(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0137370
(43) 공개일자 2020년12월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/021 (2006.01) *A61B 5/00* (2006.01)
A61B 5/024 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/021 (2013.01)
A61B 5/0059 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0063611
(22) 출원일자 2019년05월30일
심사청구일자 2019년05월30일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
신영숙
광주광역시 동구 중앙로 358, 203동 502호(계림동,금호계림주상복합)
(74) 대리인
특허법인비엘티

전체 청구항 수 : 총 10 항

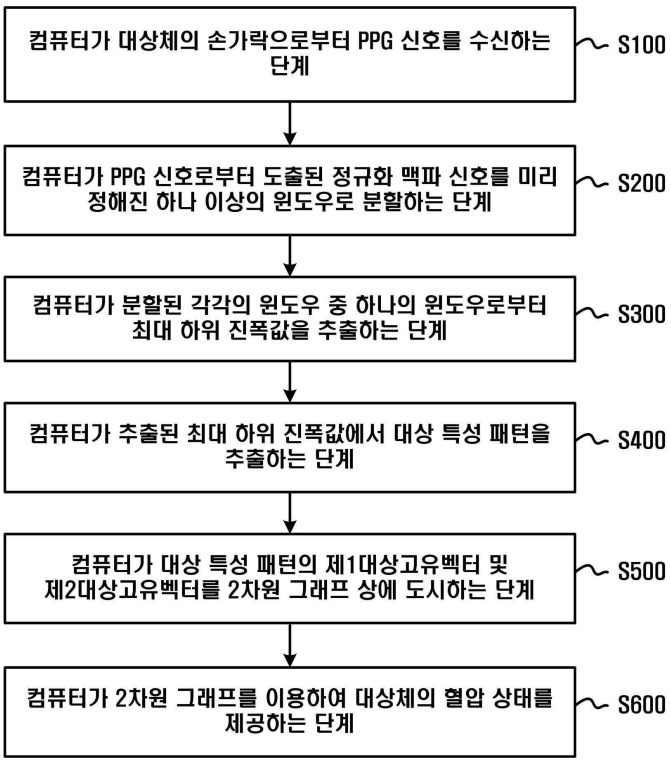
(54) 발명의 명칭 **광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 방법, 장치 및 컴퓨터 프로그램**

(57) 요 약

광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 방법이 제공된다. 상기 광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 방법은 컴퓨터가 대상체의 손가락으로부터 PPG 신호를 수신하는 단계, 상기 컴퓨터가 수신한 상기 PPG(photoplethysmography) 신호로부터 도출된 정규화 맥파 신호를 미리 정해진 하나 이상의 윈도우로 분할하되,

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



상기 윈도우는 미리 정해진 윈도우 영역 범위에 기반하여 분할되는 것인, 윈도우 분할 단계, 상기 컴퓨터가 분할된 각각의 윈도우 중 하나의 윈도우로부터 최대 하위 진폭값을 추출하는 단계, 상기 컴퓨터가 추출된 상기 최대 하위 진폭값에서 대상 특성 패턴을 추출하는 단계, 상기 컴퓨터가 상기 대상 특성 패턴에 대하여 선형판별분석 알고리즘을 이용하여 제1대상고유벡터 및 제2대상고유벡터를 도출하고, 상기 대상 특성 패턴의 상기 제1대상고유벡터 및 제2대상고유벡터를 2차원 그래프 상에 도시하는 단계 및 상기 컴퓨터가 상기 2차원 그래프를 이용하여 대상체의 혈압 상태를 제공하는 단계를 포함한다.

(52) CPC특허분류
A61B 5/02416 (2013.01)
A61B 5/7235 (2013.01)
A61B 5/7275 (2013.01)
A61B 5/743 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

컴퓨터가 대상체의 손가락으로부터 PPG(photoplethysmography) 신호를 수신하는 단계;

상기 컴퓨터가 수신한 상기 PPG(photoplethysmography) 신호로부터 도출된 정규화 맥파 신호를 미리 정해진 하나 이상의 윈도우로 분할하되, 상기 윈도우는 미리 정해진 윈도우 영역 범위에 기반하여 분할되는 것인, 윈도우 분할 단계;

상기 컴퓨터가 분할된 각각의 윈도우 중 하나의 윈도우로부터 최대 하위 진폭값을 추출하는 단계;

상기 컴퓨터가 추출된 상기 최대 하위 진폭값에서 대상 특성 패턴을 추출하는 단계;

상기 컴퓨터가 상기 대상 특성 패턴에 대하여 선형판별분석 알고리즘을 이용하여 제1대상고유벡터 및 제2대상고유벡터를 도출하고, 상기 대상 특성 패턴의 상기 제1대상고유벡터 및 제2대상고유벡터를 2차원 그래프 상에 도시하는 단계; 및

상기 컴퓨터가 상기 2차원 그래프를 이용하여 대상체의 혈압 상태를 제공하는 단계를 포함하는,

광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 PPG 신호를 수신하는 단계는,

상기 컴퓨터가 상기 대상체의 오른손 검지 및 왼손 검지로부터 상기 PPG 신호를 수신하는 것이고,

상기 PPG 신호는,

상기 오른손 검지의 PPG 신호 및 상기 왼손 검지의 PPG 신호를 포함하는 것인,

광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 윈도우 분할 단계에서,

상기 정규화 맥파 신호는,

상기 컴퓨터가 수신한 상기 PPG 신호로부터 도출된 하나 이상의 맥파 신호를 각각 제곱하여 더한 값을 전체로 루트한 값을 이용하여 정규화한 맥파 신호 값인,

광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1대상고유벡터 및 상기 제2대상고유벡터는,

상기 제1대상고유벡터의 경우에는 제1고유벡터를, 상기 제2대상고유벡터의 경우에는 제2고유벡터를 축으로 하는 상기 대상체의 각 고유벡터 값이고,

상기 제1고유벡터 및 상기 제2고유벡터는,

상기 선형판별분석 알고리즘을 이용하여 정상 그룹, 고혈압 위험 그룹 및 고혈압 그룹의 각 맥파 신호에 따라 도출된 최대 하위 진폭값의 각 특성 패턴을 상기 정상 그룹, 고혈압 위험 그룹 및 고혈압 그룹으로 분류되도록

도출된 것으로서,

상기 제1고유벡터는,

상기 특성 패턴의 분류 비중을 가장 크게 차지하는 첫 번째 고유벡터이고,

상기 제2고유벡터는,

상기 특성 패턴의 분류 비중을 두 번째로 크게 차지하는 두 번째 고유벡터이고,

상기 2차원 그래프로 도시하는 단계는,

상기 정상 그룹, 고혈압 위험 그룹 및 고혈압 그룹으로 분류되도록 도출된 상기 제1고유벡터 및 제2고유벡터를 축으로서 상기 대상 특성 패턴의 상기 제1대상고유벡터 및 상기 제2대상고유벡터를 상기 2차원 그래프로 도시한 것인,

광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 혈압 상태를 제공하는 단계는,

정상그룹, 고혈압 위험 그룹 및 고혈압 그룹 중 어느 하나의 혈압 상태로서 제공하는 것을 포함하는,

광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 혈압 상태를 제공하는 단계는,

상기 정상그룹, 상기 고혈압 위험 그룹 및 상기 고혈압 그룹 중 어느 둘 이상에 중첩되는 경우에는 중첩 구간에 대하여 혈압 이외의 요소를 고려한 분석 결과를 함께 제공하는 것인,

광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 혈압 이외의 요소는,

나이, 체중, 운동, 혈압약 복용 여부, 혈관의 탄력도, 혈관의 칼슘화 현상, 모세혈관 상의 탄력도 저하 중 적어도 하나를 포함하는 것인,

광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 혈압 상태를 제공하는 단계는,

혈관의 탄력도가 높은 경우,

상기 대상체의 혈압이 고혈압 그룹으로 분류되어야 하더라도 고혈압 위험 그룹으로 분류되거나, 상기 대상체의 혈압이 고혈압 위험군 그룹으로 분류되어야 하더라도 정상 그룹으로 분류되는 것을 고려하여 분석 결과를 함께 제공하는 것을 포함하고,

상기 혈관의 탄력도가 낮은 경우,

상기 대상체의 혈압이 고혈압 위험 그룹으로 분류되어야 하더라도 고혈압 그룹으로 분류되거나, 상기 대상체의 혈압이 정상 그룹으로 분류되어야 하더라도 고혈압 위험 그룹으로 분류되는 것을 고려하여 분석 결과를 함께 제

공하는 것을 포함하는,

광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 방법.

청구항 9

하드웨어인 컴퓨터와 결합되어, 제1항 내지 제8항 중 어느 한 항의 방법을 실행시키기 위해 매체에 저장된, 광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 컴퓨터 프로그램.

청구항 10

대상체의 손가락으로부터 PPG 측정 값을 수신하고,

수신한 상기 PPG 측정 값으로부터 도출된 정규화 맥파 신호를 미리 정해진 하나 이상의 윈도우로 분할하되, 상기 윈도우는 미리 정해진 윈도우 영역 범위에 기반하여 분할되는 것이고,

분할된 각각의 윈도우 중 하나의 윈도우로부터 최대 하위 진폭값을 추출하고,

추출된 상기 최대 하위 진폭값에서 대상 특성 패턴을 추출하고,

상기 대상 특성 패턴에 대하여 선형판별분석 알고리즘을 이용하여 제1대상고유벡터 및 제2대상고유벡터를 도출하고, 상기 대상 특성 패턴의 상기 제1대상고유벡터 및 제2대상고유벡터를 2차원 그래프 상에 도시하고,

상기 2차원 그래프를 이용하여 혈압 상태를 제공하는,

광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 컴퓨터 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 방법, 장치 및 컴퓨터 프로그램에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 혈압을 측정하는 비침습적인 방법으로 대표적인 방법은 오실로메트릭 혈압 측정 방법이다.

[0003] 오실로메트릭 방법은 커프를 착용하고, 커프에 공기압을 가하였다가 천천히 공기압을 뺄 때 동맥 혈관 위의 커프에 생기는 압진동(pressure oscillation)의 크기를 압센서(pressure sensor)에 의해 감지, 기록하여 혈압을 측정하는 방법이다.

[0004] 커프를 착용하여야 하는 기존의 오실로메트릭 혈압 측정 방법은 커프를 착용하여야 하는 불편함과 비연속적 측정이라는 문제점이 있다.

[0005] 한편, 커프를 사용하지 않고 손쉽게 혈압을 측정하는 방법으로서 광전용적맥파를 이용하여 혈압을 측정하는 방법도 다수 존재한다.

[0006] 일반적으로 광전용적맥파를 이용하여 혈압을 측정하는 경우에는, 맥파의 속도와 맥파의 모양을 단순 분석하여 혈압을 추정하는 방법을 이용한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 제10-1764527호, 2017.08.14.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 커프를 착용하여야 하는 불편함을 개선하기 위하여 일반적으로 이용하는 광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 방법

들의 경우, 맥파의 모양만을 분석하는 것으로 정확도가 떨어지고 맥파의 모양에 영향을 줄 수 있는 다른 구성들을 전혀 고려하지 않는 문제점이 있다.

[0009] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 신속하고 편리하게 측정할 수 있는 혈압 측정 및 혈압 분석 방법을 제공하는 것이다.

[0010] 또한, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 광전용적맥파를 정확하게 분석하여 대상체의 정확한 혈압 상태를 제공하는 것이다.

[0011] 또한, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 광전용적맥파에 영향을 미칠 수 있는 혈압 이외의 구성을 분석하여 대상체의 정확한 혈압 상태를 제공하는 것이다.

[0012] 본 발명이 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급된 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 방법은 컴퓨터가 대상체의 손가락으로부터 PPG 신호를 수신하는 단계, 상기 컴퓨터가 수신한 상기 PPG(photoplethysmography) 신호로부터 도출된 정규화 맥파 신호를 미리 정해진 하나 이상의 윈도우로 분할하되, 상기 윈도우는 미리 정해진 윈도우 영역 범위에 기반하여 분할되는 것인, 윈도우 분할 단계, 상기 컴퓨터가 분할된 각각의 윈도우 중 하나의 윈도우로부터 최대 하위 진폭값을 추출하는 단계, 컴퓨터가 추출된 상기 최대 하위 진폭값에서 대상 특성 패턴을 추출하는 단계, 상기 컴퓨터가 상기 대상 특성 패턴에 대하여 선형 판별분석 알고리즘을 이용하여 제1대상고유벡터 및 제2대상고유벡터를 도출하고, 상기 대상 특성 패턴의 상기 제1대상고유벡터 및 제2대상고유벡터를 2차원 그래프 상에 도시하는 단계 및 상기 컴퓨터가 상기 2차원 그래프를 이용하여 대상체의 혈압 상태를 제공하는 단계를 포함한다.

[0014] 상기 PPG 신호를 수신하는 단계는, 상기 컴퓨터가 상기 대상체의 오른손 검지 및 왼손 검지로부터 상기 PPG 신호를 수신하는 것이고, 상기 PPG 신호는, 상기 오른손 검지의 PPG 신호 및 상기 왼손 검지의 PPG 신호를 포함하는 것이다.

[0015] 상기 윈도우 분할 단계에서, 상기 정규화 맥파 신호는, 상기 컴퓨터가 수신한 상기 PPG 신호로부터 도출된 하나 이상의 맥파 신호를 각각 제곱하여 더한 값을 전체로 루트한 값을 이용하여 정규화한 맥파 신호 값이다.

[0016] 상기 제1대상고유벡터 및 상기 제2대상고유벡터는, 상기 제1대상고유벡터의 경우에는 제1고유벡터를, 상기 제2대상고유벡터의 경우에는 제2고유벡터를 축으로 하는 상기 대상체의 각 고유벡터 값이고, 상기 제1고유벡터 및 상기 제2고유벡터는, 상기 선형판별 분석 알고리즘을 이용하여 정상 그룹, 고혈압 위험 그룹 및 고혈압 그룹의 각 맥파 신호에 따라 도출된 최대 하위 진폭값의 각 특성 패턴을 상기 정상 그룹, 고혈압 위험 그룹 및 고혈압 그룹으로 분류되도록 도출된 것으로서, 상기 제1고유벡터는, 상기 특성 패턴의 분류 비중을 가장 크게 차지하는 첫 번째 고유벡터이고, 상기 제2고유벡터는, 상기 특성 패턴의 분류 비중을 두 번째로 크게 차지하는 두 번째 고유벡터이고, 상기 2차원 그래프로 도시하는 단계는, 상기 정상 그룹, 고혈압 위험 그룹 및 고혈압 그룹으로 분류되도록 도출된 상기 제1고유벡터 및 제2고유벡터를 축으로서 상기 대상 특성 패턴의 상기 제1대상고유벡터 및 상기 제2대상고유벡터를 상기 2차원 그래프로 도시한 것이다.

[0017] 상기 혈압 상태를 제공하는 단계는, 정상그룹, 고혈압 위험 그룹 및 고혈압 그룹 중 어느 하나의 혈압 상태로서 제공하는 것을 포함한다.

[0018] 상기 혈압 상태를 제공하는 단계는, 상기 정상그룹, 상기 고혈압 위험 그룹 및 상기 고혈압 그룹 중 어느 둘 이상에 중첩되는 경우에는 중첩 구간에 대하여 혈압 이외의 요소를 고려한 분석 결과를 함께 제공하는 것이다.

[0019] 상기 혈압 이외의 요소는, 나이, 체중, 운동, 혈압약 복용 여부, 혈관의 탄력도, 혈관의 칼슘화 현상, 모세혈관상의 탄력도 저하 중 적어도 하나를 포함하는 것이다.

[0020] 상기 혈압 상태를 제공하는 단계는, 혈관의 탄력도가 높은 경우, 상기 대상체의 혈압이 고혈압 그룹으로 분류되어야 하더라도 고혈압 위험 그룹으로 분류되거나, 상기 대상체의 혈압이 고혈압 위험군 그룹으로 분류되어야 하더라도 정상 그룹으로 분류되는 것을 고려하여 분석 결과를 함께 제공하는 것을 포함하고, 상기 혈관의 탄력도가 낮은 경우, 상기 대상체의 혈압이 고혈압 위험 그룹으로 분류되어야 하더라도 고혈압 그룹으로 분류되거나, 상기 대상체의 혈압이 정상 그룹으로 분류되어야 하더라도 고혈압 위험 그룹으로 분류되는 것을 고려하여 분석

결과를 함께 제공하는 것을 포함한다.

[0021] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 컴퓨터 프로그램은, 하드웨어인 컴퓨터와 결합되어, 상기 방법 중 어느 하나의 방법을 실행시키기 위해 매체에 저장된다.

[0022] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 컴퓨터 장치는, 대상체의 손가락으로부터 PPG 측정 값을 수신하고, 수신한 상기 PPG 측정 값으로부터 도출된 정규화 맥파 신호를 미리 정해진 하나 이상의 윈도우로 분할하되, 상기 윈도우는 미리 정해진 윈도우 영역 범위에 기반하여 분할되는 것이고, 분할된 각각의 윈도우 중 하나의 윈도우로부터 최대 하위 진폭값을 추출하고, 추출된 상기 최대 하위 진폭값에서 대상 특성 패턴을 추출하고, 상기 대상 특성 패턴에 대하여 선형판별분석 알고리즘을 이용하여 제1대상고유벡터 및 제2대상고유벡터를 도출하고, 상기 대상 특성 패턴의 상기 제1대상고유벡터 및 제2대상고유벡터를 2차원 그래프 상에 도시하고, 상기 2차원 그래프를 이용하여 혈압 상태를 제공한다.

[0023] 본 발명의 기타 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0024] 상기 본 발명에 의하면, 커프 없이도 신속하고 편리하게 혈압을 측정할 수 있다.

[0025] 또한, 상기 본 발명에 의하면, 광전용적맥파를 획득하여 특정 진폭값의 특성 패턴에 대하여 선형판별분석 알고리즘을 이용하여 분석함으로써 대상체의 정확한 혈압 상태를 도출할 수 있다.

[0026] 또한, 상기 본 발명에 의하면, 맥파 상으로 나타나는 결과와 그 이외의 혈관 상태 등을 고려함으로써 맥파를 나타내는 그래프 상으로는 도출하기 어려운 혈압 상태를 보다 정확하게 도출할 수 있다.

[0027] 또한, 상기 본 발명에 의하면, 정상 그룹에 속하는지, 고혈압 위험 그룹에 속하는지 고혈압 그룹에 속하는지 판단하기 어려운 경우에도 혈압 이외의 요소를 함께 고려함으로써, 정확한 혈압 상태를 도출할 수 있다.

[0028] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급된 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 분할된 하나의 윈도우 상에 정규화된 맥파 신호를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 각 그룹의 패턴을 하나의 2차원 그래프 상에 도시한 도면이다.

도 4는 PPG 신호를 이용한 혈압영역 판별도이다.

도 5는 본 발명의 2차원 그래프에 대한 각 그룹의 패턴 분석 결과를 나타낸 도면이다.

도 6 및 도 7은 본 발명의 고혈압 그룹에 대한 패턴 분석 결과를 나타낸 도면이다.

도 8은 본 발명의 고혈압 위험 그룹에 대한 패턴 분석 결과를 나타낸 도면이다.

도 9 및 도 10은 본 발명의 정상 그룹에 대한 패턴 분석 결과를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 제한되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에게 본 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0031] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소 외에 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는

추가를 배제하지 않는다. 명세서 전체에 걸쳐 동일한 도면 부호는 동일한 구성 요소를 지칭하며, "및/또는"은 언급된 구성요소들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다. 비록 "제1", "제2" 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.

[0032] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0033] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다.

[0034] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0035] 도 2는 본 발명의 분할된 하나의 윈도우 상에 정규화된 맥파 신호를 나타낸 도면이다.

[0036] 도 1을 참조하면, 컴퓨터가 대상체의 손가락으로 PPG(photoplethysmography) 신호를 수신하는 단계(S100), 컴퓨터가 PPG 신호로부터 도출된 정규화 맥파 신호를 미리 정해진 하나 이상의 윈도우로 분할하는 단계(S200), 컴퓨터가 분할된 각각의 윈도우 중 하나의 윈도우로부터 최대 하위 진폭값을 추출하는 단계(S300), 컴퓨터가 추출된 최대 하위 진폭값에서 대상 특성 패턴을 추출하는 단계(S400), 컴퓨터가 대상 특성 패턴의 제1대상고유벡터 및 제2대상고유벡터를 2차원 그래프 상에 도시하는 단계(S500) 및 컴퓨터가 2차원 그래프를 이용하여 대상체의 혈압 상태를 제공하는 단계(S600)를 포함한다.

[0037] 컴퓨터가 대상체의 손가락으로 PPG 신호를 수신하는 단계(S100)에서, PPG(photoplethysmography)는 광전용적맥파로서 생체 조직의 광학적 특성을 이용하여 혈관에 흐르는 혈류량을 측정함으로써 대상체의 심박 활동 상태를 추정하는 맥파 측정 방법이다.

[0038] 이 때, PPG 신호를 통해 맥파를 획득하는 방법은 적외선 광원 센서와 수광 센서를 이용하여 모세혈관의 맥파를 추출하는 것이다.

[0039] PPG 신호를 수신하는 단계(S100)에서, 대상체의 손가락은 오른손 및 왼손의 엄지, 검지, 중지, 약지 및 소지 중 적어도 하나일 수 있으며, 바람직하게는 양 손의 검지, 즉, 오른손의 검지 및 왼손의 검지로부터 PPG 신호를 수신하는 것이다.

[0040] 오른손의 검지 및 왼손의 검지로부터 PPG 신호를 수신하는 경우, PPG 신호는 오른손 검지의 PPG 신호 및 왼손 검지의 PPG 신호를 포함한다.

[0041] 양 손의 검지에서 PPG 신호를 수신하는 이유는, 왼손과 오른손은 해부학적으로 다른 구조를 가지고 있어, 왼손의 경우에는 심장으로 가는 혈관과 연결되어 있으므로 병변에 대한 영향이 적고, 오른손의 경우에는 경동맥과 연결되어 있으므로 경동맥에 이상이 오면 경동맥 병변에 대한 영향을 미친다.

[0042] 따라서, 어느 한 손만으로의 고혈압 상태 분류 시에는 변별력이 떨어지며, 양 손으로부터 PPG 신호를 수신하여 고혈압 상태를 분류하는 경우에 보다 정확한 고혈압 상태를 판별할 수 있으므로, 본 발명의 혈압 측정 방법에 의하면 보다 정확한 고혈압 상태를 판별할 수 있는 효과가 있다.

[0043] PPG 신호를 수신하는 시간은, 정확한 맥파를 얻기 위해 필요한 최소의 시간은 모두 포함할 수 있으며, 바람직하게는 약 60초 내지 120초 이내이다.

[0044] 미리 정해진 하나 이상의 윈도우로 분할하는 단계(S200)는, 컴퓨터가 수신한 PPG 신호로부터 도출된 정규화 맥파 신호를 미리 정해진 하나 이상의 윈도우로 분할하되, 윈도우는 미리 정해진 윈도우 영역 범위에 기반하여 분할되는 것이다.

[0045] 구체적으로, PPG 신호로부터 도출된 정규화 맥파 신호를 도출하는 방법은 먼저, 컴퓨터가 수신한 PPG 신호에서 대상체의 맥파 신호를 추출하고, 미리 정해진 샘플링 조건에 따라 샘플링하여 원하는 형태의 맥파 신호를 생성한다.

[0046] 샘플링은, 대상체의 오리지널 맥파 신호로부터 설정 시간 동안에 설정 개수의 데이터를 얻기 위해 리샘플링

(resampling)하는 것을 포함한다.

[0047] 리샘플링은 오리지널 맥파 신호를 최적화하여 맥파 신호를 매끄럽게 생성한다. 맥파 신호를 최적화하는 것이란, 맥파 신호에 v자형 노치(notch)가 검출될 수 있도록 리샘플링하는 것이다.

[0048] 주로 20대 연령의 경우 맥파 신호에 v자형의 노치가 나타나고, 연령이 낮을수록 맥파 신호 상 v자형의 노치가 음의 값으로 나타나며 연령이 높아질수록 맥파 신호 상 v자형의 노치가 점점 양의 값으로 나타난다. 연령이 아주 높은 경우에는, 맥파 신호 상에서 v자형의 노치가 전혀 나타나지 않는 경우도 있다.

[0049] 따라서, 맥파 신호 상의 v자형의 노치가 나타나는 형태를 기반으로 하여 연령을 예측할 수 있으므로, 맥파 신호에 v자형 노치가 검출될 수 있도록 오리지널 맥파 신호를 최적화하여 리샘플링한다.

[0050] 맥파 신호에 v자형 노치가 검출되도록 최적화 한 후, 노치의 특정 개수를 기반으로 하여 맥파 신호를 리샘플링한다.

[0051] 상기와 같은 리샘플링 및 최적화 샘플링은 동일한 대상체가 복수회 측정하여 얻은 모든 오리지널 맥파 신호에 동일하게 적용된다.

[0052] 이후, 동일한 대상체의 각 측정 횟수마다 변화를 보이는 맥파 신호들의 변화를 감소시키기 위하여 최적화 샘플링된 각 대상체의 복수의 맥파 신호들을 정규화(normalization)하여 정규화된 맥파 신호를 출력한다.

[0053] 정규화 맥파 신호는 상술한 바와 같이, 각 대상체의 복수의 맥파 신호들을 정규화한 것을 의미한다.

[0054] 정규화 맥파 신호는 하기 수학식 1에 기초하여 대상체에 대응하는 맥파 신호를 정규화한다.

[0055] 대상체로부터 얻어진 총 측정횟수(예컨대, 1인당 측정횟수가 5회이고, 대상체가 10명이면 측정횟수는 50임)를 W라 하고, 대상체의 수를 N으로 표현하여 $W = \{W_i\}_{i=1}^{N}$ 를 얻을 수 있다. 그리고 동일한 대상체로부터 얻어진 맥파 신호들은 $W_i = \{W_{ij}\}_{j=1}^{N_i}$ 로 표현될 수 있으며, 맥파 신호(W_{ij})는 i번째 대상체의 j번째 맥파 신호를 의미한다.

[0056] [수학식 1]

$$\varphi = \mathrm{sqrt}\left(\sum_{j=1}^{N_i} (W_{ij})^2\right)$$

$$W_i^* = W_i / \varphi$$

[0057]

[0058] 상기 수학식 1에서 동일한 대상체의 맥파 크기 값(φ)은 동일한 대상체의 맥파 신호들을 각각 제곱하여 더한 값을 루트화한 값이다.

[0059] 그리고, 정규화된 맥파 신호 W_i^*는 대상체의 맥파 신호들을 맥파 크기값(φ)으로 나눈 정규화된 맥파 신호들이다.

[0060] 맥파 신호를 본 발명과 같이 정규화 함으로써, 보다 정확한 맥파 신호 분석을 이용한 혈압 분석 결과를 도출할 수 있다.

[0061] 도 2를 참조하면, 도 2는 분할된 하나의 윈도우를 나타낸 것으로서, PPG 신호에서 분할된 하나의 윈도우에서의 맥파 신호를 정규화된 진폭으로 나타낸 것이다.

[0062] 도 2에서는 분할된 하나의 윈도우 상에 하나의 맥박을 포함하고 있다.

[0063] 도 2와 같이, 미리 정해진 윈도우 영역 범위는, 연속되는 정규화 맥파 신호 상에서 일정 윈도우 영역 범위가 모두 포함될 수 있으나, 하나의 윈도우 영역은 적어도 하나의 맥박을 포함하는 것이다.

[0064] 하나의 윈도우 영역이 적어도 하나의 맥박을 포함함에 따라, 분할되어 얻어지는 윈도우 개수는 하나의 윈도우 영역에 기초하여 정해진다.

[0065] 컴퓨터가 분할된 각각의 윈도우 중 하나의 윈도우로부터 최대 하위 진폭값을 추출하는 단계(S300)에서 최대 하위 진폭값은 도 2의 B에 해당되는 값이다.

[0066] 혈압 분석 방법으로는, 여러 가지의 특징 값 중 특정 특징 값을 선택하여 동일한 선상에서 비교하고 분류함으로써 혈압을 분석할 수 있다.

[0067] 이 때, 여러 가지의 특징 값은 도 2의 최대 상위 진폭값인 A, 최대 하위 진폭값인 B 또는 평균값 등의 다양한 특징 값으로서, 하나 이상의 특징 값을 선택할 수 있으나, 본 발명에서는 다른 특징 값이 아닌 최대 하위 진폭값을 추출한다.

[0068] 최대 상위 진폭값인 A를 기준으로 할 경우, 오버랩(overlap)이 많이 일어나 분류에 어려움이 있을 수 있으나, 본 발명과 같이 최대 하위 진폭값인 B를 기준으로 할 경우에는 오버랩이 많이 줄어들어 분류를 보다 정확하게 할 수 있는 효과가 있다.

[0069] 컴퓨터가 추출된 최대 하위 진폭값에서 대상 특성 패턴을 추출하는 단계(S400)에서 대상 특성 패턴이란, 최대 하위 진폭값이 가지고 있는 고유의 패턴을 의미하는 것이다.

[0070] 컴퓨터가 대상 특성 패턴의 제1대상고유벡터 및 제2대상고유벡터를 2차원 그래프 상에 도시하는 단계(S500)는, 컴퓨터가 대상 특성 패턴에 대하여 선형판별분석(Linear Discriminant Analysis, LDA) 알고리즘을 이용하여 제1대상고유벡터 및 제2대상고유벡터를 도출하고, 대상 특성 패턴의 제1대상고유벡터 및 제2대상고유벡터를 2차원 그래프 상에 도시하는 것이다.

[0071] 선형판별분석(Linear Discriminant Analysis, LDA) 알고리즘이란, 데이터 분포를 학습하여 결정경계(Decision boundary)를 만들어 데이터를 분류(classification)하는 모델이다.

[0072] 일반적으로 선형판별분석 알고리즘은, 데이터를 특정한 축에 사영(projection)한 후, 범주를 가장 잘 구분할 수 있는 직선을 찾는 것을 목표로 하는 것이다.

[0073] 본 발명은, 데이터를 세 범주로 나누는 경우도 포함하므로, 하나의 직선뿐만 아니라 이차원 상의 두 직선을 찾을 수 있으며, 범주를 좀 더 세분화해서 나누는 경우에는, 범주를 가장 잘 구분할 수 있는 직선부터 차례로 복수의 직선을 찾을 수 있다.

[0074] 본 발명에서의 범주는, 혈압 상태를 나타내는 것으로서 정상 그룹, 고혈압 위험 그룹, 고혈압 그룹으로 나뉘어질 수 있으며, 보다 세분화된 그룹으로 나뉘어질 수도 있다.

[0075] 제1대상고유벡터는 제1고유벡터를 축으로 하는 대상체의 각 고유 벡터 값이고, 제2대상고유벡터는 제2고유벡터를 축으로 하는 대상체의 각 고유벡터 값이다.

[0076] 이 때, 제1고유벡터 및 제2고유벡터는, 선형판별 분석 알고리즘을 이용하여 정상 그룹, 고혈압 위험 그룹 및 고혈압 그룹의 각 맥파 신호에 따라 도출된 최대 하위 진폭값의 각 특성 패턴을 정상 그룹, 고혈압 위험 그룹 및 고혈압 그룹으로 분류되도록 도출된 것으로서, 제1고유벡터는, 특성 패턴의 분류 비중을 가장 크게 차지하는 첫 번째 고유벡터이고, 제2고유벡터는, 특성 패턴의 분류 비중을 두 번째로 크게 차지하는 두 번째 고유벡터이다.

[0077] 특정 특성 패턴은 그 특성 패턴을 설명하는 벡터가 무수히 많은데, 그 중에서도 해당 특성 패턴의 설명력이 높은 벡터가 있으며, 해당 특성 패턴의 설명력이 낮은 벡터도 있다.

[0078] 본 발명은 특성 패턴을 나타내는 무수히 많은 벡터 중, 가장 설명력이 높은 벡터를 제1고유벡터로, 두 번째로 설명력이 높은 벡터를 제2고유벡터로서 기준이 되는 고유벡터를 도출한다.

[0079] 또한, 제1고유벡터 및 제2고유벡터는 혈압에 있어서, 정상 그룹, 고혈압 위험 그룹 및 고혈압 그룹으로 분류하는 비중을 크게 차지하는 벡터로서, 대상 특성 패턴을 2차원 그래프 상에 표시하여 혈압을 분류할 수 있도록 하는 축의 역할을 하는 벡터이다.

[0080] 따라서, 컴퓨터가 대상 특성 패턴의 제1대상고유벡터 및 제2대상고유벡터를 2차원 그래프 상에 도시하는 단계(S500)는, 정상 그룹, 고혈압 위험 그룹 및 고혈압 그룹으로 분류되도록 도출된 제1고유벡터 및 제2고유벡터를 축으로서 대상 특성 패턴의 제1대상고유벡터 및 제2대상고유벡터를 2차원 그래프로 도시하는 것이다.

[0081] 컴퓨터가 2차원 그래프를 이용하여 대상체의 혈압 상태를 제공하는 단계(S600)는, 정상그룹, 고혈압 위험 그룹 및 고혈압 그룹 중 어느 하나의 혈압 상태로서 제공하는 것을 포함한다.

[0082] 혈압 상태를 제공하는 단계(S600)가 정상 그룹, 고혈압 위험 그룹 및 고혈압 그룹 중 어느 하나의 혈압 상태로서 제공하는 것을 포함하는 경우, 혈압 상태를 제공하는 단계(S600)는 정상 그룹, 고혈압 위험 그룹 및 고혈압 그룹 중 어느 둘 이상에 중첩되는 경우에는 중첩 구간에 대하여 혈압 이외의 요소를 고려한 분석 결과를 함께 제공할 수 있다.

[0083] 예컨대, 특정 환자의 혈압 상태가 정상 그룹과 고혈압 위험 그룹에 중첩되는 경우 또는 특정 환자의 혈압 상태가 고혈압 위험 그룹과 고혈압 그룹에 중첩되는 경우, 중첩 구간에 대하여 혈압 이외의 요소를 고려한 분석 결과를 함께 제공하는 것이다.

[0084] 혈압 이외의 요소란 나이, 체중, 운동, 혈압약 복용 여부, 혈관의 탄력도, 혈관의 칼슘화 현상, 모세혈관 상의 탄력도 저하 중 적어도 하나를 포함하는 것이다.

[0085] 또한, 혈압 상태를 제공하는 단계(S600)가 혈압 이외의 요소로서 혈관의 탄력도를 고려하는 경우에는, 일 실시예로, 혈관의 탄력도가 높은 경우, 혈압 상태를 제공하는 단계(S600)는 대상체의 혈압이 고혈압 그룹으로 분류되어야 하더라도 고혈압 위험 그룹으로 분류되거나, 대상체의 혈압이 고혈압 위험군 그룹으로 분류되어야 하더라도 정상 그룹으로 분류되는 것을 고려하여 분석 결과를 함께 제공하는 것을 포함한다.

[0086] 다른 실시예로, 혈관의 탄력도가 낮은 경우, 혈압 상태를 제공하는 단계(S600)는, 대상체의 혈압이 고혈압 위험 그룹으로 분류되어야 하더라도 고혈압 그룹으로 분류되거나, 대상체의 혈압이 정상 그룹으로 분류되어야 하더라도 고혈압 위험 그룹으로 분류되는 것을 고려하여 분석 결과를 함께 제공하는 것을 포함한다.

[0087] 이 때, 혈압 상태를 제공하는 단계(S600)는 혈관의 탄력도 뿐만 아니라, 혈관의 탄력도를 예측할 수 있는 환자의 나이를 포함할 수도 있다.

[0088] 구체적으로 본 발명의 2차원 그래프상에 복수의 대상 특성 패턴을 도시하고, 혈압 상태를 분석한 결과를 도 3 내지 도 10을 참조하여 설명한다.

[0089] 도 3은 본 발명의 각 그룹의 패턴을 하나의 2차원 그래프 상에 도시한 도면이다.

[0090] 도 4는 PPG 신호를 이용한 혈압영역 판별도이다.

[0091] 도 5는 본 발명의 2차원 그래프에 대한 각 그룹의 패턴 분석 결과를 나타낸 도면이다.

[0092] 도 6 및 도 7은 본 발명의 고혈압 그룹에 대한 패턴 분석 결과를 나타낸 도면이다.

[0093] 도 8은 본 발명의 고혈압 위험 그룹에 대한 패턴 분석 결과를 나타낸 도면이다.

[0094] 도 9 및 도 10은 본 발명의 정상 그룹에 대한 패턴 분석 결과를 나타낸 도면이다.

[0095] 도 3은 고혈압 그룹, 고혈압 위험 그룹 및 정상 그룹의 패턴을 제1고유벡터와 제2고유벡터로 나타낸 2차원 그래프 상에 모두 함께 나타낸 그래프이다.

[0096] 도 3을 참조하면, 고혈압 그룹, 고혈압 위험 그룹 및 정상 그룹은 정확하게 나뉘어져 있지 않고, 중첩되는 구간이 존재한다.

[0097] 중첩되는 구간에서는 패턴 이외의 분석이 필요하며, 또한, 중첩되지 않는 구간에 대하여도 혈압 이외의 요소로 인하여 다른 그룹의 패턴과 같이 나타나는 경우도 있다.

[0098] 또한, 도 4는 PPG 신호에서 도출된 최대하위진폭값들의 패턴에서 선형판별분석의 제1고유벡터와 제2고유벡터를 이용하여 분류된 결과를 혈압영역 판별도로 도시한 것이다.

[0099] 도 4를 참조하면, 판별도는 구체적으로 고혈압 1단계(고혈압 그룹 중 낮은 혈압 단계), 고혈압 2단계(고혈압 그룹 중 높은 혈압 단계), 고혈압 위험 1단계(고혈압 위험 그룹 중 낮은 혈압 단계), 고혈압 위험 2단계(고혈압 위험 그룹 중 높은 혈압 단계), 정상 1(정상 그룹 중 낮은 혈압 단계), 정상 2(정상 그룹 중 보통 혈압 단계) 및 정상 3(정상 그룹 중 높은 혈압 단계)으로 분류하여 도시하고 있으며, 중첩되는 구간에 대하여도 도시하고 있다.

[0100] 도 4의 분류를 기반으로 하여 각 단계에 대하여 상세하게 설명한다.

[0101] 먼저, 도 5를 참조하면, 도 5의 (a)는 고혈압 그룹의 2차원 그래프, 도 5의 (b)는 고혈압 위험 그룹의 2차원 그래프, 도 5의 (c)는 정상 그룹의 2차원 그래프를 나타낸 것이다.

[0102] 또한 도 6 내지 도 10은 혈압 상태를 더욱 상세하게 분류하고 있다.

[0103] 따라서, 각 단계에 대하여 도 5와 도 6 내지 도 10을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0104] 고혈압 그룹에 해당되는 도 5의 (a) 및 도 6의 (a) 내지 (c)을 참조하면, 고혈압 그룹의 경우에는 제1고유벡터와 제2고유벡터로 나타낸 2차원 그래프 상에서 제2고유벡터 값이 0이상인 분포를 나타내며, 제1고유벡터는 -0.02 내지 +0.02 범위에 분포하고, 제1고유벡터의 양수 값이 크고, 제2고유벡터의 양수 값이 클수록 더 높은 혈압을 나타낸다.

[0105] 특히, 제2고유벡터 값이 +0.02 내지 +0.059의 범위는 고혈압 1단계를 나타내고, 제2고유벡터 값이 +0.06 이상의 범위는 고혈압 2단계를 나타낸다.

[0106] 도 6의 (b)는 제2고유벡터 값이 +0.06 이상인 구간, 즉, 고혈압 2단계에 해당하는 대상체들의 왼손과 오른손의 최대하위진폭 전체파형들을 나타내는 것이며, 도 6의 (c)는 제2고유벡터 값이 +0.02 내지 +0.059 이상인 구간에 해당되는 대상체들의 왼손과 오른손의 최대하위진폭 전체파형들을 나타내는 것이다.

[0107] 도 5의 (a)를 참조하면, 제1고유벡터의 값이 -0.02 내지 +0.02와 제2고유벡터의 값이 0 내지 +0.02 구간에 패턴이 나타나는 경우가 드물게 발생하는 것을 확인할 수 있다.

[0108] 이 경우 해당 구간은 원래 고혈압 위험 그룹의 구간으로서, 해당 구간에 나타나는 경우는 고혈압에 해당됨에도 혈관 탄력도가 있는 경우, 본래의 고혈압 그룹의 패턴이 아닌 고혈압 위험 그룹의 패턴으로 나타난다.

[0109] 또한, 도 7을 참조하면, 고혈압 그룹의 이완기혈압(diastolic BP)이 100이상인 대상체들로서, 고혈압 그룹 대상체들의 최대하위진폭 전체평균에서 각 대상체의 평균값과의 차이가 0.0010이하의 값을 보인 경우이다. 이와 같은 경우에는, 혈관탄력도의 유연성이 감소하여 PPG를 이용한 최대하위진폭 값들로 반영될 수 있다.

[0110] 고혈압 위험 그룹에 해당되는 도 5의 (b) 및 도 8의 (a) 내지 (c)을 참조하면, 고혈압 위험 그룹의 경우에는 제1고유벡터와 제2고유벡터로 나타낸 2차원 그래프 상에서 제1고유벡터 값이 음수이고, 제2고유벡터 값이 +0.02 이하인 구간에 주요분포를 이룬다.

[0111] 특히, 도 8의 (b)를 참조하면, 제1고유벡터 값이 -0.02 내지 0이고, 제2고유벡터 값이 0 내지 +0.02인 구간에 나타나는 패턴의 경우에는 고혈압 위험 2단계로 다수가 중장년층들(평균: 60.5세)의 패턴에 해당된다.

[0112] 반면, 도 8의 (c)를 참조하면, 제1고유벡터 값이 -0.02 미만이고, 제2고유벡터 값이 +0.02 이하인 구간에 나타나는 패턴의 경우에는 고혈압 위험 1단계로 주로 젊은 연령층(평균: 39.2세)의 패턴에 해당된다.

[0113] 제1고유벡터 값이 0 내지 +0.02이고 제2고유벡터 값이 0 내지 +0.02 구간에 패턴이 나타나는 경우가 드물게 발생하는 것을 확인할 수 있는데, 이 경우에는 도 5의 (a)에서 상술한 바와 같이, 주로 20~30대의 패턴으로서 혈관 탄력도가 있는 경우, 본래의 고혈압 위험 그룹의 패턴이 아닌 정상 그룹의 패턴으로 나타난다.

[0114] 정상 그룹에 해당되는 도 5의 (c), 도 9 및 도 10의 (a) 내지 (c)를 참조하면, 정상 그룹의 경우에는 제1고유벡터와 제2고유벡터로 나타낸 2차원 그래프 상에서 제1고유벡터 값이 -0.02 이상이고, 제2고유벡터 값이 +0.02 이하인 구간에 주요분포를 이룬다.

[0115] 특히, 도 10의 (a)를 참조하면, 제1고유벡터 값이 -0.02 내지 0이고, 제2고유벡터 값이 +0.02 이하에 나타나는 패턴의 경우에는 정상 3으로 주로 40대 이상의 중장년층들의 패턴에 해당되나, 고혈압 위험 2단계의 패턴 분포와 중첩구간에 위치한다.

[0116] 상기와 같이, 정상 혈압의 경우 중장년층에서 부분적으로 고혈압 위험 그룹과 겹치는 패턴 경향성을 보이는데, 이유는 혈압약 복용 등으로 혈압 수치는 정상적으로 보이나, 고령화로 인한 혈관의 노화, 혈관의 칼슘화 현상 등의 모세혈관 상의 탄력도 저하로 인하여 고혈압 위험 구간에 정상 패턴이 나타날 수 있다.

[0117] 도 10의 (b)를 참조하면, 제1고유벡터 값이 0 내지 +0.02이고, 제2고유벡터 값이 +0.02이하에 나타나는 패턴의 경우에는 정상 2를 나타내며, 도 10의 (c)를 참조하면, 제1고유벡터 값이 0.02를 초과하고, 제2고유벡터 값이 +0.02이하에 나타나는 패턴의 경우에는 정상 1을 나타낸다.

[0118] 상술한 바와 같이, 본 발명에 의하면 대상체의 PPG로부터 획득한 고유 패턴만을 가지고 혈압의 상태를 분류하는 것이 아니라, 혈관의 탄력도, 나이 등을 고려하여 정확하게 혈압을 분석할 수 있다.

[0119] 따라서, 상술한 내용을 종합하면, 혈압 분석 시, 단순하게 패턴만을 기반으로 분석하면 혈압 분석에 있어 오류

가 많이 발생할 수 있고, 혈압 이외의 요소로서 나이, 체중, 운동, 혈관의 탄력도, 혈압약 복용 여부, 혈관의 칼슘화 현상 및 모세혈관 상의 탄력도 저하도 함께 고려하여 정확하게 혈압을 분석할 수 있다.

[0120] 상술한 내용에 따라, 혈압 상태의 그룹 분류 및 분석 방법을 보다 구체화할 수 있다.

[0121] 또한, 본 발명에 의하면 PPG 신호로부터 도출되는 맥파만으로는 정확하게 분석하기 어려운 혈압 상태를 혈압 이외의 요소들을 함께 적용함으로써 보다 정확하게 혈압 상태를 분석할 수 있는 효과가 있다.

[0122] 본 발명의 다른 실시예에 따른 광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 컴퓨터 장치는, 대상체의 손가락으로부터 PPG 측정 값을 수신하고, 수신한 PPG 측정 값으로부터 도출된 정규화 맥파 신호를 미리 정해진 하나 이상의 윈도우로 분할하되, 윈도우는 미리 정해진 윈도우 영역 범위에 기반하여 분할되는 것이고, 분할된 각각의 윈도우 중 하나의 윈도우로부터 최대 하위 진폭값을 추출하고, 추출된 최대 하위 진폭값에서 대상 특성 패턴을 추출하고, 대상 특성 패턴에 대하여 선형판별분석 알고리즘을 이용하여 제1대상고유벡터 및 제2대상고유벡터를 도출하고, 대상 특성 패턴의 제1대상고유벡터 및 제2대상고유벡터를 2차원 그래프 상에 도시하고, 2차원 그래프를 이용하여 혈압 상태를 제공하는 것이다.

[0123] 본 발명의 광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 컴퓨터 장치는 각각의 수행 과정 및 구성에 있어서, 상술한 광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 방법과 동일하게 적용된다.

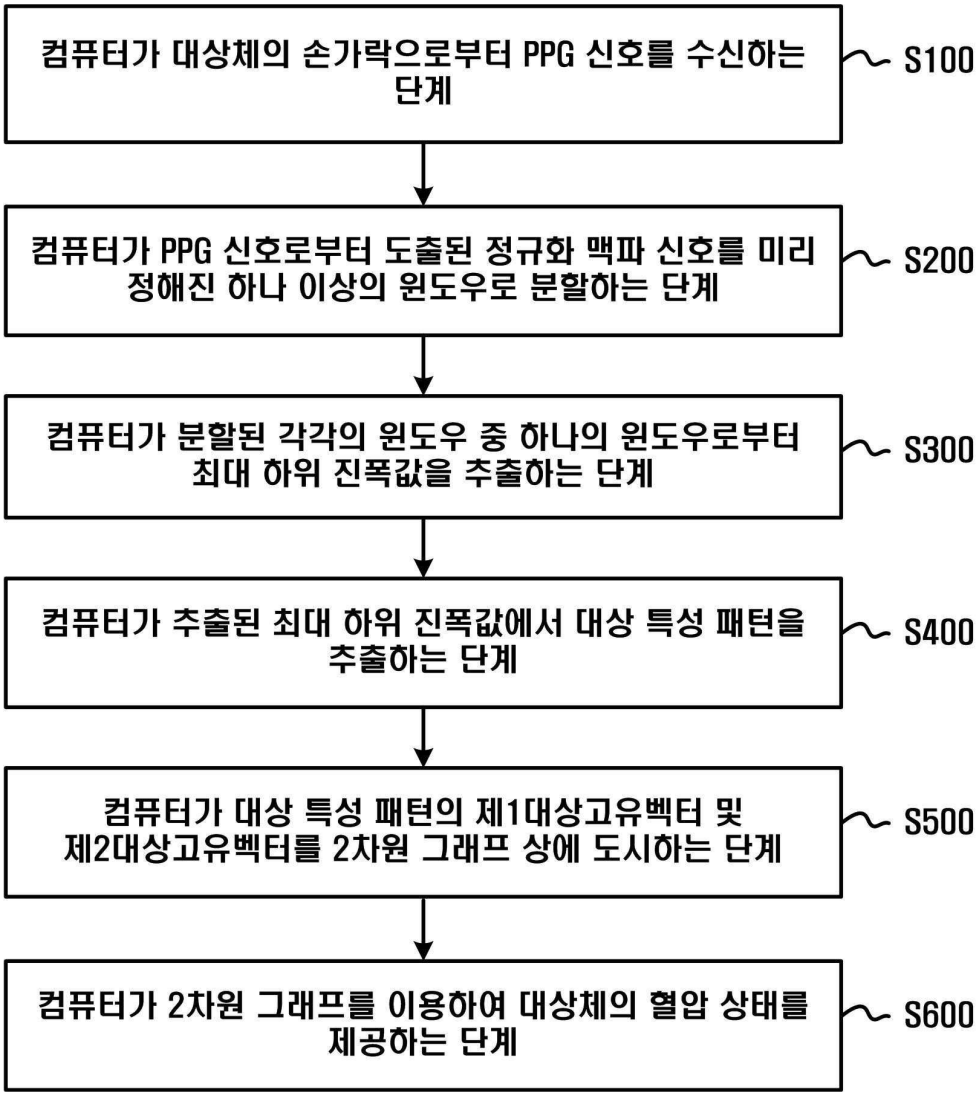
[0124] 이상에서 상술한 본 발명의 일 실시예에 따른 방법인, 광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 방법은 하드웨어인 컴퓨터가 결합되어 실행되기 위해 광전용적맥파를 이용한 혈압 측정 및 혈압 분석 방법 컴퓨터 프로그램(또는 어플리케이션)으로 구현되어 매체에 저장될 수 있다.

[0125] 본 발명의 실시예와 관련하여 설명된 방법 또는 알고리즘의 단계들은 하드웨어로 직접 구현되거나, 하드웨어에 의해 실행되는 소프트웨어 모듈로 구현되거나, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 소프트웨어 모듈은 RAM(Random Access Memory), ROM(Read Only Memory), EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM), 플래시 메모리(Flash Memory), 하드 디스크, 착탈형 디스크, CD-ROM, 또는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 잘 알려진 임의의 형태의 컴퓨터 판독가능 기록매체에 상주할 수도 있다.

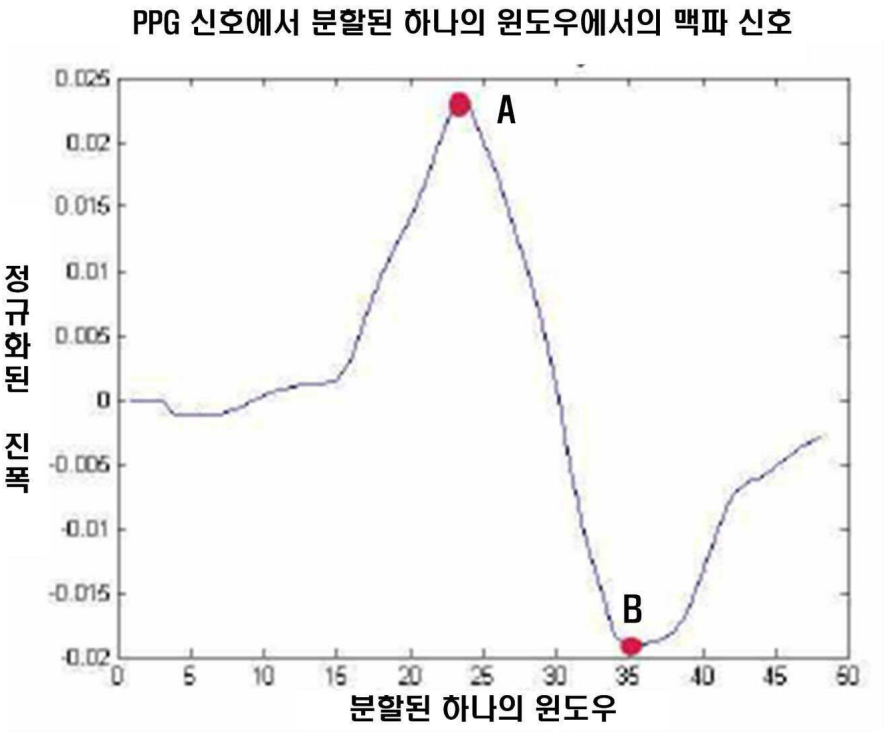
[0126] 이상, 첨부된 도면을 참조로 하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며, 제한적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

도면

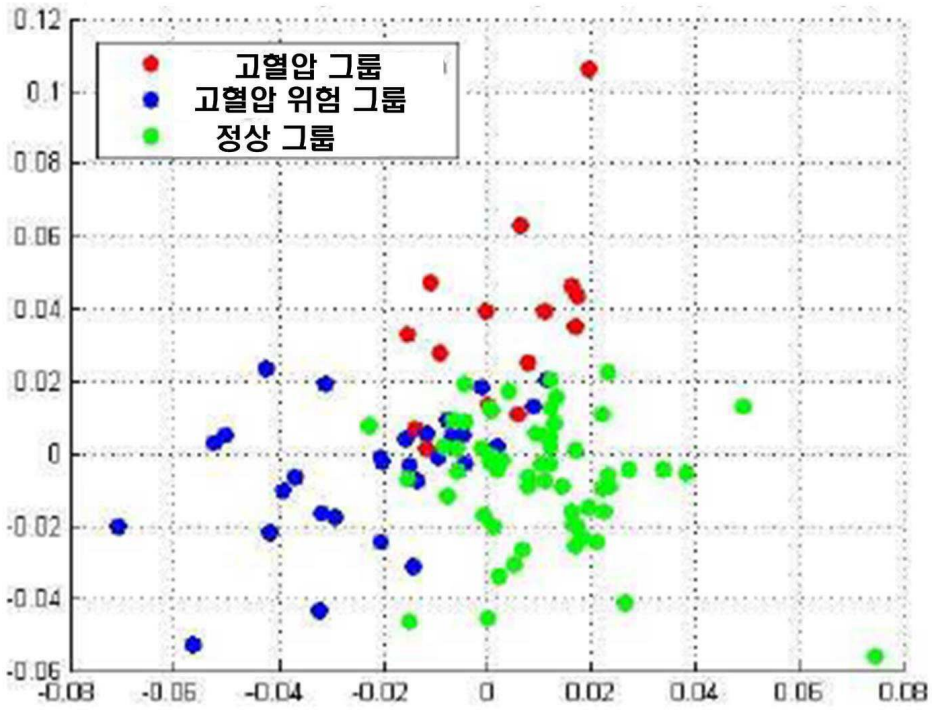
도면1


컴퓨터가 대상체의 손가락으로부터 PPG 신호를 수신하는 단계
S100
컴퓨터가 PPG 신호로부터 도출된 정규화 맥파 신호를 미리 정해진 하나 이상의 윈도우로 분할하는 단계
S200
컴퓨터가 분할된 각각의 윈도우 중 하나의 윈도우로부터 최대 하위 진폭값을 추출하는 단계
S300
컴퓨터가 추출된 최대 하위 진폭값에서 대상 특성 패턴을 추출하는 단계
S400
컴퓨터가 대상 특성 패턴의 제1대상고유벡터 및 제2대상고유벡터를 2차원 그래프 상에 도시하는 단계
S500
컴퓨터가 2차원 그래프를 이용하여 대상체의 혈압 상태를 제공하는 단계
S600

도면2


PPG 신호에서 분할된 하나의 윈도우에서의 맥파 신호
정규화된 진폭
분할된 하나의 윈도우
A
B
0.025
0.02
0.015
0.01
0.005
0
-0.005
-0.01
-0.015
-0.02
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50

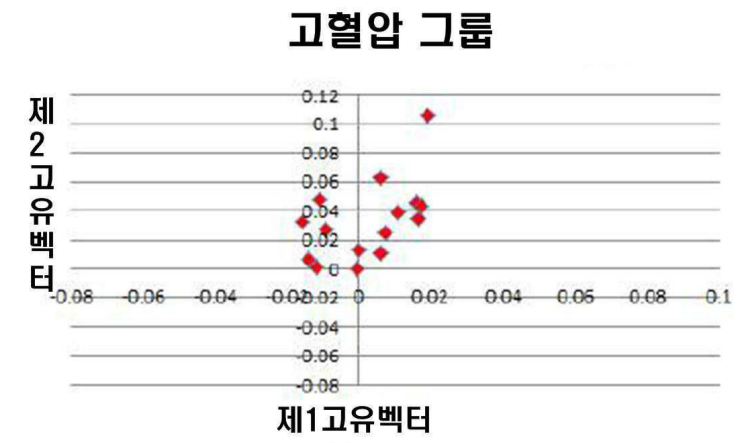
도면3


고혈압 그룹
고혈압 위험 그룹
정상 그룹
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
-0.02
-0.04
-0.06
-0.08
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
0.08

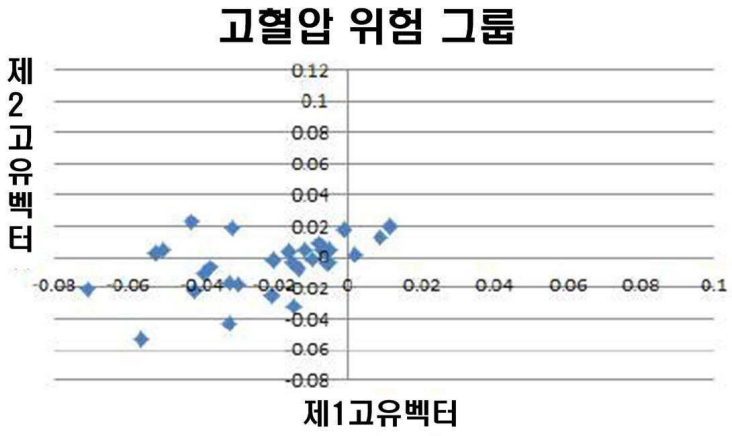
도면4


고혈압 2단계
고혈압 위험 2단계
및
정상 3 중첩
고혈압 1단계
고혈압 위험 1단계
정상 2
정상 1
0.1
0.08
0.04
0
-0.02
-0.04
-0.06
-0.08
-0.06
-0.04
0.04
0.06
0.08
제2고유벡터
제1고유벡터

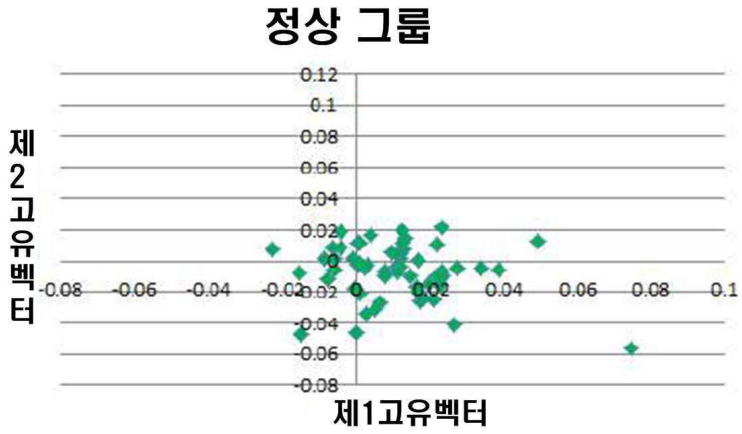
도면5


고혈압 그룹
제2고유벡터
제1고유벡터

(a)


고혈압 위험 그룹
제2고유벡터
제1고유벡터

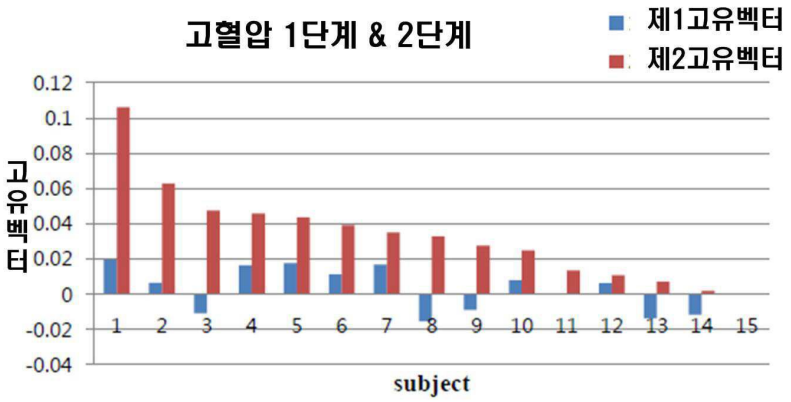
(b)


정상 그룹
제2고유벡터
제1고유벡터

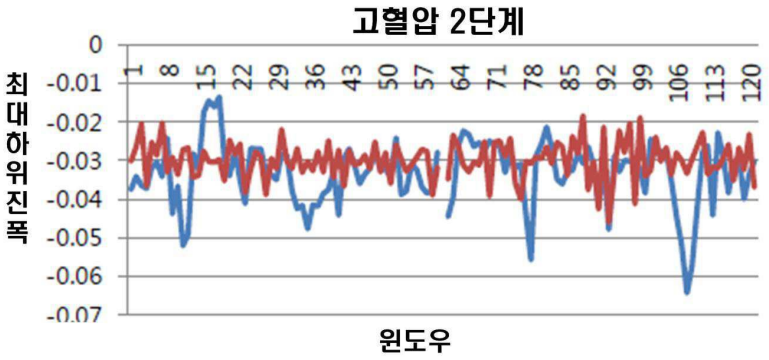
(c)

도면6

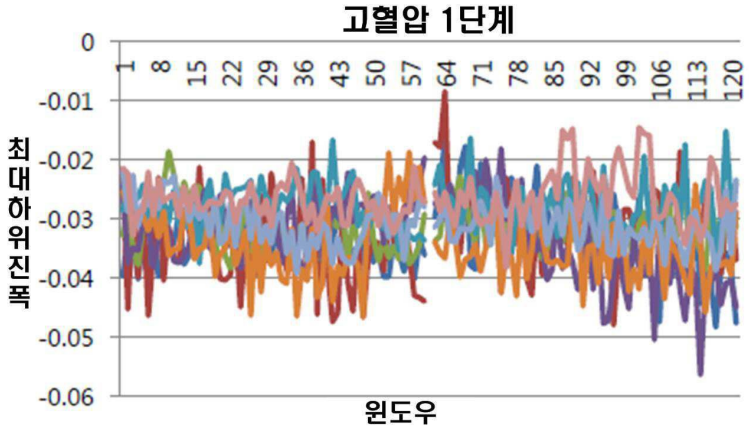
(a)


고혈압 1단계 & 2단계
제1고유벡터
제2고유벡터
고유벡터
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
-0.02
-0.04
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
subject

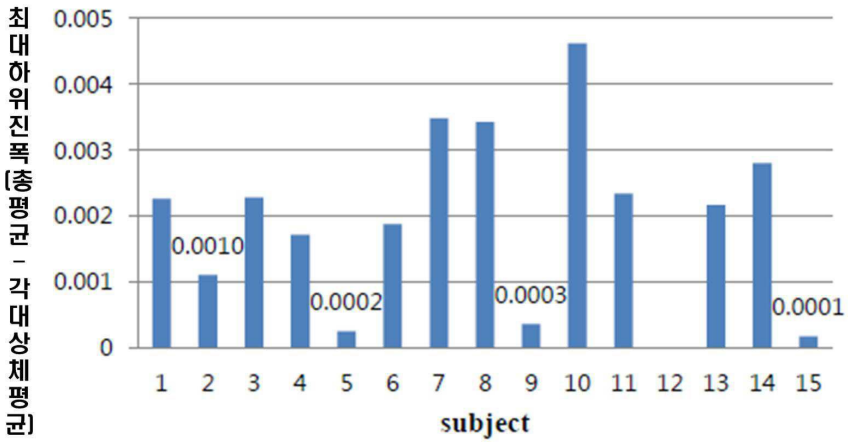
(b)


고혈압 2단계
최대하위진폭
0
-0.01
-0.02
-0.03
-0.04
-0.05
-0.06
-0.07
1 8 15 22 29 36 43 50 57 64 71 78 85 92 99 106 113 120
윈도우

(c)

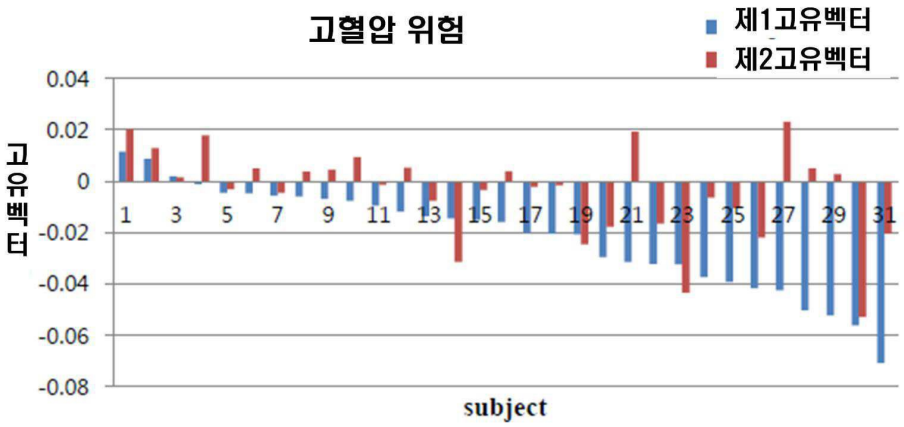

고혈압 1단계
최대하위진폭
0
-0.01
-0.02
-0.03
-0.04
-0.05
-0.06
1 8 15 22 29 36 43 50 57 64 71 78 85 92 99 106 113 120
윈도우

도면7

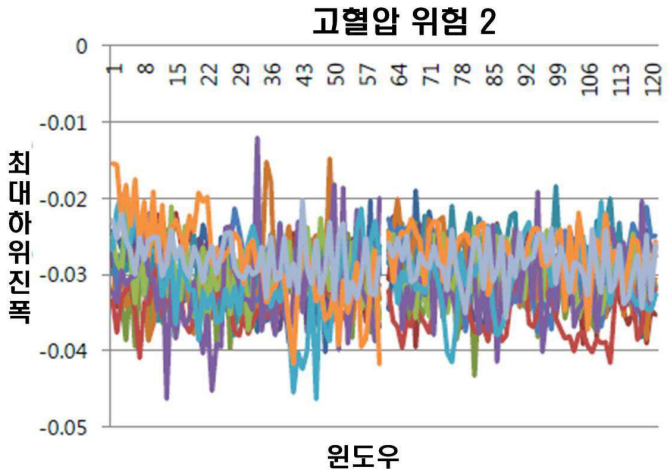

최대하위진폭(총평균 - 각대상체평균)
0.005
0.004
0.003
0.002
0.001
0
0.0010
0.0002
0.0003
0.0001
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
subject

도면8

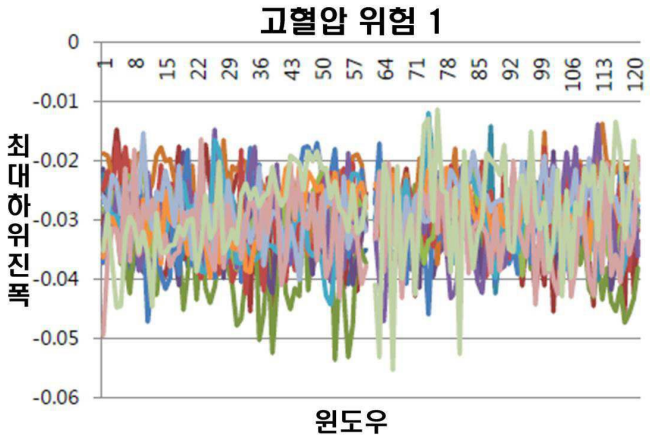
(a)


고혈압 위험
제1고유벡터
제2고유벡터
고유벡터
0.04
0.02
0
-0.02
-0.04
-0.06
-0.08
1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 27 29 31
subject

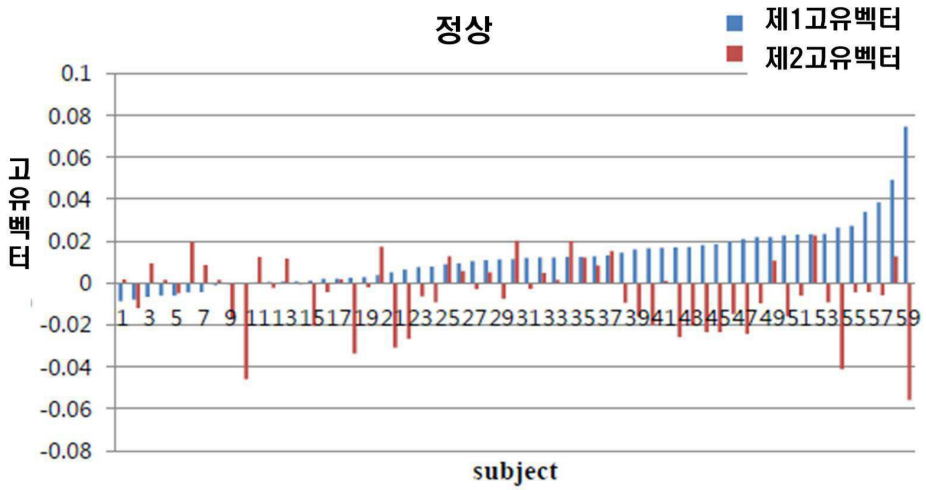
(b)


고혈압 위험 2
최대하위진폭
0
-0.01
-0.02
-0.03
-0.04
-0.05
1 8 15 22 29 36 43 50 57 64 71 78 85 92 99 106 113 120
윈도우

(c)

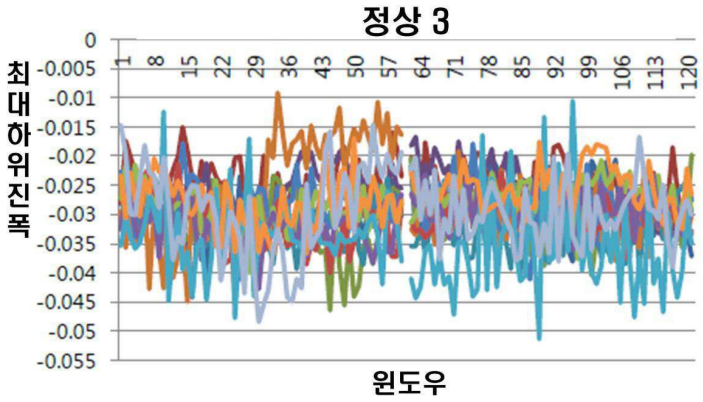

고혈압 위험 1
최대하위진폭
0
-0.01
-0.02
-0.03
-0.04
-0.05
-0.06
1 8 15 22 29 36 43 50 57 64 71 78 85 92 99 106 113 120
윈도우

도면9

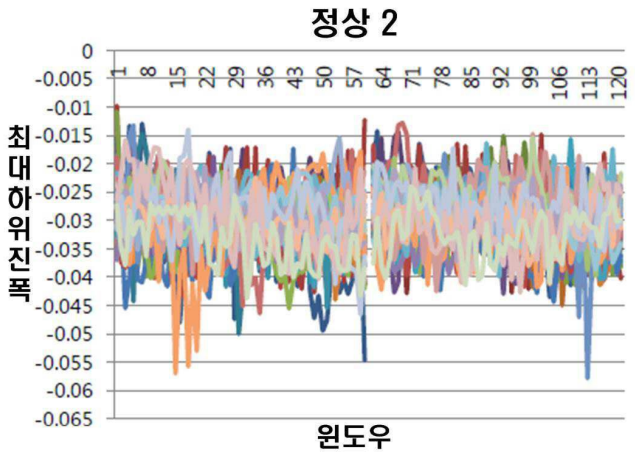

정상
제1고유벡터
제2고유벡터
고유벡터
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
-0.02
-0.04
-0.06
-0.08
subject

도면10

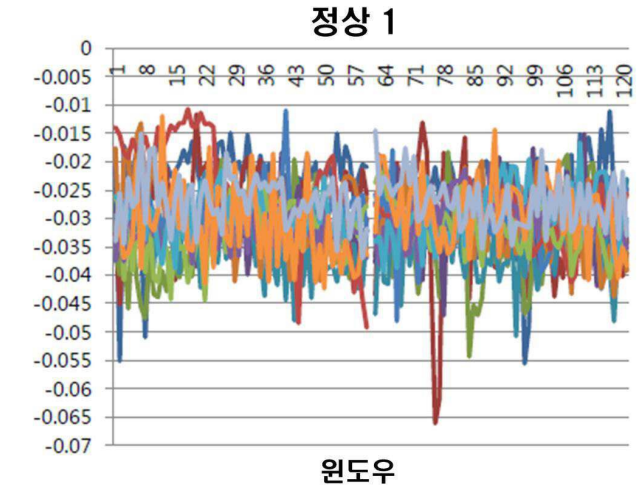
(a)


정상 3
최대하위진폭
0
-0.005
-0.01
-0.015
-0.02
-0.025
-0.03
-0.035
-0.04
-0.045
-0.05
-0.055
1 8 15 22 29 36 43 50 57 64 71 78 85 92 99 106 113 120
윈도우

(b)


정상 2
최대하위진폭
0
-0.005
-0.01
-0.015
-0.02
-0.025
-0.03
-0.035
-0.04
-0.045
-0.05
-0.055
-0.06
-0.065
1 8 15 22 29 36 43 50 57 64 71 78 85 92 99 106 113 120
윈도우

(c)


정상 1
0
-0.005
-0.01
-0.015
-0.02
-0.025
-0.03
-0.035
-0.04
-0.045
-0.05
-0.055
-0.06
-0.065
-0.07
1 8 15 22 29 36 43 50 57 64 71 78 85 92 99 106 113 120
윈도우