



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0080515
(43) 공개일자 2018년07월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2006.01) A61B 5/024 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/4854 (2013.01)
A61B 5/024 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0001311
(22) 출원일자 2017년01월04일
심사청구일자 2017년01월04일

(71) 출원인
경상대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
조재경
경상남도 진주시 평거로39번길 9, 108동 301호 (평거동, 들말한보타운)
강동환
경상남도 진주시 평거로39번길 9, 108동 801호 (평거동, 들말한보타운)
(74) 대리인
정홍식, 김태현

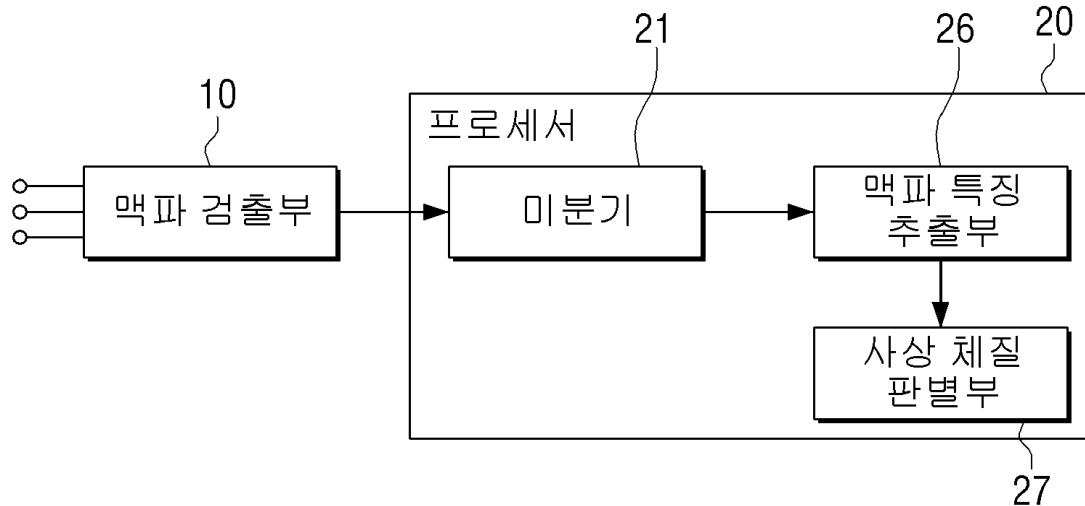
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 사상체질 판별방법 및 사상체질 판별장치

(57) 요약

본 발명은 사상체질 판별방법 및 사상체질 판별장치에 관한 것으로서, 촌맥, 관맥 및 척맥으로부터 맥파신호를 감지하고, 감지된 맥파신호의 변화량을 나타내기 위해 미분하고, 미분된 맥파신호로부터 맥파특징을 추출하며, 추출된 맥파특징 및 사상체질 판별함수에 기초하여 판별점수를 산출하고, 산출된 판별점수와 기 설정된 사상체질별 판별함수의 중심값과의 거리를 산출하며, 산출된 거리를 바탕으로 사상체질을 판별하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/7235 (2013.01)

A61B 5/7271 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

존맥, 관맥 및 척맥으로부터 맥파신호를 감지하는 단계;

상기 감지된 맥파신호의 변화량을 나타내기 위해 미분하는 단계;

상기 미분된 맥파신호로부터 맥파특징을 추출하는 단계;

상기 추출된 맥파특징 및 사상체질 판별함수에 기초하여 판별점수를 산출하는 단계;

상기 산출된 판별점수와 기 설정된 사상체질별 판별함수의 중심값과의 거리를 산출하는 단계; 및

상기 산출된 거리를 바탕으로 사상체질을 판별하는 단계;를 포함하는 사상체질 판별방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 사상체질 판별함수는, 피검사자의 상기 추출된 맥파특징을 변수로 하여, 상기 판별점수를 체질별로 분산시키기 위하여 아래의 식으로 이루어지는, 사상체질 판별방법.

$$Y_1 = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots a_px_p$$

$$Y_2 = b_1x_1 + b_2x_2 + \dots b_px_p$$

$$Y_3 = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots c_px_p$$

(x_i : 추출된 맥파특징, a_i, b_i, c_i : 판별계수)

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 거리는, 피검사자의 판별점수와 기설정된 각 사상체질별 판별함수에 따른 중심값을 이용하여 아래식을 바탕으로 구해지고, 상기 사상체질 판별하는 단계는, 상기 4가지 거리중에서 짧은 거리를 가지는 값에 해당하는 사상체질을 피검사자의 사상체질로 판별하는, 사상체질 판별방법.

$$d_1 = \sqrt{(y_{0_1} - \bar{y}_{1_1})^2} + \sqrt{(y_{0_2} - \bar{y}_{1_2})^2} + \sqrt{(y_{0_3} - \bar{y}_{1_3})^2}$$

$$d_2 = \sqrt{(y_{0_1} - \bar{y}_{2_1})^2} + \sqrt{(y_{0_2} - \bar{y}_{2_2})^2} + \sqrt{(y_{0_3} - \bar{y}_{2_3})^2}$$

$$d_3 = \sqrt{(y_{0_1} - \bar{y}_{3_1})^2} + \sqrt{(y_{0_2} - \bar{y}_{3_2})^2} + \sqrt{(y_{0_3} - \bar{y}_{3_3})^2}$$

$$d_4 = \sqrt{(y_{0_1} - \bar{y}_{4_1})^2} + \sqrt{(y_{0_2} - \bar{y}_{4_2})^2} + \sqrt{(y_{0_3} - \bar{y}_{4_3})^2}$$

($y_{0_1}, y_{0_2}, y_{0_3}$: 피검사자의 판별점수, $\bar{y}_{1_1}, \bar{y}_{1_2}, \bar{y}_{1_3}$: 태양인의 판별함수에 따른 중심값, $\bar{y}_{2_1}, \bar{y}_{2_2}, \bar{y}_{2_3}$:

태음인의 판별함수에 따른 중심값, $\bar{y}_{3_1}, \bar{y}_{3_2}, \bar{y}_{3_3}$: 소양인의 판별함수에 따른 중심값, $\bar{y}_{4_1}, \bar{y}_{4_2}, \bar{y}_{4_3}$: 소음인의 판별함수에 따른 중심값)

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 맥파특징은,

상기 미분된 맥파신호의 맥파형으로부터 얻어지는 일정시간 동안 상부 피크의 개수, 하부 피크의 개수, 각 피크의 크기, 및 맥파 전체 폭을 포함하는, 사상체질 판별방법

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 판별함수는 연령대별 판별함수를 가지고,

상기 판별점수를 산출하는 단계는,

피검사자의 연령을 입력받는 경우, 상기 입력된 피검사자의 연령에 대응하는 연령대별 판별함수에 기초하여 상기 판별점수를 산출하는, 사상체질 판별방법.

청구항 6

손맥, 관맥 및 척맥의 맥파신호를 감지하는 맥파검출부;

상기 감지된 맥파신호를 미분하는 미분기; 및

상기 미분된 맥파신호로부터 사상체질을 판별하는 프로세서;를 포함하고,

상기 프로세서는,

상기 미분된 맥파신호로부터 맥파특징을 추출하며, 상기 추출된 맥파특징 및 사상체질 판별함수에 기초하여 판별점수를 산출하고, 상기 산출된 판별점수와 기 설정된 사상체질별 판별함수의 중심값과의 거리를 산출하며, 상기 산출된 거리를 바탕으로 사상체질을 판별하는, 사상체질 판별장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 맥파검출부는,

손맥, 관맥 및 척맥에 밀착되는 진동센서를 포함하고,

상기 진동센서는 압전센서, 스트레인게이지 또는 컨덴서 마이크인, 사상체질 판별장치

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 사상체질 판별방법 및 사상체질 판별장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 판별함수를 이용하여 피검사자의 사상체질을 판별할 수 있는 사상체질 판별방법 및 사상체질 판별장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 사상체질은 사람의 체질을 태양인, 태음인, 소양인, 소음인의 4가지로 분류하는 순수 한국 의학이론이다. 사상체질에 따른 생리, 병리, 진단, 치료의 방법은 서로 상이하고, 사상체질은 정신과 육체의 조화에 이르기까지 새로운 방법을 제시한 한의학 이론 중 하나이다.

[0003] 사상체질별로 처방이 정해지고, 사상체질과 일치하지 않는 처방으로 부작용이 일어날 수 있으므로, 정형화되고 정확한 사상체질 판별을 할 필요가 있다.

[0004] 종래에는 사상체질은 환자의 체형, 얼굴, 목소리, 진맥등을 이용해서 한의사가 판별하거나, 오링 테스트를 이용하여 판별하여 왔다. 이 경우, 한의사가 주관적으로 판별을 하여, 판별법이 전수되기 어려웠다. 또한, 미숙련자의 경우, 판별의 정확도가 높지 않은 문제점이 있었다. 또한, 오링 테스트에 의한 판별법도 정확도가 낮은 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은, 상기와 같은 문제를 해결하기 위해, 판별함수를 통하여, 사상체질별 중심값과 피검사자의 판별점수 간의 거리를 이용하여 피검사자의 사상체질을 정확하게 판별할 수 있는 사상체질 판별방법 및 사상체질 판별장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

[0006] 또한, 지속적으로 피검사자의 맥파특징을 바탕으로 판별함수와 중심값을 갱신하여 정확도가 지속적으로 높아지는 사상체질 판별방법 및 사상체질 판별장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 촌맥, 관맥 및 척맥으로부터 맥파신호를 감지하고, 상기 감지된 맥파신호의 변화량을 나타내기 위해 미분하고, 상기 미분된 맥파신호로부터 맥파특징을 추출하고, 상기 추출된 맥파특징 및 사상체질 판별함수에 기초하여 판별점수를 산출하고, 상기 산출된 판별점수와 기 설정된 사상체질별 판별함수의 중심값과의 거리를 산출하고, 상기 산출된 거리를 바탕으로 사상체질을 판별하는 사상체질 판별방법을 제공한다.

[0008] 상기 사상체질 판별함수는, 피검사자의 상기 추출된 맥파특징을 변수로 하여, 상기 판별점수를 체질별로 분산시키기 위하여 아래의 식으로 이루어질 수 있다.

[0009]
$$Y_1 = a_1X_1 + a_2X_2 + \dots a_pX_p$$

[0010]
$$Y_2 = b_1X_1 + b_2X_2 + \dots b_pX_p$$

[0011]
$$Y_3 = c_1X_1 + c_2X_2 + \dots c_pX_p$$

[0012] (x_i : 추출된 맥파특징, a_i , b_i , c_i : 판별계수)

[0013] 상기 거리는, 피검사자의 판별점수와 기설정된 각 사상체질별 판별함수에 따른 중심값을 이용하여 아래식을 바탕으로 구해지고, 상기 사상체질을 판별하는 단계는, 상기 4가지 거리중에서 짧은 거리를 가지는 값이 해당하는 사상체질을 피검사자의 사상체질로 판별할 수 있다.

[0014]
$$d_1 = \sqrt{(y_{0_1} - \bar{y}_{1_1})^2} + \sqrt{(y_{0_2} - \bar{y}_{1_2})^2} + \sqrt{(y_{0_3} - \bar{y}_{1_3})^2}$$

[0015]
$$d_2 = \sqrt{(y_{0_1} - \bar{y}_{2_1})^2} + \sqrt{(y_{0_2} - \bar{y}_{2_2})^2} + \sqrt{(y_{0_3} - \bar{y}_{2_3})^2}$$

[0016]
$$d_3 = \sqrt{(y_{0_1} - \bar{y}_{3_1})^2} + \sqrt{(y_{0_2} - \bar{y}_{3_2})^2} + \sqrt{(y_{0_3} - \bar{y}_{3_3})^2}$$

[0017]
$$d_4 = \sqrt{(y_{0_1} - \bar{y}_{4_1})^2} + \sqrt{(y_{0_2} - \bar{y}_{4_2})^2} + \sqrt{(y_{0_3} - \bar{y}_{4_3})^2}$$

[0018] (y_{0_1} , y_{0_2} , y_{0_3} : 피검사자의 판별점수, $\bar{y}_{1_1}$, $\bar{y}_{1_2}$, $\bar{y}_{1_3}$: 태양인의 판별함수에 따른 중심값, $\bar{y}_{2_1}$, $\bar{y}_{2_2}$, $\bar{y}_{2_3}$: 태음인의 판별함수에 따른 중심값, $\bar{y}_{3_1}$, $\bar{y}_{3_2}$, $\bar{y}_{3_3}$: 소양인의 판별함수에 따른 중심값, $\bar{y}_{4_1}$, $\bar{y}_{4_2}$, $\bar{y}_{4_3}$: 소음인의 판별함수에 따른 중심값, d_1 : 피검사자의 판별점수와 태양인의 중심값 간의 거리, d_2 : 피검사자의 판별점수와 태음인의 중심값 간의 거리, d_3 : 피검사자의 판별점수와 소양인의 중심값 간의 거리, d_4 : 피검사자의 판별점수와 소음인의 중심값 간의 거리)

[0019] 상기 맥파특징은, 상기 미분된 맥파신호의 맥파형으로부터 얻어지는 일정시간 동안 상부 피크의 개수, 하부 피크의 개수, 각 피크의 크기, 및 맥파 전체 폭을 포함할 수 있다.

[0020] 상기 판별함수는 연령대별 판별함수를 가지고, 상기 판별점수를 산출하는 단계는, 피검사자의 연령을 입력받는 경우, 상기 입력된 피검사자의 연령에 대응하는 연령대별 판별함수에 기초하여 상기 판별점수를 산출할 수

있다.

[0021] 본 발명은 촌맥, 관맥 및 척맥의 맥파신호를 감지하는 맥파검출부, 상기 감지된 맥파신호를 미분하는 미분기와, 상기 감지된 맥파신호로부터 사상체질을 판별하는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 상기 미분된 맥파신호로부터 맥파특징을 추출하며, 상기 추출된 맥파특징 및 사상체질 판별함수에 기초하여 판별점수를 산출하고, 상기 산출된 판별점수와 기 설정된 사상체질별 판별함수의 중심값과의 거리를 산출하며, 상기 산출된 거리를 바탕으로 사상체질을 판별하는 사상체질판별장치를 제공하여 상기 목적을 달성한다.

[0022] 상기 맥파검출부는, 촌맥, 관맥 및 척맥에 밀착되는 진동센서를 포함하고, 상기 진동센서는 압전센서, 스트레인 게이지 또는 컨덴서 마이크일 수 있다.

발명의 효과

[0023] 상기한 바와 같이, 본 발명은 피검사자의 맥파신호를 바탕으로 검출된 맥파특징과 판별함수를 이용하여, 피검사자의 사상체질을 신속하고 정확하게 판별할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 사상체질 판별장치의 개략적인 블록선도이다.

도 2는 도 1의 사상체질 판별장치의 구성요소를 구체화한 블록선도이다.

도 3은 사상체질 판별장치가 맥파를 감지하는 위치를 도시한 것이다.

도 4는 측정된 맥파와 맥파의 미분 값을 도시한 그래프이다.

도 5a는 촌맥, 관맥, 척맥에서 측정한 미분된 맥파를 도시한 그래프이다.

도 5b는 도 5a의 A 부분을 확대하여 도시한 그래프이다.

도 6a, 6b는 사상체질 판별함수의 도출을 설명하기 위해, x_1 , x_2 좌표계에 피측정자의 맥파특징에 따라 표시한 그래프이다.

도 7은 판별함수와 중심값을 구하는 과정을 나타내는 순서도이다.

도 8는 피검사자의 사상체질 판별방법을 나타내는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 본 문서의 다양한 실시예가 첨부된 도면을 참조하여 기재된다. 그러나 이는 본 문서에 기재된 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 문서의 실시예의 다양한 변경(modifications), 균등물(equivalents), 및/또는 대체물(alternatives)을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다.

[0026] 본 문서에서 사용된 용어들은 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 다른 실시예의 범위를 한정하려는 의도가 아닐 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 용어들은 본 문서에 기재된 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가질 수 있다. 본 문서에 사용된 용어들 중 일반적인 사전에 정의된 용어들은, 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 동일 또는 유사한 의미로 해석될 수 있으며, 본 문서에서 명백하게 정의되지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 경우에 따라서, 본 문서에서 정의된 용어일지라도 본 문서의 실시예들을 배제하도록 해석될 수 없다.

[0027] 이하, 첨부된 도면을 참고하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 사상체질 판별장치와 사상체질 판별방법을 설명한다.

[0028] 도 1 및 도 2는 사상체질 판별장치의 블록선도이고, 도 3은 맥파를 감지하는 과정을 설명하는 도면이다.

[0029] 도 1 및 도 2를 참조하여, 사상체질 판별장치의 구성을 설명한다.

[0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 사상체질 판별장치의 개략적인 블록선도이다.

[0031] 도 1을 참조하면, 사상체질 판별장치는 맥파검출부(10)와 프로세서(20)를 포함한다. 맥파검출부(10)는 진동센서

(11)를 통하여 사람의 맥파를 감지하고, 감지된 맥파 신호를 프로세서(20)로 전달한다.

- [0032] 도 1에서, 프로세서(20)는 미분기(22), 맥파특징 추출부(26), 사상체질 판별부(27)로 구성된다. 전달된 맥파신호의 변화량을 나타내기 위하여 미분기(22)에서 맥파신호를 미분하고, 미분된 맥파신호로부터 맥파특징 추출부(26)는 맥파특징을 추출한다. 사상체질 판별부(27)는 추출된 맥파특징과 사상체질 판별함수에 기초하여 판별점수를 산출하고, 산출된 판별점수와 기 설정된 사상체질별 판별함수의 중심값과의 거리를 산출한다. 사상체질 판별부(27)는 사상체질별 판별함수의 중심값과의 거리를 비교하여 사상체질을 판별한다.
- [0033] 본 발명의 일 실시예에 따른 사상체질 판별장치의 구성을 도 2를 참조하여 구체적으로 살펴본다. 그리고, 도 2 내지 4를 참조하여 맥파 감지 과정을 설명한다.
- [0034] 도 2는 도 1의 사상체질 판별장치의 구성요소를 구체화한 블록선도이다.
- [0035] 도 2를 참조하면, 맥파검출부(10)는 진동센서(11), 가압밴드(12), 밸브(13), 및 공기압축기(14)로 구성된다.
- [0036] 진동센서(11)는 3개로 구성되고, 각각의 진동센서(11)는 촌맥, 관맥 및 척맥의 위치에 밀착시킨다. 진동센서(11)는 압전센서, 스트레인게이지 또는 컨덴서 마이크등과 같이 맥파를 감지할 수 있는 장치일 수 있다.
- [0037] 도 3은 맥파를 감지하기 위한 진동센서(11)의 위치를 도시한 것이다.
- [0038] 도 3을 참조하면, 진동센서(11)가 위치할 촌맥, 관맥 및 척맥의 위치를 알 수 있다. 진맥은 손목의 촌맥, 관맥과 척맥을 구별하여 이루어진다. 관맥은 손과 연결된 팔목의 끝 부분의 요골에서 안쪽에서 진맥된다. 촌맥은 관맥에서 손쪽으로 위치하는 곳에서 진맥되고, 척맥은 관맥에서 손으로부터 멀어지는 곳에서 진맥된다.
- [0039] 진동센서(11)가 각각의 맥에 밀착되기 위하여, 가압밴드(12)는 진동센서(11)가 위치한 손목을 감싼다. 이후, 가압밴드(12)는 공기압축기(14)로부터 압축된 공기를 제공받고, 가압밴드(12)는 진동센서(11)와 손목을 가압하여 밀착시킨다.
- [0040] 밸브(13)를 조절하여 가압밴드(12)의 압력은 감소되고, 3개의 진동센서(11)에 의해 감지되어 출력부(40)에 표시된 각각의 맥파가 일정한 크기에 도달하게 되면, 밸브(13)를 잠그고 맥파를 측정한다. 다수의 맥파특징을 얻기 위하여 맥파는 양손에서 측정될 수 있다.
- [0041] 맥파측정은 압력게이지(미도시)를 설치하여 설정된 압력까지 가압한 후, 밸브(13)를 풀어 특정한 압력에서 맥파를 측정할 수 있고, 압력게이지와 밸브(13)를 제어부가 포함된 프로세서(20)에 연결하여 맥파측정을 자동화하는 것도 가능하다.
- [0042] 상기 과정을 통하여 감지된 맥파신호는 차동증폭기(21), 미분기(22), 주파수 3배기(23), 아날로그/디지털 변환기(24)를 거쳐서 맥파신호를 변환시킨다.
- [0043] 차동증폭기(21)는 맥파신호의 노이즈 제거를 위하여 사용된다. 노이즈는 일반적으로 고주파 신호에 해당하므로, 차동증폭기(21) 대신 저역통과필터(LPF)를 이용하여 노이즈가 제거될 수 있다.
- [0044] 노이즈가 제거된 맥파신호를 전송받아, 미분기(22)는 맥파신호를 미분하여 맥파신호의 시간에 따른 변화를 나타낸다. 일반적으로, 맥파의 피크 점은 심장의 수축과 이완과에 의해서 측정되므로 두 개로 측정된다. 맥파특징을 강조하고, 세분화하기 위하여 미분기(22)는 맥파신호를 미분한다.
- [0045] 도 4를 참조하여, 도 4는 측정된 맥파와 맥파의 미분 값을 도시한 그래프이다.
- [0046] 도 4를 참조하면, 추출된 맥파신호의 경우에는 한 주기내에서 상부 피크 점(P_A)이 2개가 존재하는 것을 알 수 있다. 맥파신호를 미분한 맥파의 변화량을 살펴보면, 미분된 맥파신호는 맥파신호의 기울기의 증감을 나타내므로 보다 많은 피크점을 가지고, 미분된 맥파신호는 맥파특징을 추출하기 용이하다.
- [0047] 필요에 따라, 더 많은 맥파특징을 추출하기 위해 2차 미분, 3차 미분을 할 수 있다. 연산증폭기는 미분기(22)와 차동증폭기(21)를 대신할 수 있다.
- [0048] 주파수 3배기(23)는 맥파의 주파수를 3배 증가시키는 역할을 하는 장치로서, 맥파의 특징을 부각시키기 위하여 사용된다. 본 발명의 실시예에서는 주파수 3배기를 사용하였지만, 맥파의 주파수를 정수배 증가시키는 주파수 체배기를 이용할 수 있다. 주파수 3배기를 사용하면, 주파수가 증가되어 동일시간에 전달된 맥파형이 증가하므로 더 많은 정보를 획득할 수 있다.
- [0049] 상기의 과정을 거친 맥파신호는 아날로그신호이므로, 프로세서(20)에서 처리하도록 아날로그 신호인 맥파신호를

디지털 신호로 변환시킬 필요가 있다. 따라서, 맥파신호는 아날로그/디지털 변환기(24)(ADC: Analog-Digital Converter)를 이용하여 디지털 신호로 변환한다.

- [0050] 디지털 신호로 변환된 맥파신호는 프로세서(20)로 전달되고, 프로세서(20)내의 맥파신호 처리부(25)는 맥파신호를 이용하여 맥파형(pulse wave)으로 전환하고, 출력부(40)로 전달하여 맥파형을 확인할 수 있다.
- [0051] 맥파형을 바탕으로 맥파특징 추출부(26)에서 다양한 맥파특징을 추출할 수 있다. 맥파특징 추출부(26)는 맥파형에서 맥파의 특징인 촌, 관, 척 맥들의 상부 피크수, 하부 피크수, 각 피크의 크기, 각 피크의 반치폭, 각 피크 간 거리, 맥파 전체의 폭 등을 추출한다.
- [0052] 사상체질 판별부(27)에서는 각 맥들로부터 추출된 맥파특징을 바탕으로 사상체질을 판별한다. 사상체질 판별부(27)에서는 판별함수와 사상체질별로 판별함수에 따른 중심값을 가지거나 판별함수와 사상체질별로 판별함수에 따른 중심값을 입력받을 수 있다.
- [0053] 판별점수는 맥파특징으로 이루어진 판별변수를 판별함수에 입력하여 산출된다. 사상체질 판별부(27)는 판별점수와 기 설정된 사상체질별 판별함수의 중심값과의 거리를 산출하고, 가장 근접한 거리를 가지는 사상체질을 피검사자의 사상체질로 판별하고, 출력부를 통하여 나타낸다.
- [0054] 출력부(40)는 맥파신호 처리부(25)를 통하여 맥파형을 나타내고, 사상체질 판별부(27)에서 최종적으로 판단된 사상체질을 나타낸다. 또한, 출력부(40)는 추가로 피검사자의 정보나, 체질에 따른 음식, 운동, 의학정보와 같은 정보를 제공할 수 있다.
- [0055] 출력부(40)는 출력물을 생성하는 장치이거나, 디스플레이부를 가지는 장치일 수 있다.
- [0056] 또한, 입력부(30)는 피검사자의 연령, 성별을 입력받을 수 있다. 사상체질 판별장치는 사상체질 판별의 정확도를 높이기 위해서, 피검사자의 정보를 바탕으로 연령, 성별에 따라 판별함수를 다르게 설정할 수 있다.
- [0057] 이하, 사상체질 판별장치의 동작을 설명한다.
- [0058] 연령과 성별 등에 따른 판별함수가 사상체질 판별부(27)에 저장되어 있는 경우, 피검사자의 연령과 성별 등은 입력부(30)를 통하여 프로세서로 입력된다.
- [0059] 진동센서(11)는 피검사자의 손목의 촌맥, 관맥, 척맥에 위치한다. 가압밴드(12)는 진동센서(11)를 감싸고, 가압밴드(12)에 연결된 공기압축기(14)는 압축공기를 가압밴드(12)로 주입한다. 진동센서(11)는 압축공기가 주입된 가압밴드(12)에 의해 각각의 맥에 고정된다. 밸브(13)를 통하여, 일정한 압력을 만들고, 일정한 압력에서 맥파검출부(10)는 맥파를 측정하게 된다.
- [0060] 각각의 촌맥, 관맥 및 척맥에서 측정된 맥파신호들은 차동증폭기(21), 미분기(22), 주파수 3배기(23)를 통과하면서 맥파특징 추출이 용이하도록 변환된다. 이후, 맥파신호는 아날로그/ 디지털 변환기(24)를 통하여 디지털 신호로 변환되어 제어부(28)로 전송된다. 전송된 맥파신호는 맥파신호 처리부(25)에서 맥파형을 형성한다. 맥파형은 맥파신호 처리부(25)에서 출력부(40)를 통하여 출력되거나 디스플레이될 수 있다.
- [0061] 그래프로 형성된 맥파형을 바탕으로 맥파특징 추출부(26)는 판별함수의 변수에 해당하는 맥파특징을 추출한다. 추출된 맥파특징은 사상체질 판별부(27)로 전송된다.
- [0062] 사상체질 판별부(27)는 판별함수를 이용하여, 피검사자의 판별점수를 산출한다. 사상체질 판별부(27)는 미리 저장된 사상체질별 판별함수의 중심값과의 거리를 구한다. 상기와 같이 구해진 거리를 바탕으로 사상체질 판별부(27)는 최근접 거리를 가지는 사상체질을 피검사자의 사상체질로 판별하고, 판별결과는 출력부(40)를 통하여 출력되거나 디스플레이된다.
- [0063] 이하에서, 본 발명의 일 실시예에 따른 사상체질 판별방법은 첨부된 도면을 바탕으로 설명한다.
- [0064] 사상체질 판별장치는 사상체질 판별을 위하여, 본인의 사상체질을 이미 알고 있거나, 결정된 사람들에 대하여 맥파를 측정하여, 맥파특징을 추출한다. 판별함수는 추출된 맥파특징을 변수로하여 산출되고, 사상체질 판별부(27)에 입력된다. 판별함수의 중심값은 사상체질별로 산출되고, 중심값은 사상체질 판별부(27)에 입력된다.
- [0065] 이후, 사상체질 판별장치는 체질을 모르는 피검사자를 대상으로 맥파검출부(10)에서 맥파를 측정하여 맥파특징 추출부(26)에서 맥파특징을 추출하고, 사상체질 판별부(27)에서 판별함수와 중심값을 이용하여 사상체질을 판별한다.
- [0066] 도 5a, b 내지 도 6a, 6b를 참조하여, 각각의 맥파특징과 맥파특징을 이용하여 판별함수와 중심값을 구하는 과

정을 설명한다.

- [0067] 도 5a 및 도 5b를 참조하여, 각각의 맥파특징을 살펴본다.
- [0068] 도 5a는 좌 손목의 촌맥, 관맥, 척맥을 동시에 3주기씩 측정해서 얻어진 맥파들을 도시한 파형그래프이다.
- [0069] 좌 손목의 요골동맥의 촌맥, 관맥, 척맥 부위에 진동센서로 콘덴서 마이크로폰 센서를 부착하여 얻어진 신호를 연산증폭기로 증폭하여 얻은 촌맥, 관맥, 척맥의 맥파는 도 5a와 같다.
- [0070] 진동센서(11)로 커패시턴스를 갖는 용량형 마이크로폰 센서를 이용하는 경우, 센서의 커패시턴스 성분과 맥파 측정시스템의 저항 성분으로 인해 미분회로가 구성될 수 있다. 이 경우, 측정된 맥파는 일반적인 맥파가 아닌 미분(가속도) 맥파로 구성된다. 한 주기 맥파 전체의 폭은 한 주기와 동일하므로, W_p 로 구해진다.
- [0071] 도 5b는 도 5a에서 나타난 촌맥의 한 주기에서 피크 밀집지역(A)을 확대하여 도시한 파형그래프이다.
- [0072] 도 5b를 참조하면, 좌 손목 촌맥의 한 주기내의 피크는 P_{cu1} , P_{cu2} , P_{cu3} , P_{cu4} , P_{cd1} , P_{cd2} , P_{cd3} , P_{cd4} , P_{cd5} 로 표시되어 있다. 이 중 상부 피크는 P_{cu1} , P_{cu2} , P_{cu3} , P_{cu4} 로, 상부 피크의 개수는 4개이다. 또한 이 중 하부 피크는 P_{cd1} , P_{cd2} , P_{cd3} , P_{cd4} , P_{cd5} 로, 하부 피크의 개수는 5개이다.
- [0073] 피크의 크기는 상부 제1 피크(P_{cu1})의 경우, 피크 봉우리에서의 값 A_1 이고, 상부 제2 피크(P_{cu2})의 경우에는 피크 봉우리에서의 값 A_2 이며, 상부 제3 피크(P_{cu3})의 경우에는 피크 봉우리에서의 값 A_3 이며, 상부 제4 피크(P_{cu4})의 경우에는 피크 봉우리에서의 값 A_4 이다. 상부 피크의 경우에만 설명을 하였으나, 하부 피크의 경우에도 동일하게 피크의 크기를 구할 수 있다.
- [0074] 각 피크 간의 거리는 상부 제1 및 제2 피크(P_{cu1} , P_{cu2}) 간의 거리인 dp_{12} 이다. 이러한 방법으로 상부 제2 및 제2 피크 간의 거리 등 각각의 피크 간의 거리가 도출된다.
- [0075] 각 피크의 반치폭은 상부 제1 피크(P_{cu1})를 기준으로 설명하면, 제1 피크의 크기(A_1)의 반에 해당하는 값인 $A_1/2$ 를 가지는 제1 피크의 영역의 폭인 W_h 이다.
- [0076] 상기와 같은 방법으로 좌 관맥 및 척맥과 우 촌맥, 관맥 및 척맥에 대해서도 동일하게 상하부 피크의 개수, 크기, 피크간 거리, 피크의 반치폭, 한 주기 맥파 전체의 폭을 구할 수 있다.
- [0077] 상기와 같이 미분된 맥파신호의 맥파형으로부터 다양한 맥파특징을 추출할 수 있고, 맥파특징을 판별변수(x_1 , x_2 , $\dots$, x_p)로 하여 판별함수를 산출할 수 있다.
- [0078] 판별함수를 구하는 과정은 도 6a, 도 6b를 기초로 설명한다.
- [0079] 도 6a와 도 6b는 맥파 특징 데이터들을 임의의 직선에 정사영시키는 과정을 도시한 그래프를 나타낸다.
- [0080] 판별함수를 구하는 과정을 개략적으로 설명하기 위하여, 두 종류의 체질을 갖는 사람으로부터 획득한, 두 종류의 맥파특징을 이용하여 판별함수 구하는 과정을 설명한다.
- [0081] 도 6a와 도 6b를 참조하면, 체질 G_1 (예를 들면 소음), 체질 G_2 (예를 들면 태음)를 가지는 사람들은 이 사람들로부터 측정한 맥파로부터 추출한 2종류의 특징(예를 들면 상부 피크수 = x_1 , 최대 상부 피크 크기 = x_2) 데이터들 가진다. x_1 과 x_2 는 해당 맥파특징을 가지는 판별변수를 나타내고, G_1 , G_2 체질에 대하여 그래프로 나타낸 것이 도 6a이다.
- [0082] 체질을 분류하는 방법은 도 6a와 같이 각각의 맥파특징들을 임의의 직선에 정사영하는 방법이 있다. 도 6a와 도 6b를 비교하면, 도 6b의 직선으로 맥파특징들을 정사영하는 것이 체질간의 겹치는 영역이 없이 잘 분리가 되는 것을 알 수 있다. 도 6a는 직선에 정사영된 G_1 체질의 맥파특징과 G_2 체질의 맥파특징이 겹치는 부분이 존재하여, 체질은 분류되기 어렵지만, 도 6b는 직선 Y에 정사영된 G_1 체질의 맥파특징과 G_2 체질의 맥파특징이 겹치지 않으므로, 체질을 분류하기 용이하다.
- [0083] 각각의 맥파특징을 나타내는 점들을 직선에 정사영할 때, 각각의 체질이 가장 잘 분리되는 직선을 선형판별함수로 정한다. 두 체질 간의 맥파특징의 분산 대 체질 내의 맥파특징의 분산의 비가 큰 경우가 이에 해당한다.

[0084] 체질 G_1 , G_2 의 맥파특징의 평균값을 가지는 평균벡터를 각각 $\overline{\mathbf{x}}_1$, $\overline{\mathbf{x}}_2$ 라고 하고, $\overline{\mathbf{x}}_1$, $\overline{\mathbf{x}}_2$ 를 직선 Y 에 정사영 한 것을 각각 μ_{1y} , μ_{2y} 라고 정의한다. 정사영된 두 체질간의 분산은 도 6b에서 표시된 v_{12} 이고, v_{12} 는 $(\mu_{1y} - \mu_{2y})^2$ 으로 나타낼 수 있다. 직선 Y 에 정사영된 맥파특징들 중에 체질 G_1 , G_2 내의 분산을 각각 $v_1 = \sigma_{1y}^2$, $v_2 = \sigma_{2y}^2$ 로 나타낼 수 있다. 체질 내의 분산은 각 체질별 분산을 더한 $\sigma_{1y}^2 + \sigma_{2y}^2 = \sigma_y^2$ 이라고 표현할 수 있다.

[0085] 두 체질 간의 분산 대 체질 내의 분산의 비 $J(a)$ 는 아래와 같이 표현할 수 있다.

[0086]

$$\frac{\text{두 체질간분산}}{\text{체질내분산}} = J(a) = \frac{(\mu_{1y} - \mu_{2y})^2}{\sigma_y^2}$$

[0087] $J(a)$ 값이 최대인 직선 Y 가 선형판별함수가 된다.

[0088] 아래에서, $J(a)$ 가 최대인 직선 Y 에 해당하는 선형판별함수를 구하는 과정을 설명한다.

[0089] 체질 G_1 에 속하는 n_1 명의 사람들로 부터 측정된 2종류의 맥파특징(상부 피크 수, 최대 상부 피크 크기)은 $\mathbf{X}_1$ 이고, 아래와 같이 표시된다.

[0090]

$$\mathbf{X}_1 = \begin{bmatrix} X_{111} & X_{112} & \cdots & X_{11n_1} \\ X_{121} & X_{122} & \cdots & X_{12n_1} \end{bmatrix}$$

[0091] 체질 G_2 에 속하는 n_2 명의 사람들로 부터 측정된 2종류의 맥파특징은 $\mathbf{X}_2$ 이고, 아래와 같이 표시된다.

[0092]

$$\mathbf{X}_2 = \begin{bmatrix} X_{211} & X_{212} & \cdots & X_{21n_2} \\ X_{221} & X_{222} & \cdots & X_{22n_2} \end{bmatrix}$$

[0093] x_1 , x_2 좌표계 상의 한 점 P 의 좌표는 $\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$ 라고 하고, 직선 Y (선형판별함수) 위에 점 P 를 정사영하기 위한 변환벡터는 $\mathbf{a} = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix}$ 라고 하면, 판별함수는 $Y = \mathbf{a}^T \mathbf{x}$ 라고 쓸 수 있다.

[0094] 위의 맥파특징들에 대하여 두 체질 G_1 과 G_2 의 평균벡터가 각각 $\overline{\mathbf{x}}_1$ 와 $\overline{\mathbf{x}}_2$ 이며, 합동공분산행렬이 S_{pl} 이면, 직선 Y 에 정사영된 체질 G_1 과 G_2 의 기대값(평균) μ_{1y} 와 μ_{2y} , 분산 $\sigma_y^2 = \sigma_{1y}^2 + \sigma_{2y}^2$ 은 다음으로 주어진다.

[0095]

$$\mu_{1y} = E(Y | G_1) = \mathbf{a}^T \overline{\mathbf{x}}_1$$

[0096]

$$\mu_{2y} = E(Y | G_2) = \mathbf{a}^T \overline{\mathbf{x}}_2$$

[0097]

$$\sigma_y^2 = \text{Var}(Y) = \text{Var}(\mathbf{a}^T \mathbf{x}) = \mathbf{a}^T S_{pl} \mathbf{a}$$

[0098] ($\text{Var}(Y)$: Y 에 대한 분산)

[0099] 두 체질간 분산 대 체질 내 분산 비를 나타내는 식과 상기 식들을 기초로 아래의 식이 도출된다.

[0100]

$$\frac{\text{두 체질간 분산}}{\text{체질 내 분산}} = J(a) = \frac{(\mu_{1y} - \mu_{2y})^2}{\sigma_y^2} = \frac{(\mathbf{a}^T \overline{\mathbf{x}}_1 - \mathbf{a}^T \overline{\mathbf{x}}_2)^2}{\mathbf{a}^T S_{pl} \mathbf{a}} = \frac{\mathbf{a}^T (\overline{\mathbf{x}}_1 - \overline{\mathbf{x}}_2)(\overline{\mathbf{x}}_1 - \overline{\mathbf{x}}_2)^T \mathbf{a}}{\mathbf{a}^T S_{pl} \mathbf{a}}$$

[0101] $J(a)$ 값이 최대가 되는 변환벡터 $\mathbf{a}$ 는 최대화정리(maximization lemma)를 바탕으로 아래와 같이 나타난다.

$$\mathbf{a} = c\mathbf{S}_{pl}^{-1}(\overline{\mathbf{x}}_1 - \overline{\mathbf{x}}_2) \quad (c: 임의의\ 계수)$$

c 가 1일 때, 선형판별함수 Y 는 아래와 같다.

$$y = \mathbf{a}^T \mathbf{x} = (\overline{\mathbf{x}}_1 - \overline{\mathbf{x}}_2)^T \mathbf{S}_{pl}^{-1} \mathbf{x}$$

여기서 두 체질 G_1 과 G_2 의 평균벡터 $\overline{\mathbf{x}}_1$ 과 $\overline{\mathbf{x}}_2$ 와 합동공분산행렬 $\mathbf{S}_{pl}$ 은 아래와 같다.

$$\overline{\mathbf{x}}_1 = \begin{bmatrix} \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} X_{11i} \\ \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} X_{12i} \end{bmatrix}$$

$$\overline{\mathbf{x}}_2 = \begin{bmatrix} \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} X_{21i} \\ \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} X_{22i} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{S}_{pl} = \left[\frac{(n_1 - 1)}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)} \right] \mathbf{S}_1 + \left[\frac{(n_2 - 1)}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)} \right] \mathbf{S}_2 = \frac{(n_1 - 1)\mathbf{S}_1 + (n_2 - 1)\mathbf{S}_2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$\mathbf{S}_1 = \begin{bmatrix} \frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^{n_1} (X_{11i} - \overline{x}_1) (X_{11i} - \overline{x}_1)^T & \frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^{n_1} (X_{11i} - \overline{x}_1) (X_{12i} - \overline{x}_1)^T \\ \frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^{n_1} (X_{12i} - \overline{x}_1) (X_{11i} - \overline{x}_1)^T & \frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^{n_1} (X_{12i} - \overline{x}_1) (X_{12i} - \overline{x}_1)^T \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{S}_2 = \begin{bmatrix} \frac{1}{n_2 - 1} \sum_{i=1}^{n_2} (X_{21i} - \overline{x}_2) (X_{21i} - \overline{x}_2)^T & \frac{1}{n_2 - 1} \sum_{i=1}^{n_2} (X_{21i} - \overline{x}_2) (X_{22i} - \overline{x}_2)^T \\ \frac{1}{n_2 - 1} \sum_{i=1}^{n_2} (X_{22i} - \overline{x}_2) (X_{21i} - \overline{x}_2)^T & \frac{1}{n_2 - 1} \sum_{i=1}^{n_2} (X_{22i} - \overline{x}_2) (X_{22i} - \overline{x}_2)^T \end{bmatrix}$$

여기서 $\mathbf{S}_1$, $\mathbf{S}_2$ 는 각각 체질 G_1 과 G_2 데이터의 공분산행렬이다.

각 체질 G_1 (소음) 과 체질 G_2 (태음)의 정사영된 중심값 $\overline{y}_1$, $\overline{y}_2$ 는 아래와 같다.

$$\overline{y}_1 = \mathbf{a}^T \overline{\mathbf{x}}_1 = (\overline{\mathbf{x}}_1 - \overline{\mathbf{x}}_2)^T \mathbf{S}_{pl}^{-1} \overline{\mathbf{x}}_1$$

$$\overline{y}_2 = \mathbf{a}^T \overline{\mathbf{x}}_2 = (\overline{\mathbf{x}}_1 - \overline{\mathbf{x}}_2)^T \mathbf{S}_{pl}^{-1} \overline{\mathbf{x}}_2$$

[0115] 체질을 모르는 새로운 맥파특성 $\mathbf{x}_0$ 에 대해 판별함수 값은 아래와 같다.

$$[0116] \quad y_0 = (\bar{\mathbf{x}}_1 - \bar{\mathbf{x}}_2)^T \mathbf{S}_{pl}^{-1} \mathbf{x}_0$$

[0117] 이때 판별함수 값(판별점수) y_0 와 두 체질의 중심값 $\bar{y}_1$, $\bar{y}_2$ 와의 거리,

$$[0118] \quad d_1 = \sqrt{(y_0 - \bar{y}_1)^2}, \quad d_2 = \sqrt{(y_0 - \bar{y}_2)^2}$$

[0119] 를 계산한 후, $d_1 < d_2$ 이면 $\mathbf{x}_0$ 가 체질 G_1 에 속하고, $d_1 > d_2$ 이면 $\mathbf{x}_0$ 가 체질 G_2 에 속한다.

[0120] 상기와 같이 사상체질을 아는 사람으로부터 획득한 맥파특성으로부터 사상체질판별함수를 구하고, 이후, 사상체질을 모르는 사람의 맥파특성을 이용하여 사상체질을 판별할 수 있다.

[0121] 네 체질 G_1 , G_2 , G_3 , G_4 를 분류할 때에는 (1)식의 분자인 체질간 분산에는 체질간 제곱 합 행렬 $\mathbf{B}$ 를 사용하고, 분모인 체질 내 분산에는 체질내 제곱 합 행렬 $\mathbf{E}$ 를 사용하여 (1)을 다음과 같이 변형할 수 있다.

$$[0122] \quad F = \frac{\mathbf{a}^T \mathbf{B} \mathbf{a}}{\mathbf{a}^T \mathbf{E} \mathbf{a}}$$

[0123] 체질간 제곱 합 행렬 $\mathbf{B}$ 는 아래와 같다.

$$[0124] \quad \mathbf{B} = n_1(\bar{\mathbf{x}}_1 - \bar{\mathbf{x}})(\bar{\mathbf{x}}_1 - \bar{\mathbf{x}})^T + n_2(\bar{\mathbf{x}}_2 - \bar{\mathbf{x}})(\bar{\mathbf{x}}_2 - \bar{\mathbf{x}})^T + n_3(\bar{\mathbf{x}}_3 - \bar{\mathbf{x}})(\bar{\mathbf{x}}_3 - \bar{\mathbf{x}})^T + n_4(\bar{\mathbf{x}}_4 - \bar{\mathbf{x}})(\bar{\mathbf{x}}_4 - \bar{\mathbf{x}})^T$$

[0125] 여기서 $\bar{\mathbf{x}}_1$, $\bar{\mathbf{x}}_2$, $\bar{\mathbf{x}}_3$, $\bar{\mathbf{x}}_4$ 는 각각 체질 G_1 , G_2 , G_3 , G_4 의 평균벡터이며, $\bar{\mathbf{x}}$ 는 전체 체질의 평균벡터이다.

[0126] 그룹내 제곱 합 행렬 $\mathbf{E}$ 는 다음과 같다.

$$[0127] \quad \mathbf{E} = (n_1 - 1)\mathbf{S}_1 + (n_2 - 1)\mathbf{S}_2 + (n_3 - 1)\mathbf{S}_3 + (n_4 - 1)\mathbf{S}_4$$

[0128] 여기서 $\mathbf{S}_1$, $\mathbf{S}_2$, $\mathbf{S}_3$, $\mathbf{S}_4$ 는 각각 체질 G_1 , G_2 , G_3 , G_4 데이터의 공분산행렬이다.

[0129] F 를 최대로 하는 $\mathbf{a}$ 는 $\mathbf{E}^{-1}\mathbf{B}$ 의 최대 고유값 λ_1 에 해당하는 고유벡터 $\mathbf{a}_1$ 이고 이 때의 F 값은 λ_1 이다. 그러므로 판별함수는 $Y_1 = \mathbf{a}_1^T \mathbf{x}$ 는 체질 평균들의 차이를 가장 크게 해주는 즉 체질을 구별해주는 함수이다. $\mathbf{E}^{-1}\mathbf{B}$ 는 λ_1 을 포함하여 3개의 고유값 λ_1 , λ_2 , λ_3 와 이에 해당하는 고유벡터 $\mathbf{a}_1$, $\mathbf{a}_2$, $\mathbf{a}_3$ 를 가지므로, 3개의 판별함수 $Y_1 = \mathbf{a}_1^T \mathbf{x}$, $Y_2 = \mathbf{a}_2^T \mathbf{x}$, $Y_3 = \mathbf{a}_3^T \mathbf{x}$ 가 얻어지며, 이 판별함수들은 각 체질의 평균(중심값) $\bar{y}_1$, $\bar{y}_2$, $\bar{y}_3$, $\bar{y}_4$ 의 차이가 크게 나도록 해주는 차원 또는 방향을 가진다.

[0130] 판별함수 Y_1 , Y_2 , Y_3 에 의한 체질 G_1 의 평균값(중심값)을 $\bar{y}_{1_1}$, $\bar{y}_{1_2}$, $\bar{y}_{1_3}$ 라고 하고, 판별함수 Y_1 , Y_2 , Y_3 에 의한 체질 G_2 의 평균값(중심값)을 $\bar{y}_{2_1}$, $\bar{y}_{2_2}$, $\bar{y}_{2_3}$ 라고 하고, 판별함수 Y_1 , Y_2 , Y_3 에 의한 체질 G_3 의 평균값(중심값)을 $\bar{y}_{3_1}$, $\bar{y}_{3_2}$, $\bar{y}_{3_3}$ 라고 하고, 판별함수 Y_1 , Y_2 , Y_3 에 의한 체질 G_4 의 평균값(중심값)을 $\bar{y}_{4_1}$, $\bar{y}_{4_2}$, $\bar{y}_{4_3}$ 라고 하면, 이것들은 다음의 식으로 주어진다.

$$[0131] \quad \bar{y}_{1_1} = \mathbf{a}_1^T \bar{\mathbf{x}}_1, \quad \bar{y}_{1_2} = \mathbf{a}_2^T \bar{\mathbf{x}}_1, \quad \bar{y}_{1_3} = \mathbf{a}_3^T \bar{\mathbf{x}}_1,$$

$$[0132] \quad \bar{y}_{2_1} = \mathbf{a}_1^T \bar{\mathbf{x}}_2, \quad \bar{y}_{2_2} = \mathbf{a}_2^T \bar{\mathbf{x}}_2, \quad \bar{y}_{2_3} = \mathbf{a}_3^T \bar{\mathbf{x}}_2,$$

$$[0133] \quad \bar{y}_{3_1} = \mathbf{a}_1^T \bar{\mathbf{x}}_3, \quad \bar{y}_{3_2} = \mathbf{a}_2^T \bar{\mathbf{x}}_3, \quad \bar{y}_{3_3} = \mathbf{a}_3^T \bar{\mathbf{x}}_3,$$

[0134] $\overline{y_{4_1}} = \mathbf{a}_1^T \overline{\mathbf{x}_4}, \overline{y_{4_2}} = \mathbf{a}_2^T \overline{\mathbf{x}_4}, \overline{y_{4_3}} = \mathbf{a}_3^T \overline{\mathbf{x}_4},$

[0135] 체질을 모르는 피검자의 새로운 맥파특성 $\mathbf{x}_0$ 에 대해 판별함수 Y_1, Y_2, Y_3 에 의한 값(판별점수)를 $y_{0_1}, y_{0_2}, y_{0_3}$ 라고 하면 $y_{0_1} = \mathbf{a}_1^T \mathbf{x}_0, y_{0_2} = \mathbf{a}_2^T \mathbf{x}_0, y_{0_3} = \mathbf{a}_3^T \mathbf{x}_0$ 이며 판별 규칙은 아래 식으로 나타내는 판별함수 Y_1, Y_2, Y_3 에 대한 사상체질별 중심값과 피검사자의 판별점수간 거리 중 가장 근접한 사상체질의 중심값에 해당하는 사상체질이 피검사자의 사상체질로 판별된다.

[0136] $d_1 = \sqrt{(y_{0_1} - \overline{y_{1_1}})^2} + \sqrt{(y_{0_2} - \overline{y_{1_2}})^2} + \sqrt{(y_{0_3} - \overline{y_{1_3}})^2}$

[0137] $d_2 = \sqrt{(y_{0_1} - \overline{y_{2_1}})^2} + \sqrt{(y_{0_2} - \overline{y_{2_2}})^2} + \sqrt{(y_{0_3} - \overline{y_{2_3}})^2}$

[0138] $d_3 = \sqrt{(y_{0_1} - \overline{y_{3_1}})^2} + \sqrt{(y_{0_2} - \overline{y_{3_2}})^2} + \sqrt{(y_{0_3} - \overline{y_{3_3}})^2}$

[0139] $d_4 = \sqrt{(y_{0_1} - \overline{y_{4_1}})^2} + \sqrt{(y_{0_2} - \overline{y_{4_2}})^2} + \sqrt{(y_{0_3} - \overline{y_{4_3}})^2}$

[0140] 예를 들면 d_1, d_2, d_3, d_4 중에서 d_2 가 가장 작으면 피검자의 체질은 G_2 이다.

[0141] 즉, 판별함수는 체질의 종류가 4종류이므로, 체질을 4종류로 분류하기 위해서는 최소 3개의 판별함수가 필요하다.

[0142] 이상에서는, 이해를 돕기 위하여 두 체질, 2종류의 맥파 특징 데이터에 대하여 선형판별함수를 구했으나, 맥파의 특징 데이터의 종류를 일반화하여 k종류, 체질은 두 체질의 경우에 대하여 선형판별함수를 구하는 과정도 다 음과 같이, 두 체질, 2종류의 경우와 유사하다.

[0143] $x_1, x_2, \dots, x_p$ 좌표계 상의 한 점 P의 좌표는 아래와 같다.

[0144] $\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_p \end{bmatrix}$

[0145] 사상체질판별함수 Y와 사상체질판별함수 Y 위에 점 P를 정사영하기 위한 변환벡터는 아래와 같다.

[0146] $\mathbf{a} = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_k \end{bmatrix}, \mathbf{y} = \mathbf{a}^T \mathbf{x}$

[0147] 판별함수는 $Y = a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_p x_p$ 로 표현되고, 계산 과정은 상술한 2개의 맥파특징을 변수로 하여 계산한 경우와 유사하다.

[0148] 상기 방법으로 획득한 사상체질 판별함수를 이용하여 체질 G_1 과 G_2 를 분류하는 방법은 예시를 들어 아래에서 설명한다.

[0149] 체질 G_1 과 체질 G_2 를 갖는 사람 각각 3명의 맥파를 측정하여 추출한 특징이 표 1과 같다. 표 1은 체질을 알고 있는 사람들의 맥파 특징 데이터와 체질을 모르는 사람의 맥파 특징 데이터를 아래와 같이 나타낸다.

표 1

[0150]

체질	G_1	G_1	G_1	G_2	G_2	G_2	모름
상부 피크수	1	1	2	3	4	3	3

최대 상부 피크 크기	5	3	4	5	7	8	6
-------------	---	---	---	---	---	---	---

[0151] 체질 G_1 에 속하는 3명의 사람들로부터 측정된 2종류의 맥파특징은 $\mathbf{X}_1$ 이고, 아래와 같이 표시된다.

[0152]
$$\mathbf{X}_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 5 & 3 & 4 \end{bmatrix}$$

[0153] 체질 G_2 에 속하는 3명의 사람들로부터 측정된 2종류의 맥파특징은 $\mathbf{X}_2$ 이고, 아래와 같이 표시된다.

[0154]
$$\mathbf{X}_2 = \begin{bmatrix} 3 & 4 & 3 \\ 5 & 7 & 8 \end{bmatrix}$$

[0155] 체질을 알고 있는 사람의 맥파특징으로부터 사상체질판별함수를 구하는 과정을 아래에서 설명한다.

[0156] 각 체질의 평균벡터, 공분산행렬 및 합동공분산행렬은 아래와 같이 산출된다.

[0157]
$$\bar{\mathbf{x}}_1 = \begin{bmatrix} 1.33 \\ 4.00 \end{bmatrix}$$

[0158]
$$\bar{\mathbf{x}}_2 = \begin{bmatrix} 3.33 \\ 6.76 \end{bmatrix}$$

[0159]
$$\mathbf{S}_1 = \begin{bmatrix} 0.333 & 0.000 \\ 0.000 & 1.00 \end{bmatrix}$$

[0160]
$$\mathbf{S}_2 = \begin{bmatrix} 0.333 & 1.67 \\ 1.67 & 2.33 \end{bmatrix}$$

[0161]
$$\mathbf{S}_{pl} = \begin{bmatrix} 0.333 & 0.0833 \\ 0.0833 & 1.667 \end{bmatrix}, \mathbf{S}_{pl}^{-1} = \begin{bmatrix} 3.04 & -0.152 \\ -0.152 & 0.608 \end{bmatrix}$$

[0162] 상기의 평균벡터, 공분산행렬 및 합동공분산행렬로부터 선형판별함수는 아래와 같이 산출된다.

[0163]
$$\mathbf{Y} = \mathbf{a}^T \mathbf{x} = (\bar{\mathbf{x}}_1 - \bar{\mathbf{x}}_2)^T \mathbf{S}_{pl}^{-1} \mathbf{x} = [1.33 - 3.33 \quad 4.00 - 6.76] \begin{bmatrix} 3.04 & -0.152 \\ -0.152 & 0.608 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

[0164]
$$= [-5.67 \quad -1.32] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = -5.67x_1 - 1.32x_2$$

[0165] 체질 G_1 과 G_2 의 평균점(중심값) $\bar{y}_1$, $\bar{y}_2$ 는 아래와 같이 산출된다.

[0166]
$$\bar{y}_1 = \mathbf{a}^T \bar{\mathbf{x}}_1 = [-5.67 \quad -1.32] \begin{bmatrix} 1.33 \\ 4.00 \end{bmatrix} = -12.8$$

[0167]
$$\bar{y}_2 = \mathbf{a}^T \bar{\mathbf{x}}_2 = [-5.67 \quad -1.32] \begin{bmatrix} 3.33 \\ 6.76 \end{bmatrix} = -27.7$$

[0168] 체질을 모르는 사람의 맥파특성 $\mathbf{x}_0$ 에 관한 판별점수 y_0 는 아래와 같이 산출된다.

[0169]
$$y_0 = (\bar{\mathbf{x}}_1 - \bar{\mathbf{x}}_2)^T \mathbf{S}_{pl}^{-1} \mathbf{x}_0 = \mathbf{a}^T \mathbf{x}_0 = [-5.67 \quad -1.32] \begin{bmatrix} 3 \\ 6 \end{bmatrix} = -24.9$$

[0170] $\sqrt{(y_0 - \bar{y}_1)^2} = 12.1 > \sqrt{(y_0 - \bar{y}_2)^2} = 2.8$ 이므로 $\mathbf{x}_0$ 가 G_2 에 속한다. 따라서, 피검사자의 체질은 G_2 이다.

[0171] 상기와 같은 방법으로 사상체질을 구별하는 제1, 제2 및 제3 판별함수 Y_1 , Y_2 , Y_3 는 산출될 수 있다.

[0172] 도 7은 판별함수와 중심값을 구하는 과정을 나타내는 순서도이다.

[0173] 도 7을 참조하면, 판별함수와 중심값을 구하는 과정은, 사상체질이 결정되거나 알고 있는 피 측정자의 촌맥, 관맥 및 척맥으로부터 맥파신호를 감지하고(S710), 감지된 맥파신호의 변화량을 나타내기 위해 맥파신호를 미분하고(S720), 미분된 맥파신호로부터 맥파특징을 추출하고(S730), 추출된 맥파특징에 기초하여 판별함수를 산출하고(S740), 다수의 피 측정자의 맥파특징을 판별함수에 대입하여 산출된 값들의 기초로 사상체질별 중심값을 산출하는(S750)것으로 이루어진 것을 알 수 있다.

- [0174] 사상체질이 결정된 피 측정자의 맥파 신호는 진동센서(11)를 통하여, 촌맥, 관맥 및 척맥에서 감지된다(S710). 감지된 맥파 신호의 맥파특징을 부가하기 위하여 미분기(22)는 맥파신호를 미분한다(S720).
- [0175] 이후 미분된 맥파신호를 바탕으로, 맥파특징 추출부(26)는 맥파특징을 추출한다(S730).
- [0176] 맥파특징은 좌우의 촌맥, 관맥 및 척맥의 파형이 나타내는 특징이고, 상부 피크수, 하부 피크수, 각각의 피크의 크기, 각 피크의 반치폭, 각 피크간 거리, 맥파전체의 폭 등과 같이 맥파형에서 추출할 수 있는 특징에 해당한다.
- [0177] 상부 피크의 개수, 하부 피크의 개수, 각 피크의 크기, 및 맥파 전체 폭은 판별함수를 형성하기 위해서 필수적인 특징이다. 판별의 정확도는 다양한 맥파특징을 추출하여 이용하면 높아지게 된다. 따라서, 필요한 경우, 추가적인 미분을 통하여 더 많은 특징을 추출 할 수 있다.
- [0178] 도 4와 같이 미분된 맥파신호의 맥파형으로부터 다양한 맥파특징을 추출할 수 있고, 맥파특징을 판별변수(x_1 , x_2 , $\dots$, x_p)로 하여 판별함수를 산출할 수 있다(S740).
- [0179] 상술한 바와 같이, 판별함수는 체질의 종류가 4종류이므로, 체질을 4종류로 분류하기 위해서는 최소 3개의 판별함수가 필요하다.
- [0180] 도 5a내지 7에서 설명한 방법과 같이, 제1, 제2 및 제3 판별함수는 Y_1 , Y_2 , Y_3 로 아래와 같이 판별변수들의 선형함수로 이루어진다.
- [0181]
$$Y_1 = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots a_px_p$$
- [0182]
$$Y_2 = b_1x_1 + b_2x_2 + \dots b_px_p$$
- [0183]
$$Y_3 = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots c_px_p$$
- [0184] 판별함수에서 a_i , b_i , c_i 는 판별계수에 해당하고, 앞서 설명한 바와 체질간 분산 대 체질 내 분산의 비가 최대가 되도록 판별계수는 정해진다.
- [0185] 위와 같이 구해진 제1, 제2 및 제3 판별함수에 대하여 각각의 사상체질의 중심값들을 구한다(S750). 이러한 중심값은 사상체질을 알고 있는 집단별로 맥파특성인 판별변수(x_1 , x_2 , $\dots$, x_p)를 제1, 제2 및 제3 판별함수(Y_1 , Y_2 , Y_3)에 입력하여 구해진 값들의 평균값을 의미한다.
- [0186] 태양인의 제1 판별함수 중심값은 $\overline{y_{1_1}}$, 제2 판별함수 중심값은 $\overline{y_{2_1}}$, 제3 판별함수 중심값은 $\overline{y_{3_1}}$ 로 표시할 수 있다. 태음인, 소양인 및 소음인의 경우에도 상기와 같이, 태음인의 판별함수별 중심값은 $\overline{y_{2_1}}$, $\overline{y_{2_2}}$, $\overline{y_{2_3}}$, 소양인의 판별함수별 중심값은 $\overline{y_{3_1}}$, $\overline{y_{3_2}}$, $\overline{y_{3_3}}$, 소음인의 판별함수별 중심값은 $\overline{y_{4_1}}$, $\overline{y_{4_2}}$, $\overline{y_{4_3}}$ 로 표시할 수 있다.
- [0187] 제1, 제2 및 제3 판별함수(Y_1 , Y_2 , Y_3)와 태양인, 태음인, 소양인 및 소음인의 제1 판별함수 중심값($\overline{y_{1_1}}$, $\overline{y_{2_1}}$, $\overline{y_{3_1}}$, $\overline{y_{4_1}}$), 제2 판별함수 중심값($\overline{y_{1_2}}$, $\overline{y_{2_2}}$, $\overline{y_{3_2}}$, $\overline{y_{4_2}}$)와 제3 판별함수 중심값($\overline{y_{1_3}}$, $\overline{y_{2_3}}$, $\overline{y_{3_3}}$, $\overline{y_{4_3}}$) 들은 프로세서의 사상체질 판별부에 미리 입력될 수 있고, 프로세서가 사상체질의 판별을 수행할 때, 판별함수나 중심값이 입력될 수도 있다.
- [0188] 또한, 판별의 정확도를 높이기 위해, 사상체질 판별장치를 통하여 사상체질이 결정된 사람들의 맥파특징을 이용하여, 상기 과정을 반복할 수 있다. 이렇게 반복된 과정을 통하여 판별함수와 중심값은 피드백 될 수 있고, 이러한 피드백을 통하여 판별함수와 중심값은 갱신된다.
- [0189] 피검사자의 맥파특징이 축적되어 판별함수와 중심값이 갱신되면, 사상체질 판별장치를 이용한 사상체질 판별의 정확도는 높아진다.
- [0190] 상기와 같이 결정된 판별함수와 판별함수의 중심값을 이용하여 피검사자의 사상체질을 판별할 수 있다. 피검사자의 사상체질 판별방법은 도 8를 참조하여 설명한다.

- [0191] 도 8는 피검사자의 사상체질 판별방법을 나타내는 순서도이다.
- [0192] 도 8를 참조하면, 피검사자의 사상체질 판별방법은 피검사자의 촌맥, 관맥 및 척맥으로부터 맥파신호를 감지하고(S810), 감지된 맥파신호의 변화량을 나타내기 위해 미분하며(S820), 미분된 맥파신호로부터 맥파특징을 추출하고 (S830), 추출된 맥파특징 및 사상체질 판별함수에 기초하여 판별점수를 산출하고 (S840), 산출된 판별점수와 사상체질별 판별함수의 중심값과의 거리를 산출하고(S850), 산출된 거리를 바탕으로 사상체질을 판별한다(S860).
- [0193] 피검사자의 사상체질을 판별할 때, 판별함수는 도 7에서 언급한 사상체질이 결정되었거나, 이미 사상체질을 알고 있는 사람의 맥파특징을 판별변수($x_1, x_2, \dots, x_p$)로 하여 산출된(S740) 판별함수를 입력 받는다(A).
- [0194] 역시, 판별함수의 중심값도 사상체질이 결정되었거나, 이미 사상체질을 알고 있는 사람의 맥파특징을 판별변수($x_1, x_2, \dots, x_p$)와 판별함수를 이용하여 산출된(S750) 사상체질의 중심값을 입력받는다(B).
- [0195] 피검사자의 사상체질 판별방법은 피검사자의 촌맥, 관맥 및 척맥으로부터 맥파신호를 감지하고(S810), 감지된 맥파신호의 변화량을 나타내기 위해 미분하며(S820), 미분된 맥파신호로부터 맥파특징을 추출하는 (S830) 방법은 도 7의 판별함수 및 중심값을 구하는 방법과 동일하다.
- [0196] 사상체질 판별장치는 피검사자의 촌, 관, 척 맥들의 상부 피크의 수, 하부 피크의 수, 각 피크의 크기, 각 피크의 반치폭, 각 피크간 거리, 맥파 전체의 폭과 같은 맥파특징을 추출하여, 앞서 결정된 제1, 제2 및 제3 판별함수에 판별변수로($x_1, x_2, \dots, x_p$) 대입한다. 피검사자의 판별점수(y_{01}, y_{02}, y_{03})는 제1, 제2 및 제3 판별함수를 이용하여 산출될 수 있다(S840).
- [0197] 사상체질 판별장치는 산출된 제1, 제2 및 제3 판별점수(y_{01}, y_{02}, y_{03})와 사상체질별 판별함수 중심값을 이용하여, 프로세서(20)는 피검사자의 판별점수와 사상체질별 판별함수 중심값의 거리를 구할 수 있다(S850).
- [0198] 사상체질별 판별함수 중심값과 피검사자의 판별점수의 거리는 아래의 과정으로 산출될 수 있다.
- [0199] 태양인의 판별함수 중심값과 판별점수의 거리는, 피검사자의 제1, 제2 및 제3 판별함수의 판별점수와 태양인의 제1, 제2 및 제3 판별함수 중심값의 각각의 차를 제곱하여 합한 값의 양의 제곱근으로 산출된다. 동일한 방법으로 태음인, 소양인, 소음인의 거리를 구하여, 수식으로 표현하면 아래와 같다.
- [0200]
$$d_1 = \sqrt{(y_{01} - \bar{y}_{11})^2} + \sqrt{(y_{02} - \bar{y}_{12})^2} + \sqrt{(y_{03} - \bar{y}_{13})^2}$$
- [0201]
$$d_2 = \sqrt{(y_{01} - \bar{y}_{21})^2} + \sqrt{(y_{02} - \bar{y}_{22})^2} + \sqrt{(y_{03} - \bar{y}_{23})^2}$$
- [0202]
$$d_3 = \sqrt{(y_{01} - \bar{y}_{31})^2} + \sqrt{(y_{02} - \bar{y}_{32})^2} + \sqrt{(y_{03} - \bar{y}_{33})^2}$$
- [0203]
$$d_4 = \sqrt{(y_{01} - \bar{y}_{41})^2} + \sqrt{(y_{02} - \bar{y}_{42})^2} + \sqrt{(y_{03} - \bar{y}_{43})^2}$$
- [0204] 사상체질 판별장치는 산출된 피검사자의 판별점수에 따른 사상체질별 거리를 이용하여 사상체질을 판별할 수 있다(S860).
- [0205] 사상체질별 거리는 피검사자의 판별점수와 사상체질 판별함수 중심값과의 거리이므로, 사상체질 판별함수와의 거리가 근접할수록 피검사자는 해당 사상체질 특성을 가진다. 따라서, 사상체질별 중심값과 피검사자의 판별점수간 거리 중 가장 근접한 사상체질의 중심값에 해당하는 사상체질이 피검사자의 사상체질로 판별된다. 예를 들어, 피검사자의 판별점수와 태양인의 중심값과의 거리(d_1)가 가장 짧으면, 피검사자의 체질은 태양인으로 판별된다.
- [0206] 이와 같이 판별된 피검사자의 사상체질 판별과정에서 얻어진 맥파특징을 이용하여, 판별함수와 중심값은 갱신될 수 있다. 이는 판별함수를 산출하는 단계(S740)이전에 피검사자의 맥파특징이 판별함수의 변수로 입력되고, 이를 이용하여 판별함수와 사상체질별 중심 값은 갱신될 수 있다. 갱신을 통하여, 피검사자의 데이터가 축적되면 판별함수에 의한 사상체질 판별의 정확도는 높아 질 수 있다.

[0207] 본 발명의 일 실시예에 따른 사상체질의 판별방법 및 판별장치를 이용하면, 미리 축적된 데이터를 바탕으로 만들어진 판별함수와 판별점수를 이용할 수 있다. 이러한 데이터를 바탕으로, 판별점수를 산출하게 되면, 객관적으로 사상체질이 판별된다. 이를 통하여 판별자의 주관이 개입되지 않아 사상체질 판별의 정확도는 높아진다.

[0208] 또한, 판별함수와 사상체질별 중심값을 지속적으로 갱신하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 사상체질 판별장치를 사용하여 사상체질별로 맥파특징이 축적되면 사상체질 판별의 정확도는 높아진다.

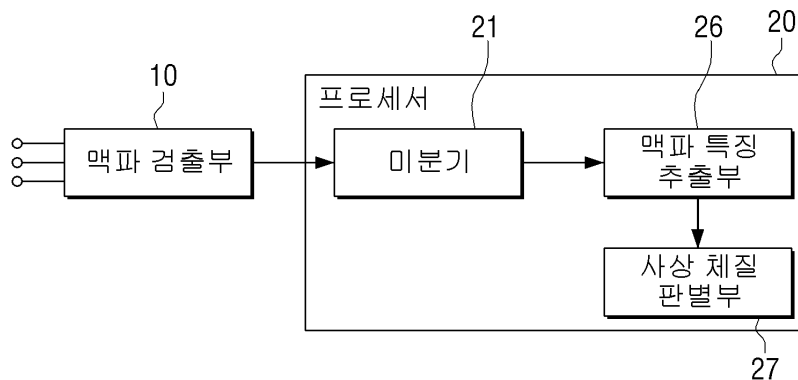
[0209] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형 실시예들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어서는 안 될 것이다.

부호의 설명

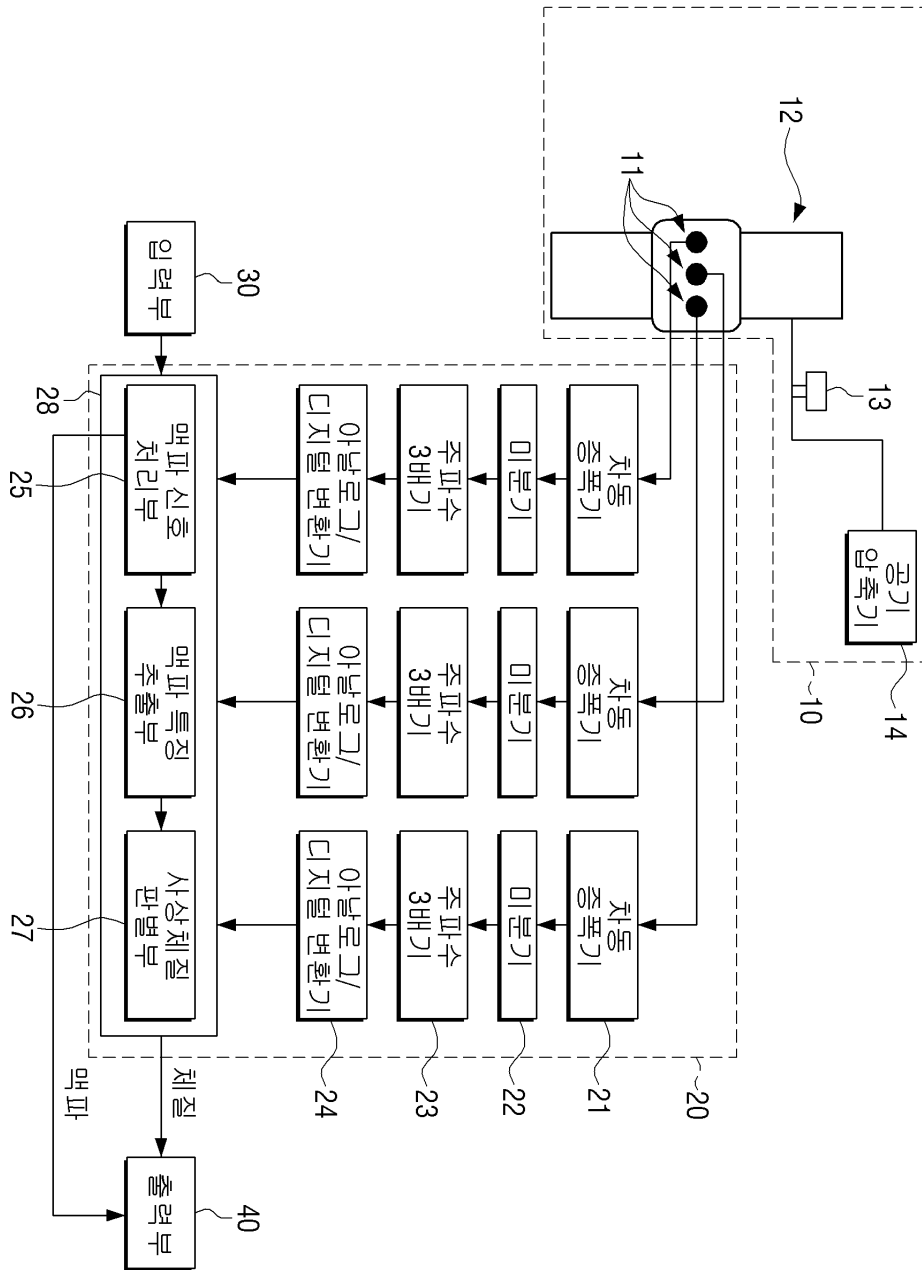
[0210] 10 : 맥파검출부 11 : 진동센서
12 : 가압밴드 13 : 밸브
20 : 프로세서 21 : 차동증폭기
22 : 미분기 23 : 주파수 3배기
24 : 아날로그/ 디지털 변환기 25 : 맥파신호 처리부
26 : 맥파특징 추출부 27 : 사상체질 판별부
30 : 입력부 40 : 출력부

도면

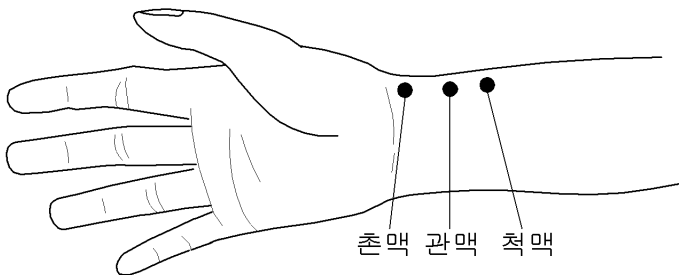
도면1



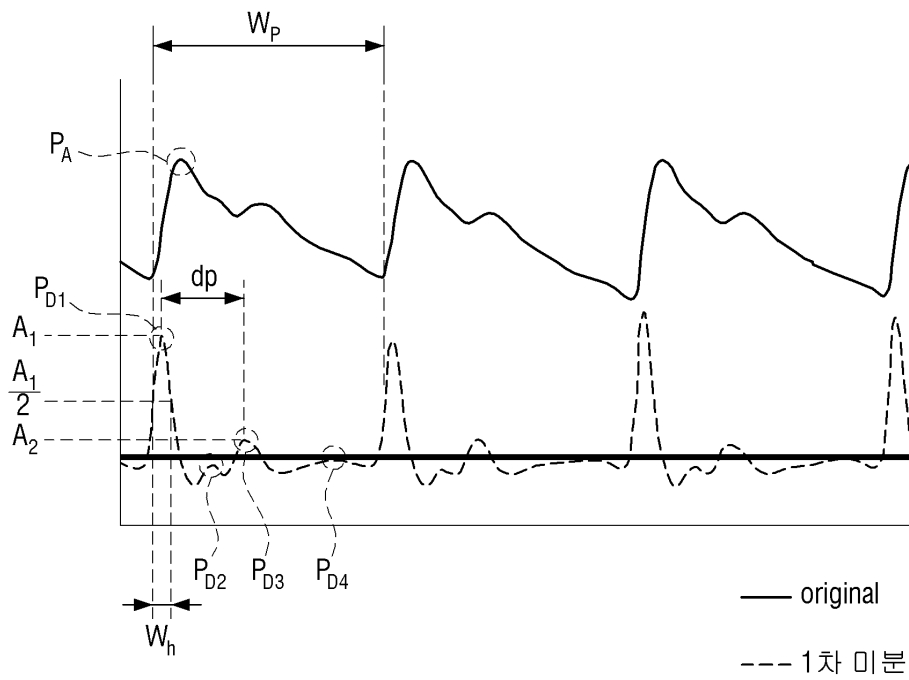
도면2



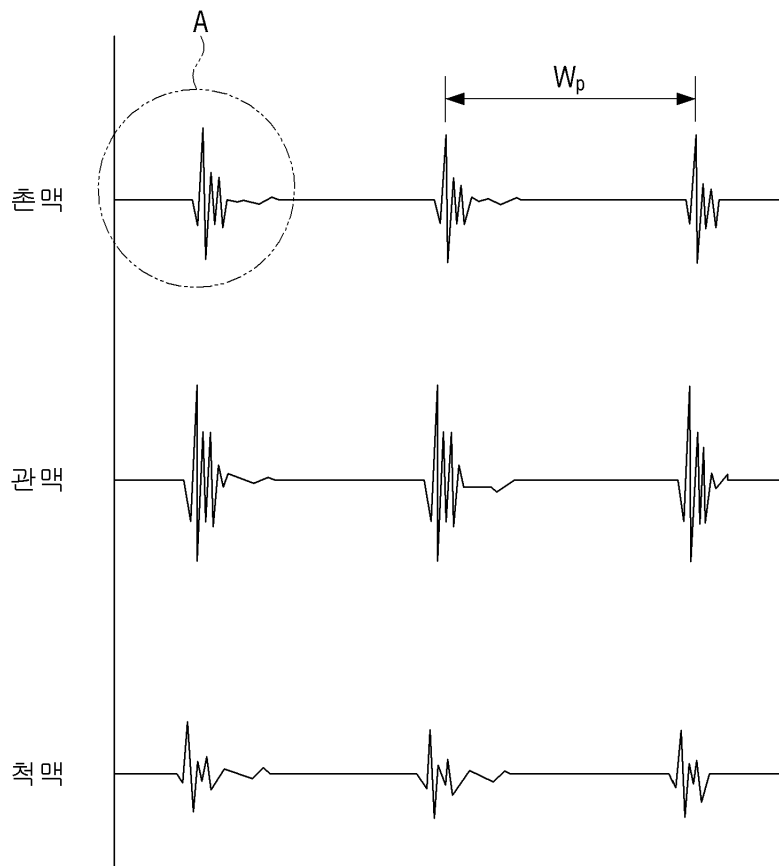
도면3



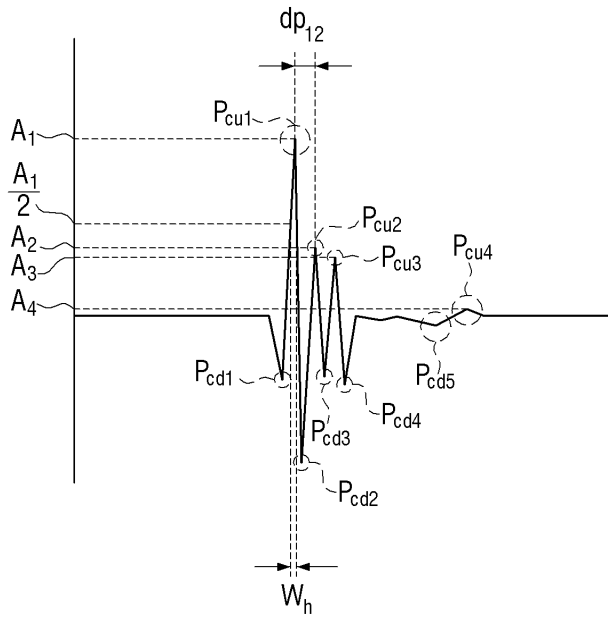
도면4



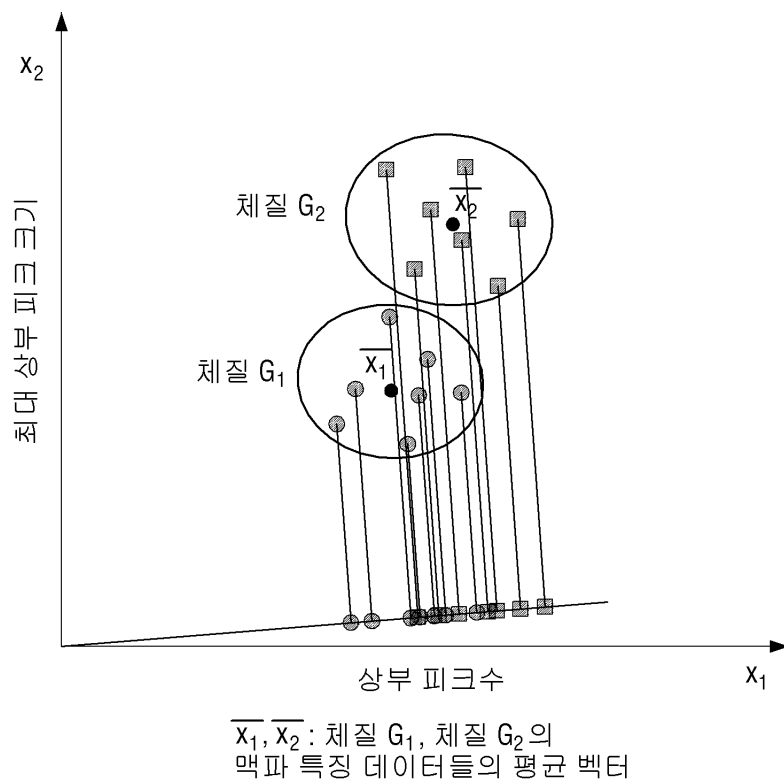
도면5a



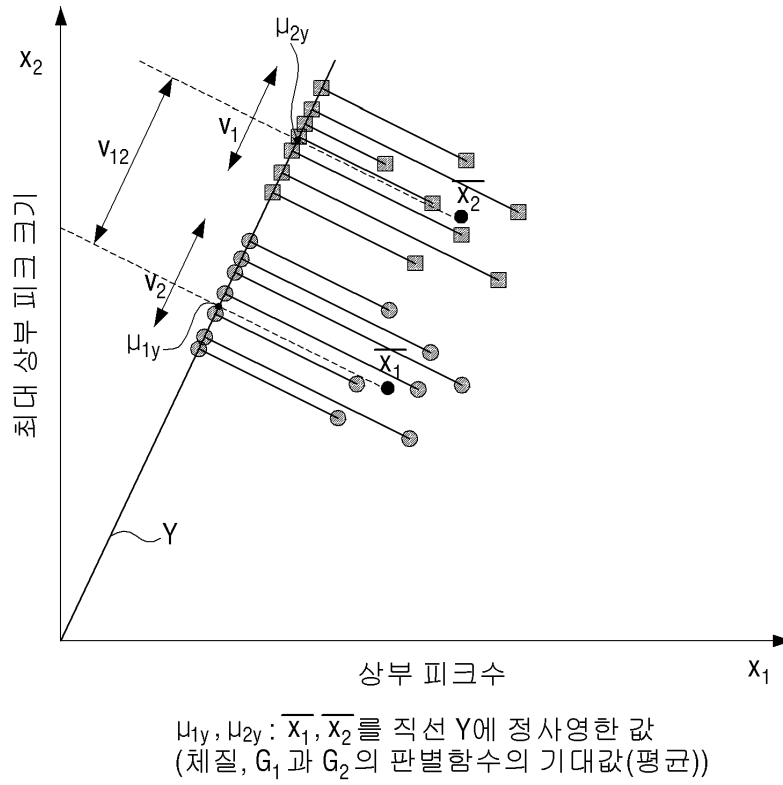
도면5b



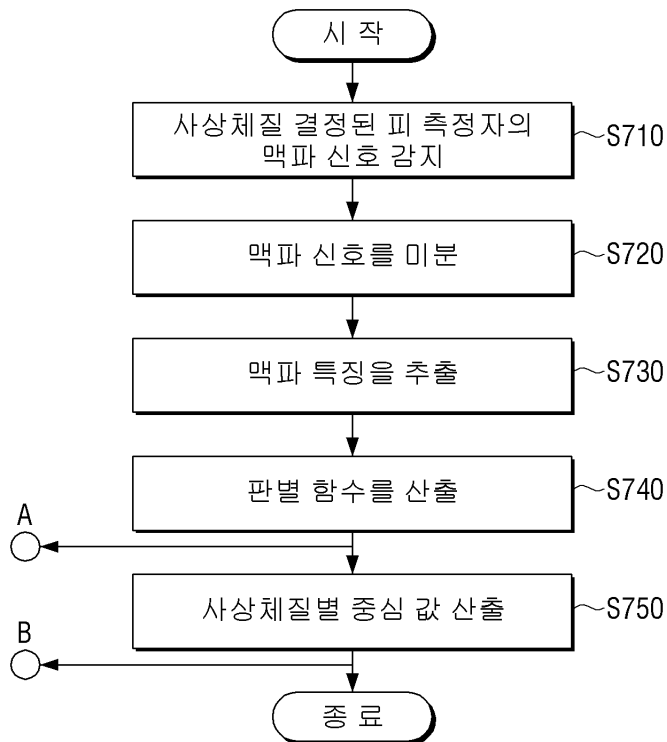
도면6a



도면6b



도면7



도면8

