



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0095151
(43) 공개일자 2020년08월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/021 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)

A61B 5/024 (2006.01) A61B 5/053 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61B 5/021 (2013.01)

A61B 5/0075 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0012893

(22) 출원일자 2019년01월31일

심사청구일자 2019년01월31일

(71) 출원인

부경대학교 산학협력단

부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)

(72) 발명자

정완영

부산광역시 수영구 광안해변로 418, 107동 2002
호(민락동, 센텀비치푸르지오)

라즈힘 페가 브라다나

부산광역시 남구 용소로 45, A13 2418호(대연동,
부경대학교대연캠퍼스 USN연구실)

(74) 대리인

김정수

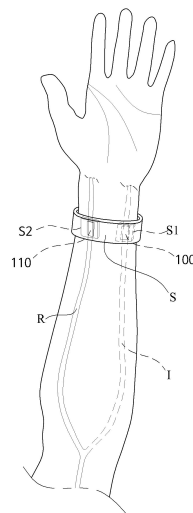
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 비가압 손목 착용형 혈압 측정계 및 이것을 이용한 혈압 추정 방법

(57) 요약

본 발명은 비가압 손목 착용형 혈압 측정계 및 이것을 이용한 혈압 추정 방법에 관한 것으로, 특히 유저의 손목에 착용할 수 있는 스트랩 내측에 장착된 광 바이오 센서 및 바이오 임피던스 센서에 의해 각각 손목 위쪽 뼈 사이 동맥 위치에서 PPG(photo-plethysmography) 신호를 측정함과 아울러 손목의 아래쪽 요측 측부 동맥 위치에서 IPG(impedance-plethysmography)신호를 측정하여 신호 처리한 후 PPG 양상블 신호 및 IPG 양상블 신호에서 시간 의존성 기준점을 추출하고 이를 이용해 지연시간을 추출하며 추출된 지연시간을 기초로 비선형 함수 방법을 통해 유저의 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 추출하여 이를 이용해 수축기 및 이완기의 혈압 정보를 디스플레이하는 비가압 손목 착용형 혈압 측정계 및 이것을 이용한 혈압 추정 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/02416 (2013.01)

A61B 5/053 (2013.01)

A61B 5/7264 (2013.01)

A61B 5/7275 (2013.01)

A61B 5/742 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

인간의 손목에 착용 분리 가능하며, 손목 위쪽 뼈 사이의 동맥(I)과 접촉할 수 있는 위치에 제 1 수납부(S1)가 마련되어 있으며, 손목의 아래쪽 요측 측부 동맥(R)과 접촉할 수 있는 위치에 제 2 수납부(S2)가 마련되어 있는 스트랩(S);

상기 스트랩의 제 1 수납부에 장착되어 상기 손목 위쪽 뼈 사이의 동맥(I) 위치에서 PPG(photo-plethysmography) 신호를 측정하는 광 바이오 센서(100);

상기 스트랩의 제 2 수납부에 장착되어 손목의 아래쪽 요측 측부 동맥(R) 위치에서 IPG(impedance-plethysmography) 신호를 측정하는 바이오 임피던스 센서(110);

상기 스트랩에 장착되어 상기 광 바이오 센서 및 바이오 임피던스 센서로부터 각각 PPG 신호 및 IPG 신호를 입력받아 비선형 함수 방법을 통해 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 추출하고 이 추출된 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 분석하여 표시제어신호를 출력하는 제어부(200); 및

상기 스트랩에 장착되어 상기 제어부로부터 표시제어신호를 입력받아 수축기 및 이완기의 혈압 정보를 디스플레이하는 표시부(300);를 포함하는 비가압 손목 착용형 혈압 측정계.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 비선형 함수 방법은 지수함수 모델(BP)을 이용하며,

상기 지수함수 모델은 다음의 [수학식 1]에 의해 결정되는 비가압 손목 착용형 혈압 측정계.

[수학식 1]

$$BP = b_o \cdot e^{b_1 \cdot f_i}$$

[여기서, b_o 는 보정계수 를 나타내며, b_1 는 보정계수를 나타내며, f_i 는 상기 지연시간을 나타냄]

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 비선형 함수 방법은 서포트벡터머신(SVM) 또는 인공신경회로망(ANN)을 이용하는 기계학습 기반 회귀 방법인 비가압 손목 착용형 혈압 측정계.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 광 바이오센서는 500~1500nm 파장의 가시광 및 근적외선의 스펙트럼을 포함하는 다중 스펙트럼 영역에서 빛을 방사하는 LED를 포함하는 비가압 손목 착용형 혈압 측정계.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 바이오 임피던스 바이오센서는 인간의 손목에서 IPG 신호 검출을 위해 1KHz 에서 200KHz 주파수를 사용하는 비가압 손목 착용형 혈압 측정계.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 1, 2 수납부(S1, S2)는 스트랩(S)에 복수개 마련되어 있으며,

상기 광 바이오 센서(100)는 상기 복수개의 제 1 수납부(S1)에 각각 장착되도록 상기 제 1 수납부(S1)의 개수와 동일하며,

상기 바이오 임피던스 센서(110)는 상기 복수개의 제 2 수납부(S2)에 각각 장착되도록 상기 제 2 수납부(S2)의 개수와 동일한 비가압 손목 착용형 혈압 측정계.

청구항 7

인간의 손목에 착용 분리 가능하며, 손목 위쪽 뼈 사이의 동맥(I) 위쪽 또는 아래쪽의 위치에 제 1' 수납부가 마련되어 있으며, 손목의 아래쪽 요측 측부 동맥(R) 위쪽 또는 아래쪽의 위치에 제 2' 수납부가 마련되어 있는 스트랩;

상기 스트랩의 제 1' 수납부에 장착되어 상기 손목 위쪽 뼈 사이의 동맥(I) 위치에서 PPG(photo-plethysmography) 신호를 측정하는 복수의 광 바이오 센서;

상기 스트랩의 제 2' 수납부에 장착되어 손목의 아래쪽 요측 측부 동맥(R) 위치에서 IPG(impedance-plethysmography) 신호를 측정하는 복수의 바이오 임피던스 센서;

상기 스트랩에 장착되어 상기 광 바이오 센서 및 바이오 임피던스 센서로부터 각각 PPG 신호 및 IPG 신호를 입력받아 비선형 함수 방법을 통해 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 추출하고 이 추출된 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 분석하여 표시제어신호를 출력하는 제어부; 및

상기 스트랩에 장착되어 상기 제어부로부터 표시제어신호를 입력받아 수축기 및 이완기의 혈압 정보를 디스플레이하는 표시부;를 포함하는 비가압 손목 착용형 혈압 측정계.

청구항 8

제 1 항에 기재된 비가압 손목 착용형 혈압 측정계를 이용한 혈압 추정 방법으로서:

광 바이오 센서(100)에 의해 손목 위쪽 뼈 사이의 동맥(I) 위치에서 PPG(photo-plethysmography) 신호를 측정하는 단계;

바이오 임피던스 센서(110)에 의해 손목의 아래쪽 요측 측부 동맥(R) 위치에서 IPG(impedance-plethysmography) 신호를 측정하는 단계;

제어부(200)가 상기 IPG 신호 및 PPG 신호를 입력받아 상기 IPG 신호의 1차 미분 신호를 추출함과 아울러, 상기 PPG 신호의 1차 및 2차 미분 신호를 추출하는 단계;

상기 제어부가 추출된 상기 IPG 신호의 1차 미분 신호, 및 상기 PPG 신호의 1차 및 2차 미분 신호의 잡음을 제거하고 피크치(Peak)를 검출하는 단계;

상기 제어부가 잡음이 제거된 상기 IPG 신호의 1차 미분 신호, 및 상기 PPG 신호의 1차 및 2차 미분 신호를 분할 및 평균화시켜 평균화된 펄스와 앙상블 신호(IPG 앙상블 신호 및 PPG 앙상블 신호)를 추출하는 단계;

상기 제어부가 상기 IPG 앙상블 신호 및 PPG 앙상블 신호에 대한 시간 의존성 기준점을 추출하는 단계;

상기 제어부가 시간 의존성 기준점을 이용하여 지연시간($f_1 \sim f_{14}$)을 추출하는 단계;

상기 제어부가 상기 지연시간을 기초로 비선형 함수 방법을 통해 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 추출하는 단계;

상기 제어부가 상기 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 분석하여 표시제어신호를 출력하는 단계; 및

표시부(300)가 상기 표시제어신호를 입력받아 수축기 및 이완기의 혈압 정보를 디스플레이하는 단계;를 포함하는 혈압 추정 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 비선형 함수 방법은 지수함수 모델(BP)을 이용하며,
상기 지수함수 모델은 다음의 수학적 식 1에 의해 결정되는 혈압 추정 방법.

[수학적 식 1]

$$BP = b_o \cdot e^{b_1 \cdot f_i}$$

[여기서, b_o 는 보정계수 를 나타내며, b_1 는 보정계수를 나타내며, f_i 는 상기 지연시간을 나타냄]

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 비선형 함수 방법은 서포트벡터머신(SVM) 또는 인공신경회로망(ANN)을 이용하는 기계학습 기반 회귀 방법인 혈압 추정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 비가압 손목 착용형 혈압 측정계 및 이것을 이용한 혈압 추정 방법에 관한 것으로, 특히 유저의 손목에 착용할 수 있는 스트랩 내측에 장착된 광 바이오 센서 및 바이오 임피던스 센서에 의해 각각 손목 위쪽 뼈 사이 동맥 위치에서 PPG(photo-plethysmography) 신호를 측정함과 아울러 손목의 아래쪽 요측 측부 동맥 위치에서 IPG(impedance-plethysmography)신호를 측정하여 신호 처리한 후 PPG 양상블 신호 및 IPG 양상블 신호에서 시간 의존성 기준점을 추출하고 이를 이용해 지연시간을 추출하며 추출된 지연시간을 기초로 비선형 함수 방법을 통해 유저의 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 추출하여 이를 이용해 수축기 및 이완기의 혈압 정보를 디스플레이하는 비가압 손목 착용형 혈압 측정계 및 이것을 이용한 혈압 추정 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 혈압은 정기적으로 모니터링이 필요한 중요한 헬스케어 파라미터이다. 치료받지 않고 방치된 고혈압은 스트로크, 심부전, 신장병, 실명, 치매 등의 합병증에 이를 수 있기 때문에 고혈압은 조용한 살인자라 불린다. 전형적인 혈압 모니터링 시스템에서는 두 가지 값이 측정된다. 즉, 심장이 수축할 때의 수축기 혈압과 심장박동 사이의 심장 이완을 의미하는 이완기 혈압이다.

[0003] 통상적으로 혈압 측정법은 혈압계를 사용한다. 의학전문가는 실험대상의 상부 팔에 부풀리는 커프스(cuff)를 감싸고 청진기법을 사용한다. 여기서 의학전문가는 상완동맥(brachial artery)에 있어서의 주와(cubital fossa, 팔꿈치의 앞쪽)의 안쪽 아래쪽에서 코로트코프음(Korotkoff sound)을 듣는다. 이 방법은 단지 분리된(즉, 불연속의) 측정결과를 제공하기 때문에 신뢰할 수 없는 방법으로 간주된다.

[0004] 한편, 장시간 혈압 관리와 측정을 위해서는 연속 측정법이 필요하다. 비침습적 혈압측정방법을 위한 가장 일반적인 방법으로 PTT(pulse transit time)의 계산이 요구된다. PTT는 두 동맥 사이의 혈액순환을 위한 압력과(pressure wave)를 위해 필요하다. PPG, IPG 또는 ICG(impedance-cardiography), BCG(ballistocardiography), ECG electrocardiography와 같은 전통적인 전기 생리학적 파형은 PTT 시간 추정을 위해 사용하는 가장 일반적인 신호이다. 지금까지 연구는 비가압 혈압 모니터링 시스템 개발을 위해 상기에 언급된 신호의 조합을 사용하였다. 실험대상 팔과 손가락에 위치한 두 PPG 센서를 사용한 연구가 한 예이다. 또 다른 예로 실험대상 가슴에 위치한 ECG 센서, 손목과 손가락에 부착한 PPG 센서로부터 PTT를 계산하는 방법이 있다.

[0005] 그러나 이와 같은 종래의 혈압측정방법은 측정장비의 구성이 복잡하며 연속적인 착용이 곤란하여 연속적인 측정이 불가능하다는 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 국내 특허 공개 2018-0024266호(공개일:2018.03.08)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위해 이루어진 것으로서, 본 발명의 목적은 구성이 복잡하지 않으면서 착용이 용이하여 연속적인 측정이 가능한 비가압 손목 착용형 혈압 측정계 및 이것을 이용한 혈압 추정 방법을 제공하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기의 목적을 달성하기 위해 본 발명의 실시형태에 의한 비가압 손목 착용형 혈압 측정계는 인간의 손목에 착용 분리 가능하며, 손목 위쪽 뼈 사이의 동맥과 접촉할 수 있는 위치에 제 1 수납부가 마련되어 있으며, 손목의 아래쪽 요측 측부 동맥과 접촉할 수 있는 위치에 제 2 수납부가 마련되어 있는 스트랩; 상기 스트랩의 제 1 수납부에 장착되어 상기 손목 위쪽 뼈 사이의 동맥 위치에서 PPG(photo-plethysmography) 신호를 측정하는 광 바이오 센서; 상기 스트랩의 제 2 수납부에 장착되어 손목의 아래쪽 요측 측부 동맥 위치에서 IPG(impedance-plethysmography) 신호를 측정하는 바이오 임피던스 센서; 상기 스트랩에 장착되어 상기 광 바이오 센서 및 바이오 임피던스 센서로부터 각각 PPG 신호 및 IPG 신호를 입력받아 비선형 함수 방법을 통해 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 추출하고 이 추출된 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 분석하여 표시제어신호를 출력하는 제어부; 및 상기 스트랩에 장착되어 상기 제어부로부터 표시제어신호를 입력받아 수축기 및 이완기의 혈압 정보를 디스플레이하는 표시부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 상기 실시형태에 의한 비가압 손목 착용형 혈압 측정계에 있어서, 상기 비선형 함수 방법은 지수함수 모델(BP)을 이용하며, 상기 지수함수 모델은 다음의 [수학식 1]에 의해 결정될 수 있다.

[0010] [수학식 1]

$$BP = b_o \cdot e^{b_1 \cdot f_i}$$

[0012] [여기서, b_o 는 보정계수 를 나타내며, b_1 는 보정계수를 나타내며, f_i 는 상기 지연시간을 나타냄]

[0013] 상기 실시형태에 의한 비가압 손목 착용형 혈압 측정계에 있어서, 상기 비선형 함수 방법은 서포트벡터머신(SVM) 또는 인공신경회로망(ANN)을 이용하는 기계학습 기반 회귀 방법일 수 있다.

[0014] 상기 실시형태에 의한 비가압 손목 착용형 혈압 측정계에 있어서, 상기 광 바이오센서는 500~1500nm 파장의 가시광 및 근적외선의 스펙트럼을 포함하는 다중 스펙트럼 영역에서 빛을 방사하는 LED를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 실시형태에 의한 비가압 손목 착용형 혈압 측정계에 있어서, 상기 바이오 임피던스 바이오센서는 인간의 손목에서 IPG 신호 검출을 위해 1KHz 에서 200KHz 주파수를 사용할 수 있다.

[0016] 상기 실시형태에 의한 비가압 손목 착용형 혈압 측정계에 있어서, 상기 제 1, 2 수납부는 스트랩에 복수개 마련되어 있으며, 상기 광 바이오 센서는 상기 복수개의 제 1 수납부에 각각 장착되도록 상기 제 1 수납부의 개수와 동일하며, 상기 바이오 임피던스 센서는 상기 복수개의 제 2 수납부에 각각 장착되도록 상기 제 2 수납부의 개수와 동일할 수 있다.

[0017] 상기의 목적을 달성하기 위해 본 발명의 실시형태에 의한 비가압 손목 착용형 혈압 측정계는 인간의 손목에 착용 분리 가능하며, 손목 위쪽 뼈 사이의 동맥 위쪽 또는 아래쪽의 위치에 제 1' 수납부가 마련되어 있으며, 손목의 아래쪽 요측 측부 동맥 위쪽 또는 아래쪽의 위치에 제 2' 수납부가 마련되어 있는 스트랩; 상기 스트랩의 제 1' 수납부에 장착되어 상기 손목 위쪽 뼈 사이의 동맥 위치에서 PPG(photo-plethysmography) 신호를 측정하는 복수의 광 바이오 센서; 상기 스트랩의 제 2' 수납부에 장착되어 손목의 아래쪽 요측 측부 동맥(R) 위치에서 IPG(impedance-plethysmography) 신호를 측정하는 복수의 바이오 임피던스 센서; 상기 스트랩에 장착되어 상기 광 바이오 센서 및 바이오 임피던스 센서로부터 각각 PPG 신호 및 IPG 신호를 입력받아 비선형 함수 방법을 통해 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 추출하고 이 추출된 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 분석하여 표시제어신호를 출력하는 제어부; 및 상기 스트랩에 장착되어 상기 제어부로부터 표시제어신호를 입력받아 수축기 및 이완

기의 혈압 정보를 디스플레이하는 표시부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명의 다른 실시형태에 의한 혈압 추정 방법은 광 바이오 센서에 의해 손목 위쪽 뼈 사이의 동맥 위치에서 PPG(photo-plethysmography) 신호를 측정하는 단계; 바이오 임피던스 센서에 의해 손목의 아래쪽 요측 측부 동맥 위치에서 IPG(impedance-plethysmography) 신호를 측정하는 단계; 제어부가 상기 IPG 신호 및 PPG 신호를 입력받아 상기 IPG 신호의 1차 미분 신호를 추출함과 아울러, 상기 PPG 신호의 1차 및 2차 미분 신호를 추출하는 단계; 상기 제어부가 추출된 상기 IPG 신호의 1차 미분 신호, 및 상기 PPG 신호의 1차 및 2차 미분 신호의 잡음을 제거하고 피크치(Peak)를 검출하는 단계; 상기 제어부가 잡음이 제거된 상기 IPG 신호의 1차 미분 신호, 및 상기 PPG 신호의 1차 및 2차 미분 신호를 분할 및 평균화시켜 평균화된 펄스와 앙상블 신호(IPG 앙상블 신호 및 PPG 앙상블 신호)를 추출하는 단계; 상기 제어부가 상기 IPG 앙상블 신호 및 PPG 앙상블 신호에 대한 시간 의존성 기준점을 추출하는 단계; 상기 제어부가 시간 의존성 기준점을 이용하여 지연시간($f_1 \sim f_{14}$)을 추출하는 단계; 상기 제어부가 상기 지연시간을 기초로 비선형 함수 방법을 통해 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 추출하는 단계; 상기 제어부가 상기 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 분석하여 표시제어신호를 출력하는 단계; 및 표시부가 상기 표시제어신호를 입력받아 수축기 및 이완기의 혈압 정보를 디스플레이하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명의 실시형태에 의한 비가압 손목 착용형 혈압 측정계 및 이것을 이용한 혈압 추정 방법에 의하면, 스트랩에 장착된 광 바이오 센서에 의해 손목 위쪽 뼈 사이의 동맥 위치에서 PPG 신호를 측정하고, 스트랩에 장착된 바이오 임피던스 센서에 의해 손목의 아래쪽 요측 측부 동맥 위치에서 IPG 신호를 측정하며, 제어부가 이 측정된 PPG 신호 및 IPG 신호를 입력받아 비선형 함수 방법을 통해 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 추출하고 이 추출된 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 분석하여 표시제어신호를 출력하면, 스트랩에 장착된 표시부에서 표시제어신호를 입력받아 수축기 및 이완기의 혈압 정보를 디스플레이하도록 구성됨으로써, 구성이 복잡하지 않으면서 착용이 용이하여 연속적인 측정이 가능하다는 뛰어난 효과가 있다.

[0020] 또한, 발명의 실시형태에 의한 비가압 손목 착용형 혈압 측정계 및 이것을 이용한 혈압 추정 방법에 의하면, 커프(공기 튜브) 없이 간접적으로 혈압 측정이 가능한 시스템이 제작될 수 있으며, 환자에게 불편함을 주지 않고 일상생활을 함에 있어 방해하거나 산만하게 만드는 일 없이 편하게 착용할 수 있으며, 궁극적으로 유저에 의해 혈압이 모니터링 되는 것을 인지하지 못하게 되는 혈압 모니터링 장치가 개발될 수 있다는 뛰어난 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 의한 비가압 손목 착용형 혈압 측정계를 손목에 착용한 상태를 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 의한 비가압 손목 착용형 혈압 측정계의 제어블록도를 나타낸 도면이다.

도 3a 및 도 3b는 본 발명의 실시예에 의한 비가압 손목 착용형 혈압 측정계를 이용한 혈압 측정 방법을 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 4는 도 2의 광바이오 센서 및 바이오 임피던스 센서에 의해 측정된 PPG 신호 및 IPG 신호와, 제어부에 의해 추출된 PPG 신호의 1차 및 2차 미분 신호와, IPG 신호의 1차 미분 신호를 나타낸 그래프이다.

도 5는 도 3의 스텝(S60)에서 추출되는 IPG 앙상블 신호 및 PPG 앙상블 신호에 대한 시간 의존성 기준점 및 이를 이용하여 추출되는 지연시간을 나타낸 도면으로서, (a)는 지연시간($f_1 \sim f_7$)을 나타내며, (b)는 지연시간($f_8 \sim f_{14}$)을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 본 발명의 실시예를 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 의한 비가압 손목 착용형 혈압 측정계를 손목에 착용한 상태를 나타낸 도면이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 의한 비가압 손목 착용형 혈압 측정계의 제어블록도를 나타낸 도면이다.

[0025] 본 발명의 실시예에 의한 비가압 손목 착용형 혈압 측정계는, 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 스트랩(S), 광

바이오 센서(100), 바이오 임피던스 센서(110), 제어부(200) 및 표시부(300)를 포함한다.

- [0026] 스트랩(S)은 인간의 손목에 착용 분리 가능하며, 손목 위쪽 뼈 사이의 동맥(I)과 접촉할 수 있는 위치에 광 바이오 센서(100)를 장착할 수 있는 제 1 수납부(S1)가 마련되어 있고, 손목의 아래쪽 요측 측부 동맥(R)과 접촉할 수 있는 위치에 바이오 임피던스 센서(110)를 장착할 수 있는 제 2 수납부(S2)가 마련되어 있고, 스트랩(S)의 소정 위치에는 제어부(200) 및 표시부(300)를 장착할 수 있는 공간이 마련되어 있다.
- [0027] 광 바이오 센서(100)는 스트랩(S)의 제 1 수납부(S1)에 장착되어 손목 위쪽 뼈 사이의 동맥(I) 위치에서 PPG 신호를 측정하여 제어부(200)에 출력하는 역할을 하는 PPG 센서이다.
- [0028] 광 바이오센서는 예컨대, 500~1500nm 파장의 가시광 및 근적외선의 스펙트럼을 포함하는 다중 스펙트럼 영역에서 빛을 방사하는 LED(light emitter diodes)를 포함할 수 있다.
- [0029] 바이오 임피던스 센서(110)는 스트랩(S)의 제 2 수납부(S2)에 장착되어 손목의 아래쪽 요측 측부 동맥(R) 위치에서 IPG 신호를 측정하여 제어부(200)에 출력하는 역할을 하는 IPG 센서이다.
- [0030] 바이오 임피던스 바이오센서는 예컨대, 인간의 손목에서 IPG신호 검출을 위해 1KHz 에서 200KHz 주파수를 사용할 수 있다.
- [0031] 제어부(200)는 전체 구성요소를 제어하는 마이크로프로세서로서, 광 바이오 센서(100) 및 바이오 임피던스 센서(110)로부터 각각 PPG 신호 및 IPG 신호를 입력받아 내장된 알고리즘에 의해 비선형 함수 방법을 통해 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 추출하고, 이 추출된 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 분석하여 표시부(300)에 표시제어신호를 출력하는 역할을 한다.
- [0032] 비선형 함수 방법은 지수함수 모델(BP)을 이용하는 방법과, 서포트벡터머신(SVM) 또는 인공신경회로망(ANN)을 이용하는 기계학습 기반 회귀 방법이 있다.
- [0033] 지수함수 모델(BP)은 다음의 [수학식 1]에 의해 결정된다.
- [0034] [수학식 1]
- [0035]
$$BP = b_o \cdot e^{b_1 \cdot f_i}$$
- [0036] [여기서, b_o 는 보정계수 를 나타내며, b_1 는 보정계수를 나타내며, f_i 는 상기 지연시간을 나타냄]
- [0037] 개발된 보정 모델의 최종목표는 실험체마다 다르게 측정되는 시간지연을 보정하여 정확한 혈압값을 예측하는 것이다. 상기 접근법은 센서에서 수집된 신호로부터 시간지연 f_i 을 얻고, 시간지연 f_i 으로부터 회귀방법을 통해 b_o , b_1 을 추정하며, 실험체마다 다른 시간지연 및 보정 계수값을 가진다.
- [0038] 표시부(300)는 스트랩(S)에 장착되어 제어부(200)로부터 표시제어신호를 입력받아 수축기 및 이완기의 혈압 정보를 디스플레이하는 역할을 하며, LED, LCD, OLED 등이 사용될 수 있다.
- [0039] 이하, 상기한 바와 같이 구성된 본 발명의 실시예에 의한 비가압 손목 착용형 혈압 측정계를 이용한 혈압 측정 방법을 설명하기로 한다.
- [0040] 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 실시예에 의한 비가압 손목 착용형 혈압 측정계를 이용한 혈압 측정 방법을 설명하기 위한 플로우차트로써, 여기서 S는 스텝(step)을 나타낸다.
- [0041] 먼저, 유저는 본 발명의 비가압 손목 착용형 혈압 측정계를 손목에 착용한 상태에서, 광 바이오 센서(100)에 의해 손목 위쪽 뼈 사이의 동맥(I) 위치에서 PPG 신호를 측정하고(S10), 바이오 임피던스 센서(110)에 의해 손목의 아래쪽 요측 측부 동맥(R) 위치에서 IPG(impedance-plethysmography) 신호를 측정한다(S20).
- [0042] 이어서 제어부(200)가 상기 스텝(S10 및 S20)에서 측정된 IPG 신호 및 PPG 신호를 입력받아 IPG 신호의 1차 미분 신호를 추출함과 아울러, PPG 신호의 1차 및 2차 미분 신호를 추출한다(S30)
- [0043] 도 4에는 상기 스텝(S10 및 S20)에서 측정된 PPG 신호 및 IPG 신호와, 스텝(S30)에서 추출된 PPG 신호의 1차 및 2차 미분 신호와, IPG 신호의 1차 미분 신호가 도시되어 있다.
- [0044] 이후, 제어부(200)가 상기 스텝(S30)에서 추출된 IPG 신호의 1차 미분 신호, 및 PPG 신호의 1차 및 2차 미분 신호

호에 대해서 웨이브렛 디컴포지션(wavelet decomposition) 및 평균 이동을 이용하여 잡음을 제거하고, 피크치(Peak)(도 5의 b 참조)를 검출한다(S40).

- [0045] 이어서, 제어부(200)는 상기 스텝(S40)에서 잡음이 제거된 IPG 신호의 1차 미분 신호, 및 PPG 신호의 1차 및 2차 미분 신호를 분할 및 평균화시켜 평균화된 펄스와 앙상블 신호(IPG 앙상블 신호 및 PPG 앙상블 신호, 도 5는 IPG 앙상블 신호 및 PPG 앙상블 신호 1사이클을 나타내고 있음)를 추출한다(S50).
- [0046] 스텝(S60)에서는 제어부(200)가 상기 스텝(S50)에서 추출된 IPG 앙상블 신호 및 PPG 앙상블 신호에 대한 시간 의존성 기준점을 추출한다.
- [0047] 도 5를 참조하여 시간 의존성 기준점에 대해 설명하면 다음과 같다.
- [0048] 추출된 PPG 신호의 시간-의존성 기준점은 PPG 신호로부터 추출되는 적어도 하나의 기준점, PPG 신호의 1차 미분으로부터 추출되는 적어도 하나의 기준점, PPG신호의 2차 미분으로부터 추출된 적어도 하나의 기준점을 포함한다.
- [0049] 또한 추출된 IPG 신호의 시간 의존성 기준점은 IPG 신호로부터 추출된 적어도 하나의 기준점, 및 IPG 의 1차 미분으로부터 추출된 적어도 하나의 기준점을 포함한다.
- [0050] 더욱이 추출된 PPG와 IPG 신호의 기준점은 유저의 손목으로부터 수집된 IPG신호를 펄스파 분석(IPG-PWA)한 신호와 수집된 PPG 신호를 펄스파 분석(PPG-PWA)한 신호를 포함한다.
- [0051] 도 5에서 PPG신호로부터 시간 의존성 기준점은 청색점(점), IPG신호로부터 시간 의존성 기준점은 적색점(B-Point, 피크치)으로, 그리고 전개포인트 f1에서 f14는 양쪽화살표로 표시되었다
- [0052] 스텝(S70)에서는 제어부(200)가 상기 스텝(S40)에서 검출된 피크치(Peak) 및 상기 스텝(S60)에서 추출된 시간 의존성 기준점을 이용하여 지연시간($f_1 \sim f_{14}$)을 추출한다.
- [0053] 스텝(S80)에서는 제어부(200)가 상기 스텝(S70)에서 추출된 지연시간($f_1 \sim f_{14}$)을 기초로 비선형 함수 방법을 통해 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 추출한다.
- [0054] 스텝(S90)에서는 제어부(200)가 상기 스텝(S80)에서 추출된 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 분석하여 표시제어 신호를 표시부(300)에 출력한다.
- [0055] 스텝(S100)에서는 표시부(300)가 제어부(200)로부터 표시제어신호를 입력받아 수축기 및 이완기의 혈압 정보를 디스플레이함으로써, 유저가 육안으로 볼 수 있도록 하였다.
- [0056] 한편, 상기 실시예에서는 상기 제 1, 2 수납부가 스트랩에 1개씩 마련되어 있으나 복수 개 마련될 수 있으며, 또한 광 바이오 센서 및 바이오 임피던스 센서도 상기 복수의 제 1 수납부 및 제 2 수납부에 각각 장착되어 PPG 신호 및 IPG 신호를 측정하도록 복수 개 마련될 수 있다.
- [0057] 한편, 상기 실시예에서는 상기 제 1 수납부가 손목 위쪽 뼈 사이의 동맥(I) 위쪽의 접촉 부위에 마련되고, 제 2 수납부가 손목의 아래쪽 요측 측부 동맥(R) 위쪽의 접촉 부위 각각에 마련되어 있는 것을 예로 들었으나, 상기 제 1 수납부가 상기 손목 위쪽 뼈 사이의 동맥(I) 위쪽 또는 아래쪽의 위치에 마련되고, 상기 제 2 수납부가 상기 손목의 아래쪽 요측 측부 동맥(R)의 위쪽 또는 아래쪽에 마련될 수 있다.
- [0058] 또한 이에 따라 광 바이오 센서는 상기 제 1 수납부에 장착되어 손목 위쪽 뼈 사이의 동맥(I) 위쪽 또는 아래쪽에서 PPG 신호를 측정할 수 있고,
- [0059] 바이오 임피던스 센서는 상기 제 2 수납부에 장착되어 손목의 아래쪽 요측 측부 동맥(R) 위쪽 또는 아래쪽에서 IPG 신호를 측정할 수도 있다.
- [0060] 본 발명의 실시예에 의한 비가압 손목 착용형 혈압 측정계 및 이것을 이용한 혈압 추정 방법에 의하면, 스트랩에 장착된 광 바이오 센서에 의해 손목 위쪽 뼈 사이의 동맥 위치에서 PPG 신호를 측정하고, 스트랩에 장착된 바이오 임피던스 센서에 의해 손목의 아래쪽 요측 측부 동맥 위치에서 IPG 신호를 측정하며, 제어부가 이 측정된 PPG 신호 및 IPG 신호를 입력받아 비선형 함수 방법을 통해 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 추출하고 이 추출된 수축기 및 이완기의 혈압 모델을 분석하여 표시제어신호를 출력하면, 스트랩에 장착된 표시부에서 표시제어신호를 입력받아 수축기 및 이완기의 혈압 정보를 디스플레이하도록 구성됨으로써, 구성이 복잡하지 않으면서 착용이 용이하여 연속적인 측정이 가능하다.

[0061] 또한, 발명의 실시예에 의한 비가압 손목 착용형 혈압 측정계 및 이것을 이용한 혈압 추정 방법에 의하면, 커프 (공기 튜브) 없이 간접적으로 혈압 추정이 가능한 시스템이 제작될 수 있으며, 환자에게 불편함을 주지 않고 일상생활을 함에 있어 방해하거나 산만하게 만드는 일 없이 편하게 착용할 수 있으며, 궁극적으로 유저에 의해 혈압이 모니터링 되는 것을 인지하지 못하게 되는 혈압 모니터링 장치가 개발될 수 있다.

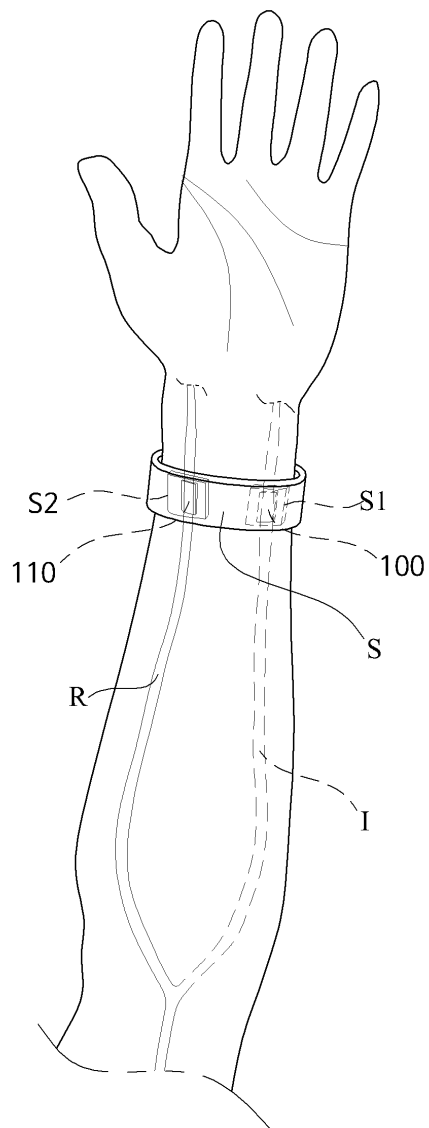
[0062] 도면과 명세서에는 최적의 실시예가 개시되었으며, 특정한 용어들이 사용되었으나 이는 단지 본 발명의 실시형태를 설명하기 위한 목적으로 사용된 것이지 의미를 한정하거나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

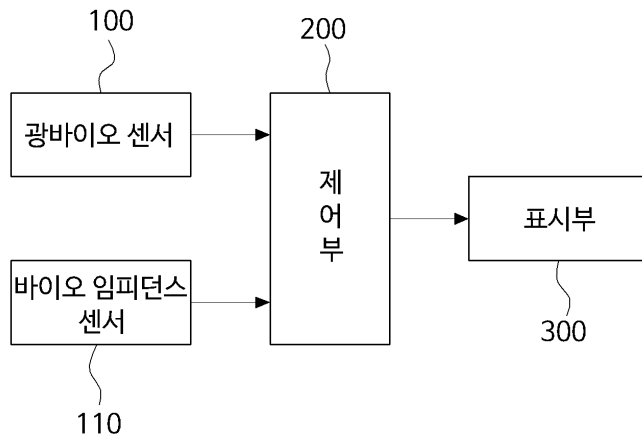
[0063] S: 스트랩
S1: 제 1 수납부
S2: 제 2 수납부
I: 손목 위쪽 뼈 사이의 동맥
R: 손목의 아래쪽 요측 측부 동맥
100: 광 바이오 센서
110: 바이오 임피던스 센서
200: 제어부
300: 표시부

도면

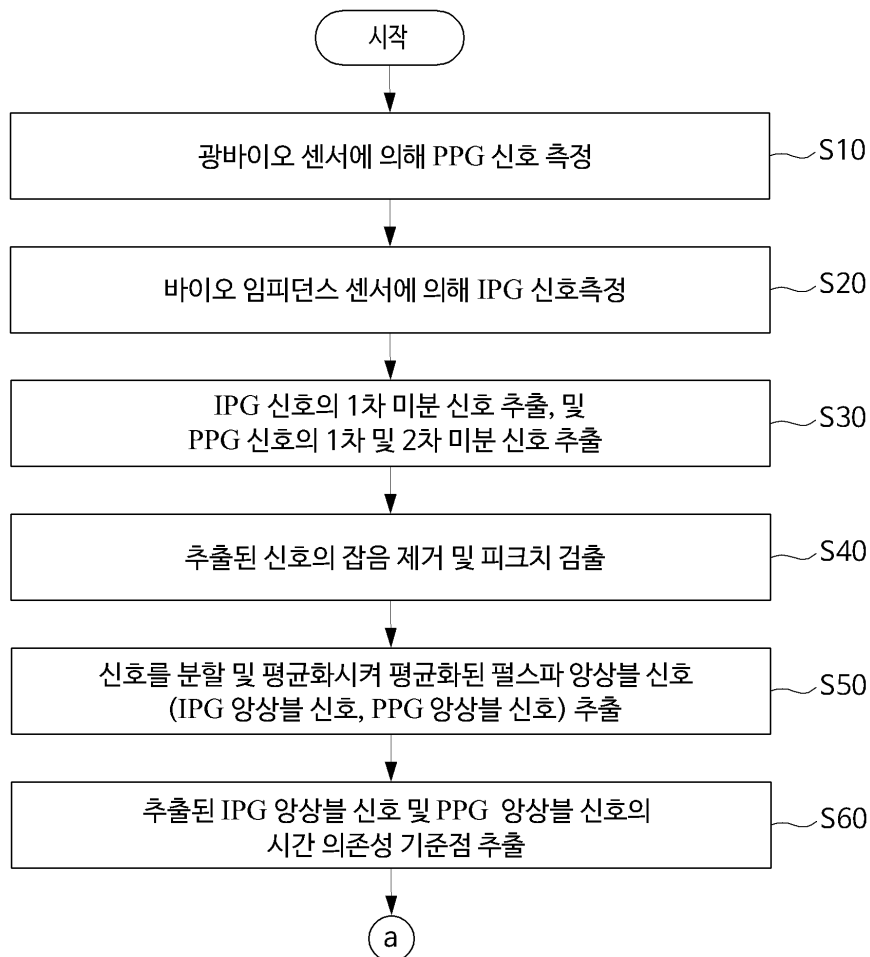
도면1



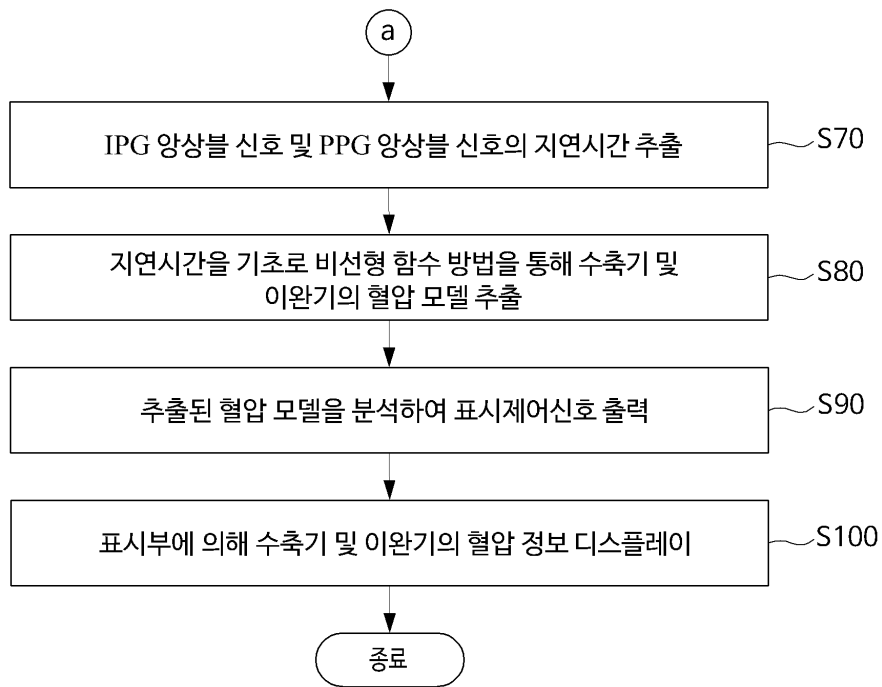
도면2



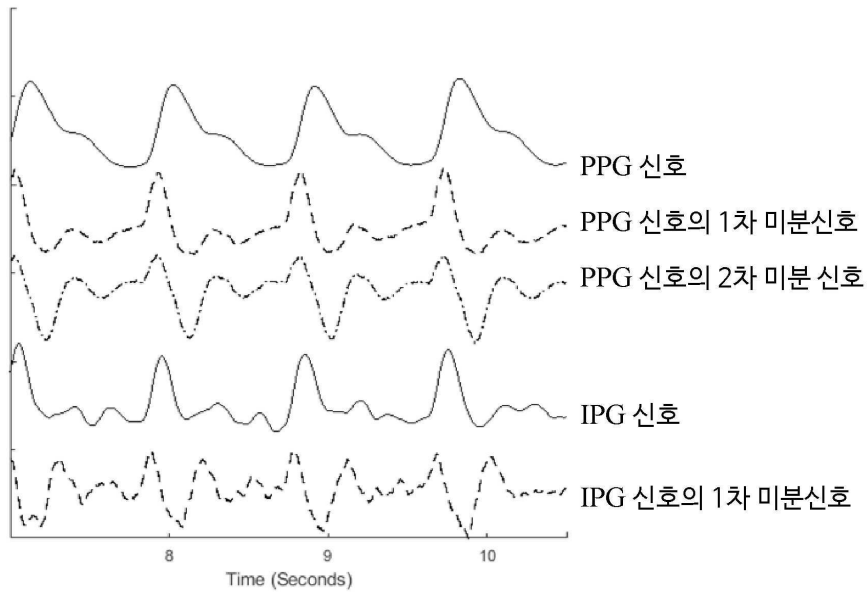
도면3a



도면3b

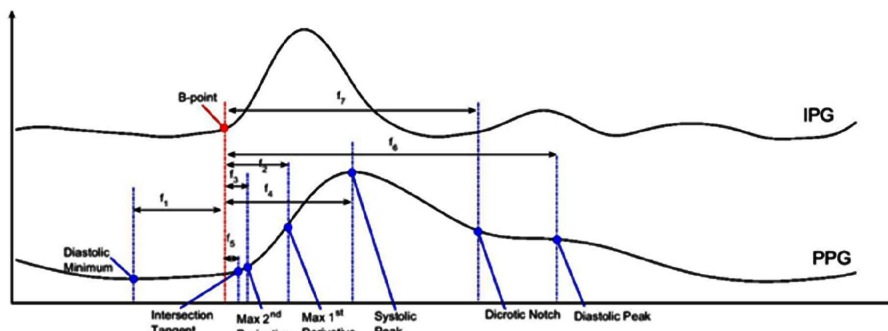


도면4



도면5

(a)



(b)

