(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0030189
(43) 공개일자 2008년04월04일

(51) Int. Cl.
A61B 5/02 (2006.01) *A61B 5/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-0095946
(22) 출원일자 2006년09월29일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
학교법인 한림대학교
강원도 춘천시 옥천동 1
(72) 발명자
안재목
강원 춘천시 효자3동 750-2번지 103호
(74) 대리인
주성민, 백만기

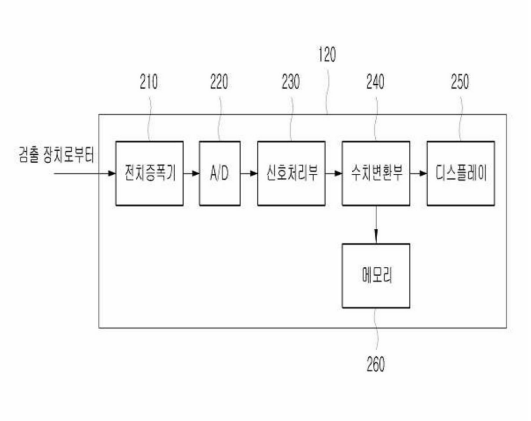
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 혈관의 건강 상태를 감시하는 방법 및 장치

(57) 요 약

혈액용적맥파(Photo Plethysmogram; PPG)의 2차 및 3차 미분함수를 이용하여 혈관의 상태를 감시하기 위한 방법이 개시된다. 상기 방법은 혈관의 부피변화를 검출하여 PPG신호를 획득하는 단계, 상기 PPG신호의 2차 미분함수 및 3차 미분함수를 도출하는 단계, 상기 PPG신호의 2차 미분함수 및 상기 3차 미분함수를 이용하여 혈관 상태를 분석하는 단계, 및 상기 혈관 상태를 디스플레이에 표시하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 분석된 상기 혈관 상태에 기초하여 혈관의 유형을 분류하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 방법에 따르면, 혈액용적맥파의 2차 및 3차 미분함수를 이용하여 혈관의 세밀한 상태를 진단함으로써 혈관 나이, 동맥경화도, 혈관건강 지수 등을 신뢰성 있게 얻어내어 정확한 진단을 수행할 수 있다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

혈관의 상태를 감시하기 위한 방법에 있어서,

혈관의 부피변화를 검출하여 혈관정보신호를 획득하는 단계,

상기 혈관정보신호의 2차 미분함수 및 3차 미분함수를 도출하는 단계, 및

상기 2차 미분함수 및 상기 3차 미분함수를 이용하여 혈관 상태를 분석하는 단계

를 포함하는 혈관의 상태를 감시하기 위한 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 분석된 혈관 상태에 기초하여 혈관의 유형을 분류하는 단계를 더 포함하는 혈관의 상태를 감시하기 위한 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 혈관정보신호의 2차 미분함수 및 3차 미분함수를 도출하는 단계는 상기 2차 미분함수의 하나 이상의 첨두치(peak value) 및 상기 3차 함수의 하나 이상의 첨두치를 구하는 단계를 포함하는 혈관의 상태를 감시하기 위한 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 혈관정보신호의 2차 미분함수 및 3차 미분함수를 도출하는 단계는 상기 3차 미분함수가 소정의 기준선(baseline)과 교차하는 횟수를 구하는 단계를 포함하는 혈관의 상태를 감시하기 위한 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 혈관 유형을 디스플레이에 표시하는 단계를 더 포함하는 혈관의 상태를 감시하기 위한 방법.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 혈관 상태를 분석하는 단계는 상기 2차 미분함수의 하나 이상의 첨두치(peak value) 및 상기 3차 함수의 하나 이상의 첨두치를 이용하여 혈관 상태를 계산하는 단계를 포함하는 혈관의 상태를 감시하기 위한 방법.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 2차 미분함수의 하나 이상의 첨두치 및 상기 3차 함수의 하나 이상의 첨두치를 지수함수로 변환하는 단계를 더 포함하는 혈관의 상태를 감시하기 위한 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 혈관 상태를 무선 통신 방식을 이용하여 분석장치로 전송하는 단계를 더 포함하는 혈관의 상태를 감시하기 위한 방법.

청구항 9

혈관의 상태를 감시하기 위한 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독가능 기록 매체에 있어서, 상기 방법은,

혈관의 부피변화를 검출하여 혈관정보신호를 획득하는 단계,

상기 혈관정보신호의 2차 미분함수 및 3차 미분함수를 도출하는 단계, 및

상기 2차 미분함수 및 상기 3차 미분함수를 이용하여 혈관 상태를 분석하는 단계

를 포함하는 컴퓨터 판독가능 기록 매체.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 방법은, 분석된 상기 혈관 상태에 기초하여 혈관의 유형을 분류하는 단계를 더 포함하는 컴퓨터 판독가능 기록 매체.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 혈관정보신호의 2차 미분함수 및 3차 미분함수를 도출하는 단계는 상기 2차 미분함수의 하나 이상의 첨두치(peak value) 및 상기 3차 함수의 하나 이상의 첨두치를 구하는 단계를 포함하는 컴퓨터 판독가능 기록 매체.

청구항 12

혈관의 상태를 감시하기 위한 장치에 있어서,

혈관의 부피변화에 기초하여 혈관정보신호를 생성하도록 구성된 검출기;

상기 혈관정보신호의 2차 미분함수 및 3차 미분함수를 도출하는 신호처리부; 및

상기 2차 미분함수 및 상기 3차 미분함수를 이용하여 혈관 상태를 분석하는 수치변환부

를 포함하는 혈관의 상태를 감시하기 위한 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 검출기는 상기 혈관의 부피 변화를 검출하도록 구성된 광센서를 포함하는 혈관의 상태를 감시하기 위한 장치.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 수치변환부는 상기 분석된 상기 혈관 상태에 기초하여 혈관의 유형을 분류하도록 구성된 혈관의 상태를 감시하기 위한 장치.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 수치변환부는 상기 2차 미분함수의 하나 이상의 첨두치(peak value) 및 상기 3차 함수의 하나 이상의 첨두치를 구하도록 구성된 혈관의 상태를 감시하기 위한 장치.

청구항 16

제12항에 있어서,

상기 수치변환부는 상기 3차 미분함수가 소정의 기준선(baseline)과 교차하는 횟수를 구하도록 구성된 혈관의

상태를 감시하기 위한 장치.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 혈관 유형을 표시하도록 구성된 디스플레이를 더 포함하는 혈관의 상태를 감시하기 위한 장치.

청구항 18

제15항에 있어서,

상기 수치변환부는 상기 2차 미분함수의 하나 이상의 첨두치(peak value) 및 상기 3차 함수의 하나 이상의 첨두치를 이용하여 혈관 상태를 계산하도록 구성된 혈관의 상태를 감시하기 위한 장치.

청구항 19

제15항에 있어서,

상기 수치변환부는 상기 2차 미분함수의 하나 이상의 첨두치 및 상기 3차 함수의 하나 이상의 첨두치를 지수함수로 변환하도록 구성된 혈관의 상태를 감시하기 위한 장치.

청구항 20

제12항에 있어서,

상기 혈관 상태를 무선 통신 방식을 이용하여 분석장치로 전송하는 송신기를 더 포함하는 혈관의 상태를 감시하기 위한 장치.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<7> 본 발명은 혈관 진단 방법에 관한 것으로, 특히 혈액용적맥파의 2차 및 3차 미분함수를 이용하여 혈관의 건강 상태를 진단하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

<8> 고령화 사회로 진입하면서 건강에 대한 관심이 증대됨에 따라 다양한 질병을 사전에 진단하기 위한 건강관리 또는 건강검진 장치가 많이 개발되고 있다. 여러 가지 질병 중에서도 특히 암, 뇌졸중, 중풍, 스트레스, 당뇨병, 고혈압, 심부전증 등 심혈관 질환이 고령자의 주요 사망원인을 차지하고 있다. 이러한 질환은 혈액 순환 장애로부터 시작되는 경우가 대부분이며 점차적으로 악화되어 사망원인이 높은 당뇨나 고혈압 등 심혈관 질환으로 발전하게 되는 것으로 알려져 있다. 따라서, 심혈관 질환에 미리 대처하기 위해서는 혈관의 건강 상태를 주기적으로 검출하는 것이 필수적이다.

<9> 최근에, 혈관의 건강 상태를 검출하기 위하여 몇 가지 방법들이 시도되고 있다. 일반적으로, 혈액순환의 상태를 분석하기 위해서는 혈관 조영제를 사용하여 동맥 경화도를 진단하는 방법이 사용되고 있다. 이러한 방법은 비교적 정확한 진단이 가능하다는 장점이 있으나, 혈액을 채취하는 세포생물학적 검증과 함께 정밀한 의료기기에 의존하여 판단하여야 하므로, 관련 검진을 받기 위해서는 고가의 의료비의 부담과 진단 과정에서 혈액을 채취해야만 하는 등 환자에게 매우 큰 불편을 끼치게 된다.

<10> 이러한 불편함을 해소하면서 혈액순환의 상태를 용이하게 예측하기 위하여, 심장의 수축 및 이완에 따른 흉벽 및 대혈관의 박동을 검출하여 혈관의 건강 상태를 진단하는 비침습적 방법이 보급되고 있다. 일반적으로, 흉벽 및 대혈관의 박동에 따른 파형은 혈액용적맥파(Photo Plethysmogram; PPG)라고 불리며, 혈액용적맥파는 예컨대 손끝, 발끝, 귓볼의 말초동맥의 압력 변화에 야기되는 지첨용적맥파로부터 유도될 수 있다. 혈액용적맥파의 미세한 변화는 대부분의 경우 확실하게 검출하기가 용이하지 않기 때문에, 말초혈관의 미세한 혈액순환 상태를 예측하기 위하여는, 혈액용적맥파의 2차 미분 함수를 관찰할 필요성이 있는데, 이러한 혈액용적맥파의 2차 미분함수를 일반적으로 가속도 맥파(Accelerated Photoplethysmo Graph; APG)라고 칭하고 있다. 이러한 가속도 맥

파를 이용한 혈관 상태 진단 방법은 혈관 조영제를 사용하는 방법에 비하여 이용상 편리하다는 점 때문에 말초 혈관의 파형을 분석하는 방법으로서 널리 보급되고 있다. 가속도 맥파로부터 혈관의 유형을 예측하는 방법은, 혈액용적맥파의 2차 미분에 따른 첨두치의 비율로 혈관건강상태를 계산하고 있으나, 2차 미분에 의한 첨두치의 비율로는 혈관의 상태를 정확히 진단하기 어려운 경우가 발생할 수 있고, 측정을 할 때마다 그 결과에 편차가 있어, 확진을 위한 진단기기서로는 신뢰성이 떨어진다 문제가 있다.

<11> 따라서, 가속도 맥파를 이용하여 혈관 상태를 보다 정확하고 신뢰성 있게 진단하기 위한 방법에 대한 필요가 존재한다. 또한, 혈관의 건강 상태를 검출하여 혈관 나이, 혈관 건강 지수, 동맥 경화도 등 다양한 건강 지표를 표시할 필요성도 존재한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<12> 따라서, 본 발명은, PPG신호의 파형을 검출하고 그 파형을 다양한 차수의 미분함수로 변환해서 혈액순환의 정도를 수치화하여 정확한 혈관건강 상태를 진단하는 방법을 제공한다.

<13> 본 발명의 일 측면에 따르면, 혈관의 상태를 감시하기 위한 방법이 제공되는데, 상기 방법은 혈관의 부피변화를 검출하여 혈관정보신호를 획득하는 단계, 상기 혈관정보신호의 2차 미분함수 및 3차 미분함수를 도출하는 단계, 상기 2차 미분함수 및 상기 3차 미분함수를 이용하여 혈관 상태를 분석하는 단계, 및 상기 혈관 상태를 디스플레이에 표시하는 단계를 포함한다. 본 발명의 특징에 따른 방법은 분석된 상기 혈관 상태에 기초하여 혈관의 유형을 분류하는 단계를 더 포함한다.

<14> 본 발명의 다른 측면에 따르면, 혈관의 상태를 감시하기 위한 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독가능 기록 매체가 제공되는데, 상기 방법은 혈관의 부피변화를 검출하여 혈관정보신호를 획득하는 단계, 상기 혈관정보신호의 2차 미분함수 및 3차 미분함수를 도출하는 단계, 상기 2차 미분함수 및 상기 3차 미분함수를 이용하여 혈관 상태를 분석하는 단계, 및 상기 혈관 상태를 디스플레이에 표시하는 단계를 포함한다.

<15> 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 혈관의 상태를 감시하기 위한 장치가 제공되는데, 상기 장치는 혈관의 부피변화에 기초하여 혈관정보신호를 생성하도록 구성된 검출기; 상기 혈관정보신호 2차 미분함수 및 3차 미분함수를 도출하는 신호처리부; 상기 2차 미분함수 및 상기 3차 미분함수를 이용하여 혈관 상태를 분석하는 수치변환부; 및 상기 혈관 상태를 표시하는 디스플레이를 포함한다.

발명의 구성 및 작용

<16> 이하, 다양한 실시예에 대해 상세히 설명한다. 그러나, 이들 실시예는 이하에서 상세하게 설명된 것들의 일부 또는 전부를 포함하지 않고 실시될 수 있다. 또한, 실시예들에서, 본 명세서의 내용을 불필요하게 불명료하게 하지 않기 위해서, 널리 알려진 방법의 단계들 또는 구성요소들은 상세히 설명하지 않는다.

<17> 도 1은 혈관 진단 시스템(100)의 일 실시예를 도시하는 개략도를 나타낸다. 도 1 에 도시된 바와 같이, 혈관 진단 시스템(100)은 검출장치(110) 및 진단장치(120)를 포함한다. 혈관 진단 시스템(100)은 예컨대 손끝 등의 사용자의 신체의 일부로부터 심장 또는 혈관의 수축 및 이완으로 인하여 발생하는 파형을 검출하고, 검출된 파형을 변환 및 분석하여 사용자의 혈관 건강 상태를 진단할 수 있는 장치로서, 하드웨어, 소프트웨어 또는 그 결합으로 구현될 수 있는 모든 구성을 포함한다. 검출장치(110)는, 혈액용적 변화 등을 포함하는 사용자의 혈관정보신호를 검출하여 검출된 혈관정보신호를 진단장치(120)로 전송한다. 일반적으로, 검출장치(110)는 심장박동에 의해 수축기와 이완기의 압력이 말초혈관으로 전달되면서 혈액용적변화에 따른 혈관의 부피변화를 측정하는 광센서(130)를 포함한다. 광센서(130)는 예컨대, 발광소자와 수광소자가 서로 마주보면서 투과된 광 에너지를 검출하는 방식의 투과식 광센서, 또는 발광소자와 수광소자가 단층으로 배열되어 반사되는 에너지를 수광소자에서 획득하는 반사식 광센서를 포함한다. 광센서(130)를 이용하여 동맥의 신축성을 나타내는 혈류량의 변화를 검출하는 것이 가능하다.

<18> 검출장치(110)의 광센서(130)에 의해 검출된 혈관정보신호는 진단장치(120)로 전송된다. 혈관정보신호는 전술한 바 있는 혈약용적맥파(PPG) 신호를 포함할 수 있다. 광센서(130)로부터 전송된 혈관정보신호는 광신호의 형태로서 진단장치(120)에 전송될 수 있으며, 혈관정보신호는 진단장치(120)에 의해 전기 신호로 변환되어 처리되게 된다. 일반적으로, 혈관 진단 시스템(100)의 검출장치(110)와 진단장치(120)는 유선통신 방식을 이용하여 연결되지만, 대안적으로 무선통신 방식을 이용하여 연결되는 것도 가능하다. 검출장치(110)와 진단장치(120) 간의 무선 연결을 위한 접속 방식으로는 예컨대, 블루투쓰(Bluetooth), Zigbee, USB 등과 같은 근거리 통신 방법을 이용할 수 있다. 이러한 구성에 따르면, 광센서(130)를 통하여 검출된 혈관정보신호가 전기적 신호로 변

환되어 검출장치(110)에 포함된 송신기(도시되지 않음)를 이용하여 진단장치(120)로 전송 가능하다. 이렇게 전송된 혈관정보신호는 진단장치(120)에 의하여 분석되고 처리된다.

<19> 진단장치(120)에서는 혈관정보신호(즉, PPG 신호)를 수신하여 이의 전기적인 신호를 검출한다. 도 2는 일 실시예에 따른 진단장치(120)의 블록도를 도시한다. 도 2를 참조하여 진단장치(120)의 상세한 구성을 설명하면, 진단장치(120)는 전치증폭기(210), 아날로그 디지털 변환기(A/D; 220), 신호처리부(230), 수치변환부(240), 디스플레이(250) 및 메모리(260)를 포함한다. 전치증폭기(210)는 검출장치(110)로부터 수신된 PPG신호를 검출하여 증폭하고, 필요할 경우 전기적 신호로 변환하여 이를 아날로그 디지털 변환기(220)로 전달한다. 아날로그 디지털 변환된 PPG신호는 예컨대 FIR필터(도시되지 않음)를 이용하여 노이즈를 제거한 후, 신호처리부(230)에 의해 처리되도록 한다. 노이즈를 제거함으로써 신호대 잡음비가 향상된 PPG신호를 신호처리부(230)가 처리하는 것이 가능하다.

<20> 신호처리부(230)에서는 PPG신호를 미분하여 예컨대2차 및 3차 미분함수 등의 고차 미분함수를 구함으로써, PPG신호의 2차 미분함수인 가속도 맥파(APG) 신호와 3차 미분함수를 구한다. 미분함수를 구할 때의 시간분해능은 예컨대 약 5ms 미만으로 설정해서 높은 심장박동의 환자에게도 적용할 수 있도록 하는 것이 가능하다. 신호처리부(230)로부터 출력되는 APG신호 및 3차 미분함수를 수치변환부(240)로 입력한다. 수치변환부(240)에서는 PPG신호의 2차 및 3차 미분함수 각각의 첨두치 및 각 첨두치 간의 비율을 구하고, 각각의 첨두치 값을 다시 지수함수로 변환하도록 계산한다.

<21> 이러한 PPG신호의 2차 미분함수인 APG신호의 첨두치가 나타내는 바를 도 3을 참조하여 설명하면 다음과 같다. 도 3은 본 발명에 따른 진단 장치를 이용하여 얻어진 PPG의 2차 미분함수인 APG 신호의 대표적인 예를 나타내는 그래프이다. 도 3에는, APG신호의 첨두치 중 최대 첨두치값으로부터 이를 포함하여 4개의 첨두치가 차례로 a, b, c 및 d로 표시되어 있다. APG신호의 첨두치들은 파형에 따라서 여러 개가 존재하는 것이 가능하나 일반적으로 4개의 최대 첨두치들이 대부분의 혈관에 관련된 정보를 나타낼 수 있다. 각각의 첨두치가 나타내는 혈관의 상태를 정리하면 아래의 표 1과 같다.

표 1

<22>

첨두치	심장상태	동맥혈관상태	임상적해석
a	심장이 수축하는 순간	혈관 벽이 팽창하기 시작하는 순간을 반영	b, c, d 값에 대한 기준 값으로 사용함.
b	심장의 초기 수축기	혈관 벽의 팽창을 직접적으로 반영함	심장의 초기 수축기에 좌심실에서 분출된 혈액에 혈관이 처음 반응함으로 생시는 입력파로서, 동맥의 탄성 변화를 나타냄.
c	심장의 말기 수축기	b, d 값의 영향을 받은 반사파임	나이에 따른 혈관 탄성도와 연관이 있음.
d	심장의 말기 수축기	기능적 혈관 벽의 탄성과 유기적 혈관 벽의 경화에 의한 반사파의 크기	동맥 경화가 진행됨에 따라 혈관에서의 반사파가 커질수록 커지며, 혈관 탄성도와 많은 연관이 있음.

<23> 표 1에 나타난 것과 같이, APG신호의 첨두치들은 각각 심장 또는 혈관의 독특한 상태나 특성을 나타내고 있다는 것을 알 수 있으며, 이러한 첨두치들로부터 혈관의 건강 상태를 얻어내고 유형화하는 것이 가능하다.

<24> 한편, 도 4에 도시된 바와 같이, 혈관의 상태를 나타내는 APG신호의 파형은 대표적으로 6 가지로 유형화될 수 있으며, 이러한 APG신호 파형 각각은 유형화된 혈관의 건강 상태를 표시할 수 있다. 도 4a 내지 도 4f는 본 발명에 따른 진단 장치를 이용하여 얻어진 가속도 맥파의 파형 종류를 나타내는 그래프들이다. 첨두치들 및 이들 첨두치의 상호 비율에 기초하여, 각각의 파형이 나타내는 혈관의 건강 상태를 정리하면 표 2와 같이 정리될 수 있다.

표 2

<25>

유형	파형의 의미	혈관 진단 결과
A	혈액순환이 아주 좋은 상태의 파형	꾸준한 운동으로 단련된 상태
B	혈액순환이 양호한 상태의 파형	가끔 현기증 유발 가능성 있음

C	혈액순환의 상태가 원활하지 않은 상태의 파형	손발이 저리거나 쥐가 자주 나며, 신진대사 장애가 있을 수 있음.
D	혈액순환의 상태가 나빠졌을 때의 파형	중년층에서 자주 나타나며, 건망증, 두통이 있을 수 있음.
E	혈액순환이 꽤 나빠졌을 때의 파형	노환성 질환 유발 가능하며, 고혈압, 고지혈증 위험이 있음.
F	혈액순환이 매우 나빠졌을 때의 파형	고혈압, 동맥경화, 심장 혈관 질환이 의심됨.

<26> 이와 같이, APG신호의 첨두치들에 기초하여 분류 가능한 파형의 유형으로부터 혈관의 건강 상태를 진단하는 것이 가능하다. 일 실시예에서, APG신호의 첨두치들뿐만 아니라, PPG신호의 3차 미분함수를 함께 이용하여 혈관의 건강 상태를 진단한다.

<27> 다시 도 2를 참조하면, 수치변환부(240)에서는 PPG신호의 2차 및 3차 미분함수로부터 각각의 첨두치들을 구하고, 각각의 첨두치들을 다시 지수함수로 변환하도록 계산한다. 이러한 2차 미분과 3차의 미분 함수는 수치변환부(240)내에 구현된 하드웨어 또는 소프트웨어에 의해 계산 가능하고, 미분함수의 독립변수의 시간 분해능을 바람직하게는 약 5ms의 미만으로 설정하는 것이 가능하다. 이 때, 시간 분해능이 높을수록 노이즈에 민감하기 때문에 2차, 3차 미분함수를 계산하는 수치변환부(240)의 전단 또는 후단에 저역통과필터를 추가하는 것이 바람직하며, 저역 통과필터의 차단 주파수는 바람직하게는 약 20 Hz를 가질 수 있다. 차단 주파수의 크기에 따라서 혈액순환을 분석할 수 있는 최대 심장박동수가 결정되며 바람직하게는 약 90 bpm에서는 측정이 가능하도록 설계한다.

<28> 수치변환부(240)에서는 첨두치들을 지수함수로 변환함으로써 미세한 기울기의 변화를 증폭하는 효과를 얻을 수 있다. 지수함수로 변환된 2차 및 3차 미분함수의 첨두치들을 이용하여 혈관 상태를 보다 정밀하고 신뢰성 있게 진단하는 것이 가능하다. 수치변환부(240)는 3차 미분함수가 소정의 기준선(baseline)과 교차하는 횟수를 이용하여 혈관의 유형을 보다 정확하게 진단하는 것이 가능하다.

<29> 구체적으로, 수치변환부(240)에서 PPG신호의 2차 및 3차 미분함수를 이용하여 혈관의 건강 상태를 진단하는 방법을 도 5를 참조하여 설명하면 다음과 같다. 도 5는 일 실시예에 따른 진단 장치를 이용하여 얻어진 PPG신호의 2차 미분함수(APG) 및 3차 미분함수의 예를 나타내는 그래프이다. 도 5에서, 2차 미분함수의 첨두치는 a, b, c 및 d로 표시되어 있으며, 3차 미분함수의 첨두치는 최초 첨두치인 a'로부터 바람직하게는 7번째 첨두치까지 고려하며, 각각의 첨두치는 a', b', c', d', e', f' 및 g'로 표시되어 있다. 이러한 첨두치들은 전술한 바와 같이 지수 함수로 변환된 이후에 후속 처리되는 것이 가능하다. 수치변환부(240)에서는 이러한 2차 및 3차 미분함수의 첨두치들 및 그 상대적인 비율을 이용하여 혈관의 정보를 도출할 수 있다. 일 실시예에 따라, 3차 미분함수가 최초 첨두치인 a'이후에 최후 첨두치인 g'에 이르기 까지 소정의 기준선을 교차하는 횟수를 구하고, 이 횟수를 이용하여 혈관 정보를 구하는 것이 가능하다. 2차 및 3차 미분함수를 이용하여 혈관 정보를 구하는 방법의 일 예가 표 3에 정리되어 있다. 표 3에 기재된 바와 같이, 혈액용적맥파의 3차 미분함수를 함께 이용하면 혈관의 유형을 대표적으로 예컨대 7개로 분류할 수 있다.

표 3

<30>

유형	첨두치의 조건	3차 미분함수의 기준선 교차 횟수(a' 이후)	혈관 진단 결과	혈관 나이
A	$0 \le c < a$ $0 \le d < a$	3 또는 4	혈액순환이 아주 좋은 상태의 파형	10 대
B	$0 \le c < a$ $d \ge b$	3	혈액순환이 양호한 상태의 파형	20 대
	$d < c < a$ $b < d < 0$ $c > 0$	4		
C	$b < d$ $c > d$ $d < 0$ $c > 0$	4	혈액순환의 상태가 비교적 원활한 상태의 파형	30 대

D	d<c<a b<d<0	3 또는 4	혈액순환의 상태가 원활하지 않은 상태의 파형	40 대
	d<c<0	2		
E	d<c≤0 b<d<c	2 또는 3	혈액순환의 상태가 나빠졌을 때의 파형	50 대
	0<c<a b<d<c	4		
F	d<c<0 b<d<c	2	혈액순환이 꽤 나빠졌을 때의 파형	60 대
G	b<c b<d c≤d d<0	2	혈액순환이 매우 나빠졌을 때의 파형	70 대

<31> 일 실시예에서, 위의 표 3에 나타난 바와 같은 첨두치들의 조건 및 3차 미분함수가 기준선을 교차하는 횟수를 이용하여 혈액 순환의 상태 및 나아가 혈관 나이를 검출할 수 있다. 구체적으로, 혈액용적맥파의 첨두치들을 수치화하여 그 값들이 표 3의 어떤 조건을 만족하는가 및 3차 미분함수의 첫번째 첨두치 이후에 기준선과 교차하는 횟수에 따라서 혈관 상태, 혈관 나이 및 혈관 인덱스 등을 결정한다. 수치변환부(240)는 표 1 내지 3을 메모리(260)에 테이블의 형태로 저장해 둘 수 있으며, 필요할 때마다 메모리(260)로부터 판독하여 사용할 수 있다. 메모리(260)는 바람직하게는 ROM, 플래시 ROM 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

<32> 도 5에 도시된 2차 미분함수의 파형에서와 같이 첨두치 c 및 d의 값이 매우 유사하여 파형의 종류를 판단하기에 오류가 발생할 확률이 큰 경우에도, 3차 미분함수의 정보를 함께 이용함으로써 신뢰성 있는 혈관 상태 진단이 가능하다. 이 때 표 3에 나타난 첨두치의 조건은 예시적인 것일 뿐 이러한 구체적인 조건에 제한되는 것은 아니다.

<33> 일 실시예에 따라, 혈액용적맥파의 2차 및 3차 미분함수의 지수 변환된 첨두치들은 보다 정확한 진단을 위하여 서로 다른 가중치가 부여될 수 있으며, 이 경우 각각의 혈관 유형을 세분화하는 것이 가능하다. 예컨대, 표 3의 A 내지 G 유형 각각을 3개의 서브그룹으로 나누어 (A3, A2, A1) 내지 (G3, G2, G1) 유형으로 표시할 수 있다. 가중치를 두는 방식으로는 첨두치의 비율가운데 가장 기여도가 높은 비율에 가중치를 두는 방식이 가능하다. 이와 같이 구해진 혈관 상태, 혈관 나이 등의 정보는 디스플레이(250)를 통해 표시된다. 혈관 상태 등의 데이터는 메모리(260)에 저장되거나 PC로 업로딩되어 PC상에서 추가의 분석이 이루어 질 수 도 있다. 진단장치(120)는 무선통신부(도시하지 않음)를 더 포함할 수 있으며, 이 경우 혈관 상태 등의 데이터를 무선 이동통신 시스템을 이용하여 병원 등에 설치된 분석 장치로 전송하는 것도 가능하다.

<34> 일 실시예에 따라 혈관 상태를 감시하기 위한 방법을 도 6을 참조하여 설명하면 다음과 같다. 도 6은 일 실시예에 따른 혈관 상태 진단 방법을 도시하는 흐름도이다. 단계(S610)에서 광센서(130)를 이용하여 혈관의 부피 변화를 검출하여 혈관정보신호를 획득한다. 혈관정보신호는 혈관의 상태를 나타내는 모든 신호로서 예컨대 혈액용적맥파일 수 있다. 단계(S620)에서 혈관정보신호를 진단장치(120)로 전송한다. 검출장치(110)로부터 진단장치(120)로 혈관정보신호를 전송하는 방식은 유선 연결 또는 무선의 근거리 통신방법 등을 이용하여 구현될 수 있다. 단계(S630)에서 혈관정보신호를 아날로그 디지털 변환기(220)를 이용하여 A/D 변환하여, 일반적으로 마이크로프로세서 등으로 구현되는 신호처리부(230) 및 수치변환부(240)에서 처리가 가능하도록 한다.

<35> 단계(S640)에서 신호처리부(230)가 혈관정보신호의 2차 및 3차 미분함수를 도출한다. 이어서 단계(S650)에서 수치변환부(240)가 신호처리부(230)에 의해 도출된 혈관정보신호의 2차 및 3차 미분함수를 이용하여 혈관 상태를 분석하고 그 유형을 분류한다. 혈관 상태 분석 및 유형의 분류를 위해서는 메모리(260)에 저장된 표 3과 같은 테이블을 참조할 수 있다. 분석된 혈관 상태로부터 혈관 나이, 혈관 지수 등을 도출하는 것도 가능하다. 본 실시예에서는 2차 및 3차 미분함수를 이용하는 것에 대하여 설명하고 있지만 다른 차수의 미분 함수 또는 그 조합을 이용하는 것도 가능하다. 단계(S660)에서 혈관 상태를 디스플레이(250)에 표시한다.

발명의 효과

<36> 전술한 실시예들에 따르면, 혈액용적맥파의 2차 및 3차 미분함수를 이용하여 혈관의 세밀한 상태를 진단함으로써 혈관 나이, 동맥경화도, 혈관건강 지수 등을 신뢰성 있게 얻어내어 정확한 진단을 수행할 수 있다. 종래의

혈관 상태 진단 방법으로는 혈액용적맥파의 2차 함수의 첨두치 간의 구별이 용이하지 않은 경우에 정확한 혈관의 상태 분석에 오류가 발생하는 문제가 발생될 수 있지만, 상기 실시예들에 따르면 2차 또는 그 이상의 미분함수의 첨두치들 및 3차 미분함수가 기준선을 교차하는 횟수 등의 정보를 이용함으로써 혈관 상태 진단의 신뢰성을 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 일 실시예에 따른 혈관 진단 시스템을 도시하는 개략도.

<2> 도 2는 일 실시예에 따른 진단 장치를 도시하는 블록도.

<3> 도 3은 일 실시예에 따른 진단 장치를 이용하여 얻어진 혈액용적맥파(Photo Plethysmogram; PPG)의 2차 미분함수인 가속도 맥파 (Accelerated Photoplethysmo Graph; APG)를 나타내는 그래프.

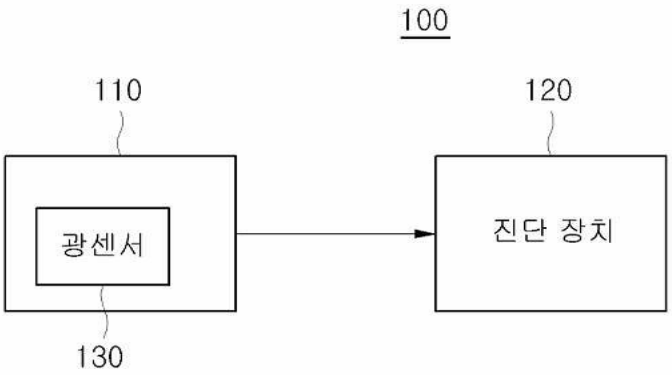
<4> 도 4a 내지 도 4f는 일 실시예에 따른 진단 장치를 이용하여 얻어진 가속도 맥파의 대표적인 종류를 나타내는 그래프.

<5> 도 5는 일 실시예에 따른 진단 장치를 이용하여 얻어진 혈액용적맥파의 2차 미분함수(APG) 및 3차 미분함수를 나타내는 그래프.

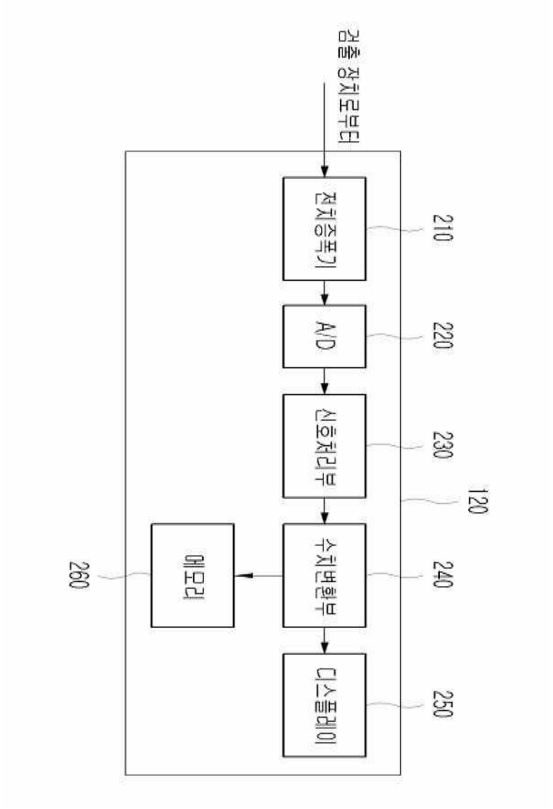
<6> 도 6은 일 실시예에 따른 혈관 상태 진단 방법을 도시하는 흐름도.

도면

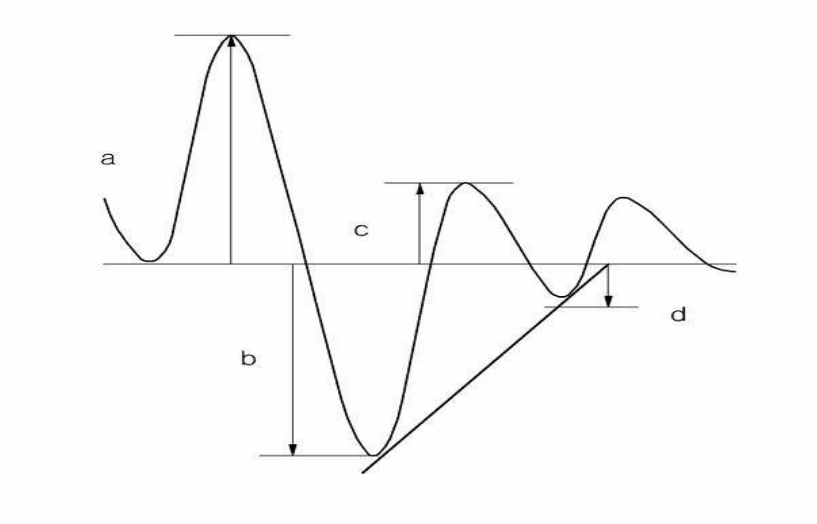
도면1



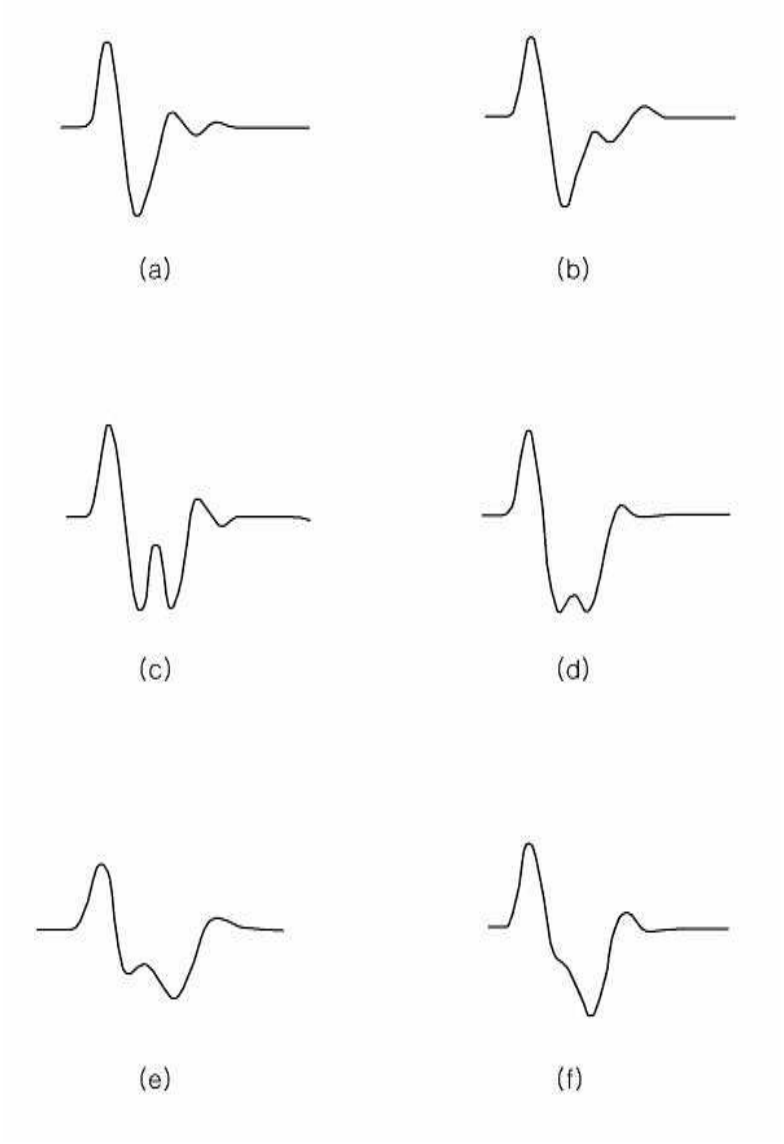
도면2


검출 장치로부터
전치증폭기
210
A/D
220
신호처리부
230
120
수치변환부
240
메모리
260
디스플레이
250

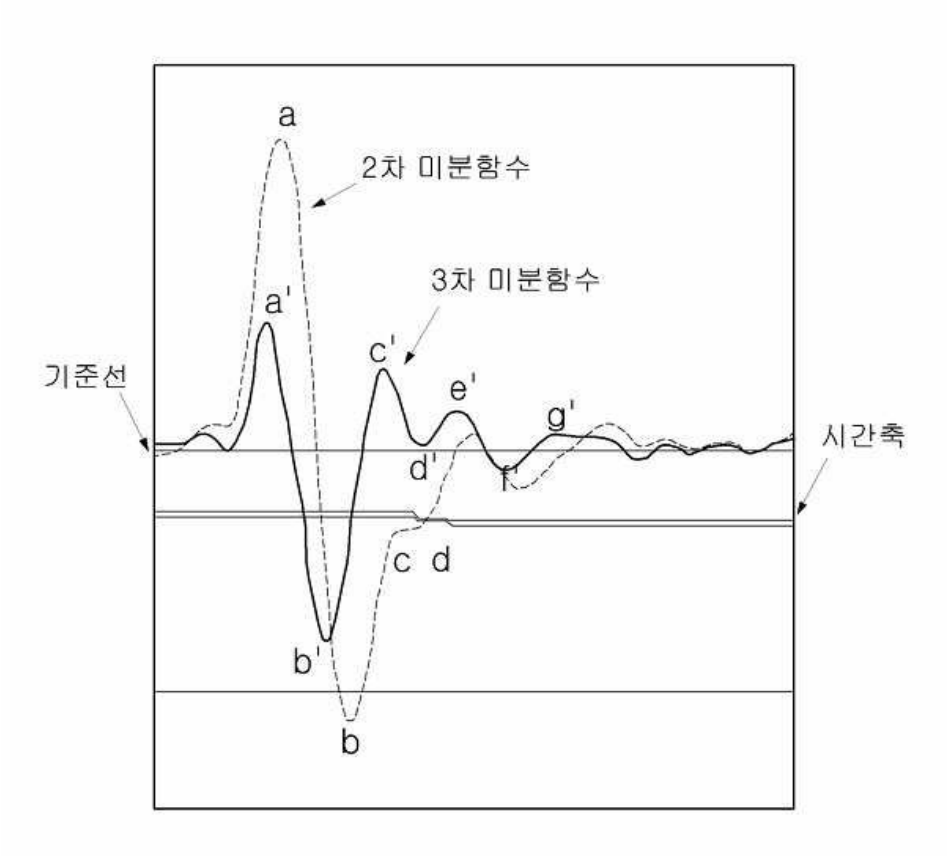
도면3


a
b
c
d

도면4



도면5



도면6


혈관의 부피 변화를 검출하여 결관정보신호 획득
S610
혈관정보신호를 진단장치로 전송
S620
혈관정보신호를 A/D변환
S630
혈관정보신호의 2차 및 3차 미분 함수 도출
S640
미분 함수를 이용하여 혈관 상태 분석 및 분류
S650
혈관 상태를 디스플레이에 표시
S660