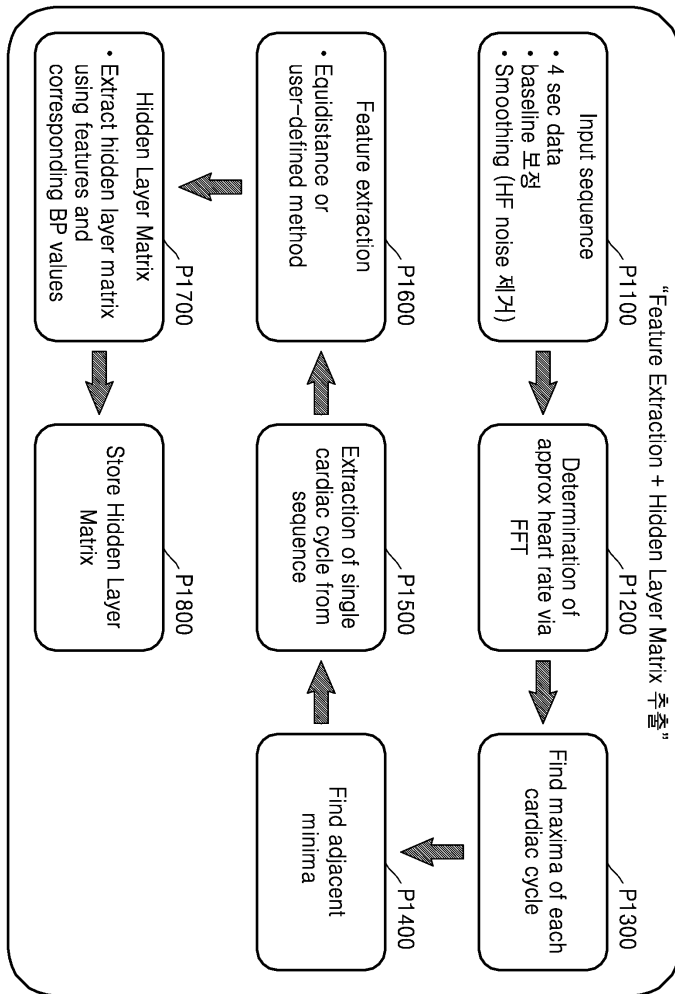
도면16



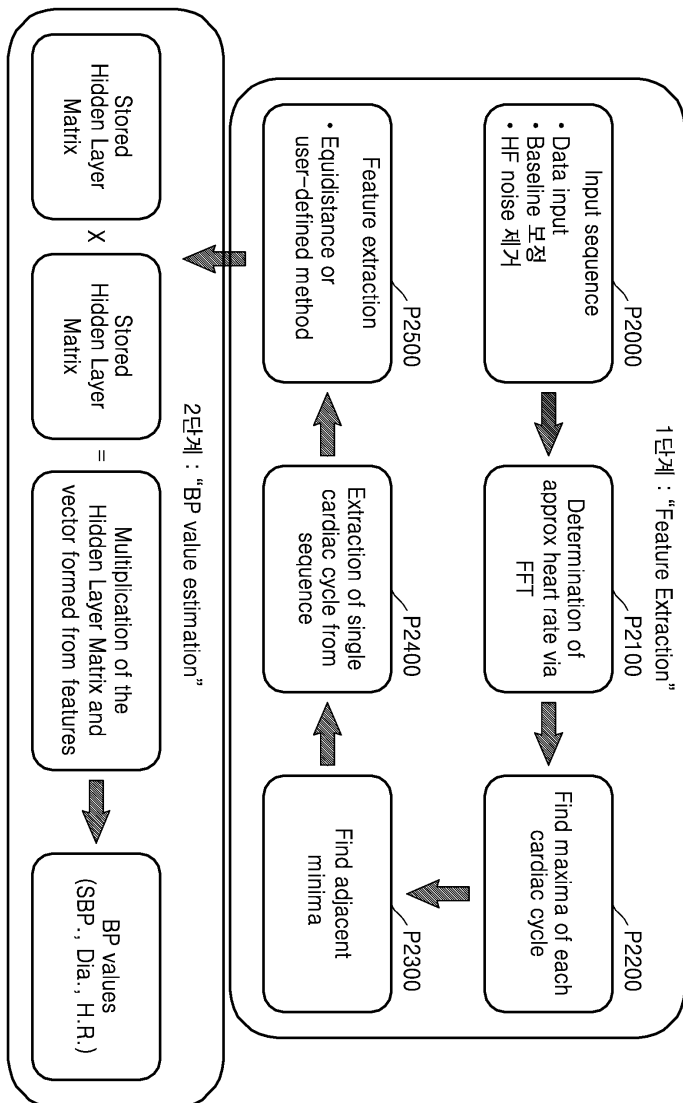
도면17



도면18

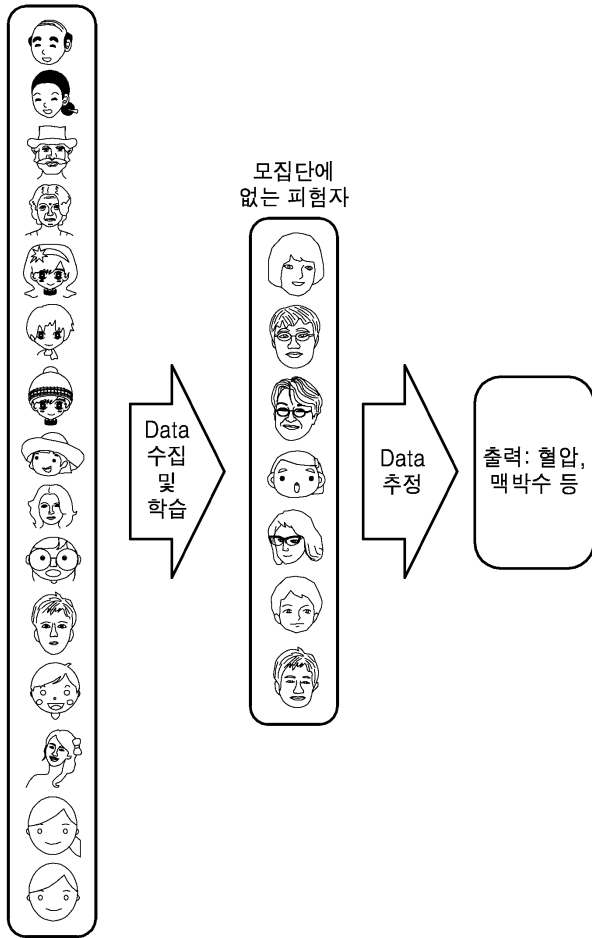


도면19



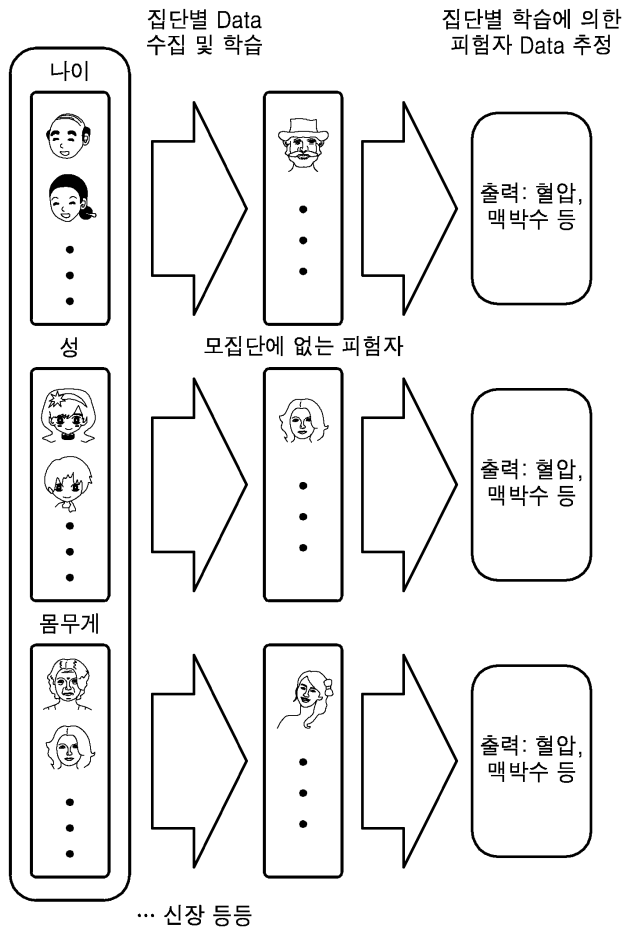
도면20a

무작위 추출 모집단



도면20b

특징별 모집단 분류



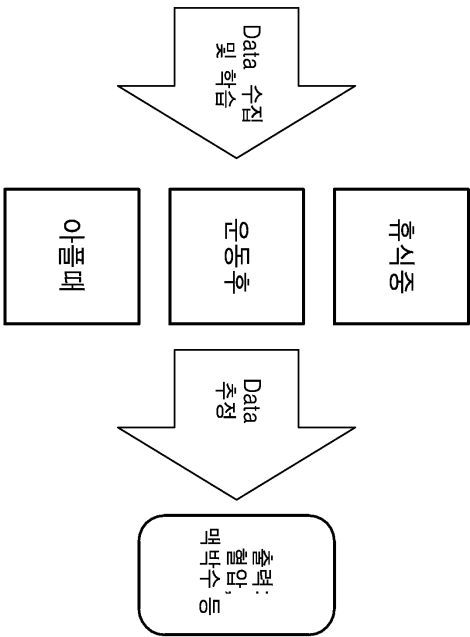
도면20c

기상 7:00am	출근 9:00am	바쁜업무 11:00am
점심 식사중 1:00pm	낮잠 3:00pm	일과 미무리 5:00pm
퇴근 7:00pm	회식 9:00pm	취침 12:00pm

여러 시간대별/상황별 헬만 data 수집 및 학습



다양한 임의의 상황별
헬만 추정



专利名称(译)	用于测量血压的装置和方法		
公开(公告)号	KR1020160108081A	公开(公告)日	2016-09-19
申请号	KR1020150031967	申请日	2015-03-06
[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		
当前申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司		
[标]发明人	BAIK CHAN WOOK 백찬욱 KYOUNG JI SOO 경지수 RIABKO MAKSIM VLADIMIROVICH 리압꼬막심블라디미로비치 YOON YOUNG ZOON 윤영준 LANTSOV ALEXEY DMITRIEVICH 란초프알렉세이드미트리비치 ROH YOUNG GEUN 노영근 LEE JAE SOONG 이재승		
发明人	백찬욱 경지수 리압꼬막심블라디미로비치 윤영준 란초프알렉세이드미트리비치 노영근 이재승		
IPC分类号	A61B5/021 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/02108 A61B5/0059 A61B5/6801 A61B5/681 A61B5/6898 A61B5/7264		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了一种用于测量血压的装置和方法。所公开的血压测量装置包括：传感器单元，用于向对象照射光并检测对象的光信号的变化；以及信号处理单元，用于从由传感器单元检测的信号中获取生物体信号。中央处理单元使用存储在存储器中的血压估计算法从获取的生物信号计算血压。
Young-Geun Ro

