



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년03월29일
(11) 등록번호 10-2379992
(24) 등록일자 2022년03월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A63B 24/00 (2006.01) A63B 71/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A63B 24/0075 (2013.01)
A63B 24/0062 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0138377(분할)
(22) 출원일자 2019년11월01일
심사청구일자 2021년07월14일
(65) 공개번호 10-2020-0010147
(43) 공개일자 2020년01월30일
(62) 원출원 특허 10-2018-0083450
원출원일자 2018년07월18일
심사청구일자 2018년07월18일
(56) 선행기술조사문헌
KR101830371 B1*
KR1020090085403 A*
KR1020180017530 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 비플렉스
대전광역시 유성구 유성대로 1205번길 9, 3층 (자
운동)
(72) 발명자
정창근
대전광역시 유성구 전민로 38, 303호
유성재
대전광역시 유성구 전민로 34, 303호
배효신
서울특별시 송파구 올림픽로35가길 9, 101동 270
1호
(74) 대리인
김명진

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 감성욱

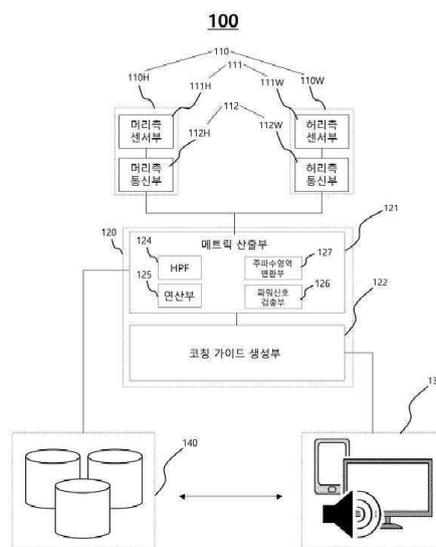
(54) 발명의 명칭 사용자의 운동을 코칭하는 자동 코칭 시스템 및 방법

(57) 요약

자동 코칭 시스템 및 사용자의 운동 상태에 관한 자동 코칭 방법이 제공된다. 상기 사용자의 운동 상태에 관한 자동 코칭 방법은, 자동 코칭 시스템에서 적용되는 사용자의 운동 상태에 관한 자동 코칭 방법으로서, 상기 사용자에게 착용된 가속도 센서 또는 위치 센서에서 수집된 데이터를 이용하여 적어도 하나의 메트릭을 산출하는 메트

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



릭 산출 단계; 상기 산출된 메트릭과 미리 저장된 메트릭 기준 값의 오차율을 연산하고, 상기 오차율에 기초하여 신규 코칭 대상 메트릭을 선정하고 상기 코칭 대상 메트릭과 관련된 코칭 메시지를 출력하는 신규 코칭 대상 메트릭 선정 단계; 상기 신규 코칭 대상 메트릭이 선정되지 않은 경우에 신규 메트릭 개선 발생을 확인하고 상기 신규 메트릭 개선이 있는 경우에 알람을 출력하는 신규 메트릭 개선 확인 단계; 및 상기 메트릭 개선 및 상기 신규 코칭 대상 메트릭이 없는 경우에 운동 상태에 대한 알람을 출력하는 운동 상태 출력 단계를 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류

A63B 71/0622 (2013.01)

A63B 2220/40 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

자동 코칭 시스템에서 적용되는 사용자의 운동 상태에 관한 자동 코칭 방법으로서,

상기 사용자에게 착용된 가속도 센서 또는 위치 센서에서 수집된 데이터를 이용하여 적어도 하나의 메트릭을 산출하는 메트릭 산출 단계;

상기 산출된 메트릭과 미리 저장된 메트릭 기준 값의 오차율을 연산하고, 상기 오차율에 기초하여 신규 코칭 대상 메트릭을 선정하고 상기 신규 코칭 대상 메트릭과 관련된 코칭 메시지를 출력하는 신규 코칭 대상 메트릭 선정 단계;

상기 신규 코칭 대상 메트릭이 선정되지 않은 경우에 신규 메트릭 개선 발생을 확인하고 상기 신규 메트릭 개선이 있는 경우에 알람을 출력하는 신규 메트릭 개선 확인 단계; 및

상기 메트릭 개선 및 상기 신규 코칭 대상 메트릭이 없는 경우에 운동 상태에 대한 알람을 출력하는 운동 상태 출력 단계를 포함하고,

상기 오차율과 신규 코칭 후보 메트릭에 대응하는 가중치를 곱하여 상기 신규 코칭 대상 메트릭의 우선순위를 결정하는,

자동 코칭 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 메트릭 산출 단계는 상기 가속도 센서에서 수집된 데이터를 고속 푸리에 변환(FFT)한 후, 5Hz 이상의 컷오프 주파수 영역을 가지는 하이패스 필터를 거친 데이터에 기초하여 순간 수직 부하율(IVLR) 추정치 메트릭을 포함하는 부상 위험성 관련 메트릭을 산출하는 단계를 포함하는,

자동 코칭 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 순간 수직 부하율(IVLR) 추정치 메트릭을 포함하는 부상 위험성 관련 메트릭을 산출하는 단계는 일정 기간 동안의 상기 가속도 센서에서 수집된 수직 방향 가속도 데이터를 고속 푸리에 변환한 후, 상기 하이패스 필터를 거친 데이터에 기초하여 연산된 파워값에 의해 추정치를 산출하는 단계를 포함하는,

자동 코칭 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 메트릭 산출 단계는 사용자의 질량 중심 위치에 기초하여 압력 중심 경로를 추산치를 연산하고, 상기 압력 중심 경로 추산치에 기초하여 연산된 보폭 메트릭 및 보간 메트릭을 포함하는 운동 자세 관련 메트릭을 산출하는 단계를 포함하는,

자동 코칭 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

신규 코칭 대상 메트릭 선정 단계는 상기 오차율에 기초하여 신규 코칭 후보 메트릭을 선정한 후, 선정된 신규

코칭 후보 메트릭 중 가장 우선순위가 높은 적어도 하나의 메트릭을 신규 코칭 대상 메트릭으로 선별하는, 자동 코칭 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 신규 코칭 대상 메트릭 선별시, 상기 신규 코칭 후보 메트릭의 알람 빈도 수가 고려되는,
자동 코칭 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,
신규 코칭 대상 메트릭 선정 단계는 상기 신규 코칭 대상 메트릭으로 선별된 메트릭을 코칭 대상 리스트에 저장하는 단계를 포함하는
자동 코칭 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 신규 메트릭 개선 확인 단계는, 상기 코칭 대상 리스트에 저장된 메트릭 중 적어도 어느 하나가 개선 기준 오차율 이상 개선되었는지 확인하는 단계를 포함하는,
자동 코칭 방법.

청구항 9

사용자에 착용된 가속도 센서 또는 위치 센서를 포함하는 센서 신호 수집부;
상기 센서 신호 수집부에서 수집된 데이터를 이용하여 적어도 하나의 메트릭을 산출하는 메트릭 산출부;
상기 산출된 메트릭과 미리 저장된 메트릭 기준 값의 오차율을 연산하고, 상기 오차율에 기초하여 신규 코칭 대상 메트릭을 선정하며, 코칭 가이드에서 선정한 신규 코칭 대상 메트릭과 관련된 코칭 메시지를 생성하고, 상기 신규 코칭 대상 메트릭이 선정되지 않은 경우에 신규 메트릭 개선 발생을 확인하고 상기 신규 메트릭 개선에 대한 알람 메시지를 생성하며, 상기 메트릭 개선 및 상기 신규 코칭 대상 메트릭이 없는 경우에 운동 상태에 대한 알람 메시지를 생성하는 코칭 가이드 생성부; 및
상기 신규 코칭 대상 메트릭과 관련된 코칭 메시지, 상기 신규 메트릭 개선에 대한 알람 메시지 및 상기 운동 상태에 대한 알람 메시지를 출력하는 코칭 가이드 출력부를 포함하고,
상기 오차율과 신규 코칭 후보 메트릭에 대응하는 가중치를 곱하여 상기 신규 코칭 대상 메트릭의 우선순위를 결정하는,
자동 코칭 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 사용자의 운동을 코칭하는 자동 코칭 시스템 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 사용자의 운동정보, 자세정보, 또는 부상 위험성 정보에 관한 메트릭(Metric)에 대해 코칭 값을 자동으로 생성하고 출력하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현대인의 일상생활에서의 운동량은 적절한 신체 건강을 유지하기에 상당히 부족하다는 점이 꾸준히 지적되어 왔으며, 이에 따라 효과적으로 건강을 촉진할 수 있도록 하는 체계적인 운동 방법에 대한 관심도가 높아지고 있다. 이러한 요구에 부합하는 운동 방법 중 하나로서, 누구나 쉽게 할 수 있는 보행 또는 주행 운동이 있다.

- [0003] 그런데 과체중인 사람, 관절이 약한 노약자 등의 경우에는, 이러한 보행 또는 주행 운동이 무릎, 발목 등 체중이 실리거나 지면 반력을 받는 관절에 충격을 주게 되어, 오히려 운동으로 인한 관절 손상이 발생할 위험성이 있다는 점이 지적되어 왔다. 한편 일반적으로 사람들이 보행 또는 주행 운동을 하기 위해서는, 헬스 센터 등의 러닝 머신을 사용하기도 하지만, 야외 산책로, 공원 등을 이용하는 경우도 매우 많다.
- [0004] 그런데 이러한 야외 산책로 등의 바닥이 아스팔트 등과 같이 딱딱한 경우나, 충분히 충격 흡수를 해 주지 못하는 신발을 신고 운동을 하는 경우 등에는, 일반적인 건강 상태를 가진 사람도 충격에 의해 관절 손상이 올 위험성이 있다.
- [0005] 이러한 문제를 방지하기 위하여 충격 흡수 기능이 있는 러닝화를 개발하거나, 러닝 머신에서 부상 위험을 최소화하기 위한 다양한 설계를 개발하는 등의 다양한 연구 노력이 이루어지고 있다.
- [0006] 전문적으로 주행 시 충격 흡수에 대한 연구를 하는 연구자 또는 기술자 집단의 경우라면, 연구 개발을 위한 다양한 실험 장비들을 갖추고 있으며, 따라서 주행 시 발생하는 충격과 부상 위험성의 관계를 예측하거나 이를 적용하여 새로운 제품 설계를 할 수 있다. 그러나 전문적으로 이러한 연구를 하는 집단 외에 일반인들이 실제로 보행 또는 주행 시 얼마나 충격을 받고 있는지, 또한 그로 인하여 부상 위험이 얼마나 있는지를 스스로 가늠하는 것은 거의 불가능하다. 또한 일반인이 상술한 바와 같은 전문 연구 시설에 가서 자신의 주행 시 자세와 부상 위험성 측정을 하는 것 역시 실질적으로 불가능하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 한국특허등록 제1430135호("신발 바닥창", 2014.08.07)
- (특허문헌 0002) 한국특허공개 제2011-0107420호("낙상예방 및 보행 훈련시스템", 2011.10.04)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 일반인도 용이하게 착용하고 운동할 수 있는 휴대용 장비를 사용하여 운동 자세, 부상 위험성 정도를 사용자에게 알려주고 적절하게 코칭을 수행할 수 있는 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.
- [0009] 다만, 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제들은 상기 과제들로 한정되는 것이 아니며, 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위에서 다양하게 확장될 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자의 운동 상태에 관한 자동 코칭 방법은, 자동 코칭 시스템에서 적용되는 사용자의 운동 상태에 관한 자동 코칭 방법으로서, 상기 사용자에게 착용된 가속도 센서 또는 위치 센서에서 수집된 데이터를 이용하여 적어도 하나의 메트릭을 산출하는 메트릭 산출 단계; 상기 산출된 메트릭과 미리 저장된 메트릭 기준 값의 오차율을 연산하고, 상기 오차율에 기초하여 신규 코칭 대상 메트릭을 선정하고 상기 코칭 대상 메트릭과 관련된 코칭 메시지를 출력하는 신규 코칭 대상 메트릭 선정 단계; 상기 신규 코칭 대상 메트릭이 선정되지 않은 경우에 신규 메트릭 개선 발생을 확인하고 상기 신규 메트릭 개선이 있는 경우에 알람을 출력하는 신규 메트릭 개선 확인 단계; 및 상기 메트릭 개선 및 상기 신규 코칭 대상 메트릭이 없는 경우에 운동 상태에 대한 알람을 출력하는 운동 상태 출력 단계를 포함할 수 있다.
- [0011] 이 경우, 상기 메트릭 산출 단계는 상기 가속도 센서에서 수집된 데이터를 고속 푸리에 변환(FFT)한 후, 5Hz 이상의 컷오프 주파수 영역을 가지는 하이패스 필터를 거친 데이터에 기초하여 순간 수직 부하율(IVLR) 추정치 메트릭을 포함하는 부상 위험성 관련 메트릭을 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 순간 수직 부하율(IVLR) 추정치 메트릭을 포함하는 부상 위험성 관련 메트릭을 산출하는 단계는 일정 기간 동안의 상기 가속도 센서에서 수집된 수직 방향 가속도 데이터를 고속 푸리에 변환한 후, 상기 하이패스 필터를 거친 데이터에 기초하여 연산된 파워값에 의해 추정치를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0013] 한편, 상기 메트릭 산출 단계는 사용자의 질량 중심 위치에 기초하여 압력 중심 경로를 추산치를 연산하고, 상기 압력 경로 추산치에 기초하여 연산된 보폭 메트릭 및 보간 메트릭을 포함하는 운동 자세 관련 메트릭을 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 또한, 신규 코칭 대상 메트릭 선정 단계는 상기 오차율에 기초하여 신규 코칭 후보 메트릭을 선정한 후, 선정된 신규 코칭 후보 메트릭 중 가장 우선순위가 높은 적어도 하나의 메트릭을 신규 코칭 대상 메트릭으로 선별할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 우선순위는, 상기 오차율과 상기 신규 코칭 후보 메트릭에 대응하는 가중치의 곱으로 연산되며, 상기 신규 코칭 대상 메트릭 선별시, 상기 신규 코칭 후보 메트릭의 알람 빈도 수가 고려될 수 있다.
- [0016] 또한, 신규 코칭 대상 메트릭 선정 단계는 상기 신규 코칭 대상 메트릭으로 선별된 메트릭을 코칭 대상 리스트에 저장하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 신규 메트릭 개선 확인 단계는, 상기 코칭 대상 리스트에 저장된 메트릭 중 적어도 어느 하나가 개선 기준 오차율 이상 개선되었는지 확인하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 기타 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명에 따르면 간편하게 휴대가 가능하며 또한 머리, 허리 등과 같은 신체에 용이하게 착용할 수 있는 장비를 사용하여, 일반인이 스스로 운동 자세에 대해 코칭을 받거나, 주행 시 부상 위험성을 매우 용이하게 측정할 수 있다는 큰 효과가 있다. 특히 현대와 같이 대다수의 일반인들이 건강을 위한 운동을 하면서 자가 진단이 필요한 상황에서, 전문 관리 기관 등을 이용하지 않아도 스스로 이러한 부상 위험성을 측정할 수 있다는 점에서, 일반인의 건강 증진에 있어 비약적인 편의성 및 경제성 향상 효과가 있다.
- [0020] 또한, 장치 구성적인 측면에서, 본 발명에 의하면 가속도 센서와 같이 사용자의 동적 물리량을 측정하는 센서만을 이용할 수 있다는 큰 장점이 있다. 즉 기존에는 사용자의 발에 의해 눌림으로써 보행을 인지하는 압력 센서를 이용함으로써 장치 내구도 및 수명 저하 문제, 사용자 신체 치수에 따른 별도 장치 생산 및 사용 문제 등의 여러 문제들이 있었다. 그러나 본 발명의 경우 이러한 문제의 원인인 압력 센서를 발 부분에 배치한다는 기술 구성 자체가 완전히 배제되기 때문에, 상술한 바와 같은 여러 문제들이 원천적으로 제거되는 것이다. 물론 이로부터 사용자 편의성 향상, 사용자 또는 생산자 각각에서의 경제성 향상 등과 같은 효과 또한 얻을 수 있음은 당연하다.
- [0021] 또한, 사용자 경험(UX, User eXperience)의 관점에서, 코칭을 위하여 너무 자주 알람을 주는 경우에는 사용자는 불편함을 느낄 수 있으며, 효율적인 운동에 크게 지장을 줄 수 있으므로, 본 발명의 자동 코칭 시스템은 가장 중요하고 시급하게 개선되어야 할 운동 자세를 우선적으로 교정해 줄 수 있다.
- [0022] 다만, 본 발명의 효과는 상기 효과들로 한정되는 것이 아니며, 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위에서 다양하게 확장될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 기술적 사상이 적용될 수 있는 자동 코칭 시스템의 일 실시예를 도시한 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 기술적 사상이 적용될 수 있는 센서 신호 수집부의 착용 위치를 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 3 내지 도 8은 본 발명에서 적용될 수 있는 운동 자세 관련 메트릭 산출 방법의 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 9 내지 도 11은 본 발명에 적용될 수 있는 부상 위험성 관련 메트릭 산출 방법의 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 13은 본 발명의 기술적 사상이 적용될 수 있는 자동 코칭 방법을 도시한 흐름도이다.
- 도 14는 본 발명에 적용될 수 있는 신규 코칭 대상 메트릭 발생 확인 및 우선 순위가 높은 메트릭의 알람 방법을 도시한 흐름도이다.
- 도 15는 본 발명에 적용될 수 있는 메트릭 개선 발생 확인 및 메트릭 개선의 알람 방법을 설명하는 흐름도이다.

도 16은 본 발명에 적용될 수 있는 현재 운동 상태 알람 방법을 도시한 흐름도이다.

도 17은 본 발명에 적용될 수 있는 신규 코칭 대상 메트릭 발생 확인 방법을 상세하게 나타낸 흐름도이다.

도 18은 본 발명에 적용될 수 있는 메트릭 개선 발생 확인 방법을 상세하게 설명하는 흐름도이다.

도 19는 본 발명의 기술적 사상이 적용될 수 있는 순간 수직 부하율(IVLR) 추정 계수의 산출을 설명하기 위한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 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 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0025] 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, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0026] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 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.

[0027] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세하게 설명하고자 한다. 도면 상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.

자동 코칭 시스템

[0029] 도 1은 본 발명의 기술적 사상이 적용될 수 있는 자동 코칭 시스템의 일 실시예를 도시한 블록도이다.

[0030] 본 발명의 기술적 사상이 적용될 수 있는 자동 코칭 시스템(100)은 센서 신호 수집부(110), 제어부(120) 및 코칭 가이드 출력부(130)를 포함할 수 있다.

[0031] 센서 신호 수집부(110)는, 가속도, 속도 및 위치 등과 같은 사용자의 동적 물리량을 측정하며, 센서부(111) 및 통신부(112)를 포함할 수 있다. 이 경우, 센서부(111)의 하드웨어는 기본적으로 기본적으로 상하, 좌우, 전후를 포함하는 3축 방향의 가속도 센서를 포함한다. 이 경우, 센서부(111)는, 추가적으로 가속도 센서에 자이로스코프를 내장하여 6축 방향의 가속도를 측정할 수 있는 센서를 포함할 수 있다. 또는, 센서 신호 수집부(110)는, 예를 들어 가속도 센서, 자이로 센서 및 지자기 센서를 포함하여 9축 자세를 측정하는 센서일 수도 있다. 또는, 센서 신호 수집부(110)는, 예를 들어 GPS 신호 등의 위치 센서를 구비하여 사용자 위치까지 측정할 수도 있으며, 최근 GPS보다 정확성이 높은 초정밀 위성항법 기술 또는 실내 측위 기술을 적용하는 적절한 센서를 포함할 수 있다. 또한, 당업자는 센서 신호 수집부(110)로서 적절한 센싱 및 전력 사용을 고려한 적절한 센서를 구비할 수 있다.

[0032] 통신부(112)는 센서부(111)에서 수집된 원신호를 제어부(120)에 전달할 수 있으며, 센서부의 제어부(120)의 물리적인 위치에 따라 SPI, I2C, UART 등의 시리얼 통신일 수도 있으며, WiFi, Bluetooth 등의 무선 통신일 수도 있다.

[0033] 한편, 센서 신호 수집부(110)는, 착용 위치에 있어서 도 2(a) 내지 도 2(e)에 도시된 바와 같이, 머리, 허리, 가슴 등 사용자의 신체의 다양한 부위에 착용될 수 있다. 머리에 착용되는 경우 센서 신호 수집부(110)는 예컨대, 도 2(a)와 같이 헤어 밴드에 포함될 수 있으며, 또는 도 2(b)와 같이 모자, 이어폰에 포함될 수 있으며, 또는 도 2(c)와 같이 웨어러블 안경에 포함될 수도 있다. 또는 센서 신호 수집부(110)는, 가슴에 착용되는 경우 센서 신호 수집부(110)는 도 2(d)와 같은 가슴 밴드에 포함될 수도 있다.

[0034] 이 경우, 센서 신호 수집부(110)는, 도 2(a)와 같이 하나만 착용될 수 있고, 또는 도 2(e)와 같이 복수 개가 착용될 수 있다. 예컨대, 센서 신호 수집부(110)는 머리 및/또는 허리에 착용될 수 있다. 도 1은 센서부(111)가

머리측(111H)와 허리측(111W)에 동시에 설치된 경우에 대한 블록도이다. 단, 센서부(111)는 머리측(111H) 또는 허리측(111W) 중 어느 하나만 설치될 수도 있다.

- [0035] 기존의 운동량 측정을 위한 장치들은 사용자의 보행 모니터링을 위해 직접적으로 발로 눌러지는 부분인 신발 및 발판 등에 구비되는 압력 센서를 사용하였다. 이에 따라 센서의 손상이 빨리 일어나 장치 내구도 및 수명이 짧아지는 문제가 있었다. 또한, 사용 중 장치 손상으로 인한 보행 인식 및 분석 정확성의 저하, 잦은 장치 교체로 인한 편의성 및 경제성 저하 등의 문제가 있었다. 또한, 이러한 장치가 신발에 구비되는 경우 사용자의 발 크기에 따라 사용자마다 각각 별도의 장치가 필요하게 되어, 사용자의 편의성 및 경제성 저하가 가중되며, 생산자에게는 크기별로 별도 생산을 해야 하여 경제적 부담을 발생시키는 등의 문제가 있었다.
- [0036] 그러나 본 발명은 보행 인식을 함에 있어서 발로 누리는 압력을 사용한다는 개념을 완전히 탈피하여, 사용자의 머리 등에서 측정되는 가속도, 속도 및 위치 등과 같은 사용자의 동적 물리량을 측정하고 이하 기술할 본 발명의 특징적인 분석 알고리즘을 적용하여 보행의 인식, 감지 및 분석을 실현할 수 있다.
- [0037] 이처럼 본 발명은 종래기술과 비교하여, 측정 위치 및 측정 물리량이 상이하다. 이 때 앞서 종래기술에서 지적된 여러 문제점들의 근본적인 원인은 '압력 센서를 발 부분에 배치한다'는 기술 구성에서 오는 것인 바, 본 실시예에 의하면 그 구성만으로서 상술한 바와 같은 여러 문제들이 원천적으로 제거될 수 있다.
- [0038] 한편, 제어부(120)는 메트릭 산출부(121) 및 코칭 가이드 생성부(122)를 포함할 수 있다. 이 경우, 메트릭 산출부(121) 및 코칭 가이드 생성부(122)는 물리적으로 분산되어 배치될 수 있다. 예컨대, 메트릭 산출부(121)는 다양한 연산을 수행할 수 있도록 센서 신호 수집부(110)와 집적회로의 형태로 하나의 기판 상에 형성될 수도 있고, 또는 별도의 컴퓨터 등과 같은 형태로 이루어질 수도 있다. 이 경우, 코칭 가이드 생성부(122)는 코칭 가이드 출력부(130)에 소프트웨어 모듈 형태로 위치할 수 있다. 또는, 센서 신호 수집부(110), 메트릭 산출부 및 코칭 가이드 생성부(122)가 물리적으로 하나의 하드웨어 및 소프트웨어 모듈로 위치할 수도 있다. 당업자는 배터리, 프로세서의 성능 등의 하드웨어적인 제약을 고려하여, 메트릭 산출부(121)와 코칭 가이드 생성부(122)를 적절하게 분산하여 위치시킬 수 있다.
- [0039] 코칭 가이드 출력부(130)는, 이처럼 코칭 가이드 생성부(122)에 의하여 생성된 경보 신호 및/또는 보폭 교정량을 포함하는 가이드 정보를 음성, 도해, 또는 영상 중 적어도 하나를 포함하는 사용자가 인식 가능한 정보로서 변환하여 출력할 수 있다.
- [0040] 예를 들면, 코칭 가이드 출력부(130)가 이어폰이며 보폭 교정량이 산출되어 보폭을 줄여야 할 필요가 있을 경우, "보폭을 줄이세요"와 같은 음성 코칭 또는 경고음이 울리게 하여 사용자가 최적 보폭이 아님을 인지하고 보행 자세를 바꾸도록 유도할 수 있다. 또는 코칭 가이드 출력부(130)는 스마트폰, 컴퓨터, 또는 전용 디스플레이, 웨어러블 디스플레이(예컨대, 구글 글래스) 등의 형태로, 도해 또는 영상으로 코칭 가이드 정보가 출력되도록 할 수 있다.
- [0041] 또한, 코칭 가이드 생성부(122) 또는 코칭 가이드 출력부(130)는 메트릭 산출부(121)에 의하여 도출된 보행 자세를 외부의 데이터베이스(140)에 전송하여 누적적으로 저장하도록 구성될 수 있다. 이러한 보행 또는 주행 운동 분석을 필요로 하는 사용자는, 건강 촉진을 위해 매일 산책 또는 조깅을 수행하는 일반인이나, 또는 신체 능력 향상을 위해 훈련하는 전문가 등이 있을 수 있으며, 이러한 운동 분석 데이터가 누적되어 시간적인 변화를 볼 수 있도록 구성되는 것이 당연히 바람직하다. 뿐만 아니라, 이처럼 운동 분석 데이터가 대량으로 누적 저장되면, 이러한 데이터가 빅데이터로서 활용되어 각종 통계나 분석에 사용될 수도 있는 등, 다양한 활용이 가능하다.
- [0042] 한편, 코칭 가이드 출력부(130)는 우선 순위가 가장 높은 코칭 대상 메트릭에 관해서 가이드 메시지를 생성하고 재생하여 사용자에게 코칭을 제공할 수 있다. 코칭 가이드 출력부(130)는 가이드 메시지를 청각적 방법 또는 시각적 방법을 이용하여 사용자에게 출력할 수 있다. 예를 들어, 코칭 가이드 출력부(130)는 음성 코칭의 경우 우선 순위가 가장 높은 코칭 대상 메트릭을 자연어 기반의 메시지로 생성하여 사용자에게 통보할 수 있다. 이는 이어폰, 헤드폰, 스피커 등 다양한 음향 재생 장치에 적용될 수 있으며, 해당 코칭 메트릭에 대한 값, 평가를 제공하고 교정 방법을 제공할 수 있다.
- [0043] 또한, 시각 디스플레이를 이용한 코칭의 경우 휴대폰 스크린, 스마트 워치, 모니터 스크린, AR 디스플레이, LCD 디스플레이 등 다양한 시각 디스플레이를 이용한 장치에 적용될 수 있으며, 해당 코칭 대상 메트릭에 대한 값, 평가를 제공하고 교정 방법을 텍스트, 동영상 등으로 제공할 수 있다.
- [0044] 구체적인 활용 예로서, 코칭 가이드 출력부(130)는 음성 코칭의 경우 "M1, M2, M3를 조심하세요", "충격력이

150N/s로 너무 큼니다. 더 사뿐히 뛰세요"와 같은 코칭을 음향 재생 장치를 통해 사용자에게 제공할 수 있다. 또는 코칭 가이드 출력부(130)는 시각 디스플레이 코칭의 경우 "상하 움직임이 너무 큼니다. 보수를 높이고, 도약 시 살짝 뛰세요", "보폭이 너무 큼니다. 보수를 올리세요"와 같은 코칭을 텍스트 또는 이모티콘 또는 짧은 동영상으로 시각 디스플레이 장치를 통해 출력하여 사용자에게 제공할 수 있다.

[0045] 상술한 본 발명에 따른 자동 코칭 방법은 동작 주기 n초마다 전체 사이클이 주기적으로 반복되도록 설정될 수 있다. 이러한 자동 코칭 방법은 상술한 자동 코칭 시스템에 적용될 수 있다.

[0046] **메트릭 산출부 구성**

[0047] 제어부(120)의 메트릭 산출부(121)는, 센서 신호 수집부(110)로부터 신호를 전달받아, 3축 방향 가속도 및/또는 위치 신호를 사용하여 보행 또는 주행 운동 정보, 자세 정보 및 부상 위험도와 관련된 각종 메트릭을 도출한다. 생성된 메트릭들은 예컨대, 아래 표 1에 나타낸 바와 같다.

[0048] 이 경우, 각종 메트릭들은 기본적으로 센서 신호 수집부(110)에서 수집된 각 방향 가속도 등의 센싱 값, 또는 다른 메트릭들을 활용하여 생성되며, 편의상 본 명세서에서는 다른 메트릭들을 활용하여 연산된 값들을 하위 메트릭으로, 기본적인 센싱 값을 활용한 메트릭들을 상위 메트릭으로 표시하였다. 메트릭들 중 일부는 예컨대, 코칭 가이드 출력부의 GPS 위치 센서 등을 활용하여 도출될 수도 있다.

표 1

[0049]

		사용자에게 제공되는 메트릭 값	
		국문	영문
운동정보	시간	Time	
	거리	Distance [km]	
	속도	Pace [m/s]	
	가상속도	virtual pace [m/s]	
	칼로리소모량	Calories [kcal]	
	고도	Altitude [m]	
	걸음 수	Step number [steps]	
자세정보	분당 보수	Cadence [steps / min]	
	보폭	Stride length [m]	
	>지면에 붙어서 이동한 전진거리	>Forward distance travelled during stance phase [m]	
	>공중에서 이동한 전진거리	>Forward distance travelled during flight phase [m]	
	보간	Step width [cm]	
	보각	Step angle [deg]	
	머리 각	Head angle [deg]	
	수직 이동거리	Vertical oscillation [m]	
	>왼발 지지 시 수직 이동거리	>Vertical oscillation L [m]	
	>오른발 지지 시 수직 이동거리	>Vertical oscillation R [m]	
	>지면에 붙어서 이동한 수직 이동거리	>Vertical oscillation during stance phase [m]	
	>공중에서 이동한 수직 이동거리	>Vertical oscillation during flight phase [m]	
	지면에 닿아 있는 지지시간	Ground contact time [s]	
	>왼발 지지시간	>Ground contact time L [s]	
	>오른발 지지시간	>Ground contact time R [s]	
	공중부유 시간	Flight time [s]	
	>왼발	>Flight time L [s]	
	>오른발	>Flight time R [s]	
	지지시간-부유시간 비	Contact-Flight Ratio Tf/Tc = [%]	
	지면 반력	Ground reaction force; GRF	
	압력 중심	Center of pressure; COP	

부상 위험성 정보	최대 수직 부하	Max Load on Legs [N]
	>왼발 최대 부하	>Max Load on Legs L [N]
	>오른발 최대 부하	>Max Load on Legs R [N]
	충격 부하율	Impact Loading Rate [N/s]
	좌우균형도	Symmetry [%]
	균일도	Stability [%]
	>왼	Stability - L [%]
	>오	Stability - R [%]
	다리 강성	Leg stiffness [BW/m] BW = Body weight, m*g
	>다리 강성	>Leg stiffness [N/m]
> 순간 수직 부하율 추정치	Estimates for IVLR; (Instantaneous Vertical Loading Rate) [BW/S, N/S)BW = Body weight, m*g	

[0050]

> 는 상위 메트릭에서 도출된 하위 메트릭

[0051]

운동 자세 관련 메트릭 산출 구현예

[0052]

본 발명의 메트릭 산출부(121)는 사용자의 운동을 감지하고 보행/주행의 구별 또는 자세 판별과 관련한 각종 메트릭들을 산출한다. 이하에서는 도 3 내지 도 8을 참조하여 본 발명의 메트릭 산출 예를 상세하게 설명한다.

[0053]

예컨대, 운동 자세를 도출하기 위한 메트릭인 보폭, 보간, 보각 및 좌우 비대칭은, 도 3에 도시된 바와 같이 압력 중심 경로 추산 단계, 운동 종류 판단 단계, 운동 자세 관련 메트릭 산출 단계를 포함할 수 있다.

[0054]

예컨대, 압력 중심 경로 추산 단계에서는, 센서부(111)에서 감지한 3축 방향 가속도(ax, ay, az)를 사용하여 산출된 사용자 질량 중심의 운동 상태 값들을 사용하여, 질량 중심 위치에서 가속도 벡터 방향으로 지면에 프로젝션하여 압력 중심 경로를 추산한다.

[0055]

메트릭 산출부(121)는 센서부(111)의 3축 방향 가속도 센서(111)에서 수집된 3축 방향 가속도를 적분하거나 또는 센서부(111)의 위치 측정 센서의 위치 정보를 이용하여 속도, 위치를 구한다. 이 경우, 기존에 사용자로부터 입력받은 기본 데이터(키 정보) 및 센서부(111)에서 수집된 센서 데이터에 기초하여 사용자의 질량 중심에서의 데이터 값으로 변환하여 분석하는 것이 바람직하다. 이 때, 사용자의 질량 중심에서의 운동 데이터 값은 사용자 키 정보 등과 같은 신체 정보를 이용하여 미리 구해진 개인 값을 적절히 곱하는 방법 등으로 산출될 수 있다.

[0056]

한편, 사용자의 질량 중심에서의 운동 상태 값(각 방향들에 대한 시간당 가속도/속도/위치, 주파수 분석 등)으로부터 압력 중심 경로를 추산할 수 있다.

[0057]

인체는 보행 또는 주행 시 지지하는 발에 가해지는 반작용 압력을 이용하여 거동한다. 이 반작용 압력의 합을 지면 반력(Ground reaction force; GRF)이라고 부르며, 이 압력의 중심을 압력 중심(Center of pressure; COP)이라고 부른다. 이 때 발생하는 지면 반력은 압력 중심에서 인체 질량 중심(center of mass; COM)을 향하는 특성을 가진다고 밝혀져 있다. 도 4는 이러한 질량 중심 및 압력 중심 간의 관계도를 간략하게 나타내고 있다. 본 실시예에서는 질량중심에서 측정된 힘의 벡터 방향으로 지면에 프로젝션하여 압력중심을 유추하도록 하고 있다.

[0058]

도 5는 압력 중심 방향 결정 및 위치 유추를 설명하는 도면이다. 압력 중심 방향이란 질량 중심에서 압력 중심을 향하는 방향을 말한다. 상기 압력 중심 경로 추산 단계는, 압력 중심 방향을 먼저 결정하고, 이 방향으로 프로젝션하여 압력 중심 위치를 유추한다. 보다 상세히 설명하자면, 먼저 압력 중심 방향 결정 단계에서는, 도 5에 도시되어 있는 바와 같이 상하 방향 가속도(az) 및 중력가속도(g)의 합 대비 좌우 방향 가속도(ax)의 비율 및 상하 방향 가속도(az) 및 중력가속도(g)의 합 대비 전후 방향 가속도(ay)의 비율로 압력 중심의 방향을 결정한다. 이와 같이 압력 중심의 방향이 결정되면, 다음으로 압력 중심 위치 유추 단계에서는, 질량 중심이 미리 측정된 사용자 키 정보에 미리 결정된 유추용 상수를 곱한 값으로 결정되는 높이에 위치한 것으로 가정하고, 상기 압력 중심 방향 결정 단계에서 결정된 방향으로 지면에 프로젝션하여 압력 중심 위치를 유추하게 된다. 여기에서 유추용 상수란 사용자의 키에 따른 질량 중심의 높이를 말하는 것이다. 일반적으로 어린이의 질량 중심이 성인의 질량 중심보다 비율상 높고, 남성의 질량 중심이 여성의 질량 중심보다 비율상 높게 나타난다는 점이 잘 알려져 있으며, 물론 그 비율도 알려져 있다. 구체적인 예를 들면 성인 남성의 질량 중심은 평균적으로 신장의 55.27% 위치에 있다는 것이 알려져 있으며, 이 경우 유추용 상수는 0.5527이 된다. 따라서 예를 들어 사용자 키

정보를 입력할 때 어린이/성인 및 남성/여성 구분 정보를 함께 입력하게 함으로써, 적절한 유추용 상수가 선택되어 산출에 사용될 수 있다.

- [0059] 이렇게 구해진 압력 중심 위치의 정확도를 더욱 높이기 위해, 상기 압력 중심 위치 유추 단계에서 유추된 압력 중심 위치에 미리 결정된 전후 및 좌우 방향 보정용 상수를 곱한 값으로 보정되는 압력 중심 위치 보정 단계가 더 수행될 수도 있다. 여기에서 전후 및 좌우 방향 보정용 상수란, 상술한 바와 같은 프로젝션 방법으로 구한 압력 중심 위치를 실제 전후 및 좌우 방향 압력 중심과 통계적으로 일치시킬 수 있는 상수이다.
- [0060] 상기 운동 종류 판단 단계에서는, 상하 방향 가속도(az) 그래프의 패턴으로부터 보행인지 또는 주행인지를 판단한다. 도 6은 추산된 압력 중심 경로로서 구해진 발착지 패턴의 한 예시이다. 도시된 바와 같이 좌우 발이 번갈아 지면을 지지하면서 진행되는 것을 알 수 있다.
- [0061] 한편 보행과 주행을 구분 짓는 것은, 보행의 경우 한 발 또는 양 발이 항상 지면에 닿아 있는 반면, 주행의 경우 한 발 또는 양 발이 항상 지면으로부터 떠 있다는 것이다. 도 7은 보행 및 주행 시 시간에 대한 상하 방향 가속도 그래프 예시를 도시하고 있다. 도 7(a)에 도시된 보행 시 그래프의 경우 양 발이 모두 지면에 던어지는 순간 피크가 발생하는 것을 확인할 수 있으며, 도 7(B)에 도시된 주행 시 그래프의 경우 양 발이 모두 지면으로부터 떠 있는 순간 상하 방향 가속도(az)가 최소값이 되는 상수값 구간이 존재함을 확인할 수 있다. 이처럼 보행 및 주행 시 각각의 경우 상하 방향 가속도(az) 그래프의 패턴이 서로 다르게 나타나는 것을 이용하여, 현재 이루어지고 있는 사용자의 운동이 보행인지 또는 주행인지를 판단할 수 있게 되는 것이다.
- [0062] 상기 운동 자세 도출 단계에서는, 압력 중심 경로 추산치 및 3축 방향 가속도(ax , ay , az)를 기반으로 보폭, 보간, 보각, 좌우 비대칭을 포함하는 자세 정보를 도출한다. 도 6의 압력 중심 경로 예시 및 도 7의 보행 또는 주행 시 상하 방향 가속도 예시를 참조하여 보다 상세히 설명한다.
- [0063] 먼저, 사용자의 운동이 보행일 경우와 주행일 경우 양상이 다소 다르게 나타난다는 점을 위에서 설명하였으며, 물론 공통적으로 나타나는 사항도 있다. 앞서 설명한 바와 같이 보행의 경우 한 발 또는 양 발이 항상 지면에 닿아 있으며, 주행의 경우 한 발 또는 양 발이 항상 지면으로부터 떠 있다. 즉 보행 시 및 주행 시 공통으로 한 발로만 지지되는 구간이 존재하게 된다. 이러한 점들을 고려하여, 상기 운동 자세 도출 단계에서는, 먼저 중간 지지시점을 결정하는 중간지지시점 결정 단계와, 양발지지구간, 한발지지구간, 공중부유구간을 결정하는 구간 분류 결정 단계를 포함하여 이루어져, 보행 및 주행을 구분하면서 자세를 도출하는 기초 정보를 형성하게 된다.
- [0064] 먼저 보행 운동을 풀어서 묘사하자면 다음과 같다. 먼저 한 쪽 발의 발뒤꿈치가 지면을 디디는 순간에 다른 쪽 발의 발끝도 지면에서 미처 떨어지지 않은 상태, 즉 양발이 지지되어 있는 상태로 시작한다. 이 상태에서, 한 쪽 발로만 지면을 지지하면서 다른 쪽 발이 지면으로부터 떨어지고, 이 다른 쪽 발이 허공을 저으면서 전방으로 진행하면서 사람의 몸체도 전방으로 이동하게 된다. 그리고 이 다른 쪽 발의 발뒤꿈치가 지면을 디디는 순간에 한 쪽 발의 발끝이 지면에서 미처 떨어지지 않은 상태, 즉 양발이 지지되어 있는 상태가 다시 이루어지면서 한 걸음의 보행이 이루어진다. 이 과정에서, 한 발로만 지지된 채 사람의 몸체가 전방으로 이동하고 있는 순간에는 사람의 머리가 상하 방향으로 크게 흔들리지 않는 반면(상하 방향 가속도(az)에서 로컬 미니мум이 형성됨), 발을 디디는 순간에 상하 방향으로 가장 크게 흔들리게 된다(상하 방향 가속도(az)에서 피크값이 형성됨).
- [0065] 즉 보행 운동은, 양발이 모두 지면을 딛고 있는 상태인 구간, 한 발만 지면을 딛고 있는 상태인 구간으로 나눌 수 있으며, 한 발만 지면을 딛고 있는 상태인 중에 상하 방향으로의 흔들림이 가장 적다. 이러한 운동의 양상이 도 7(A)에 잘 나타나 있으며 이러한 예시에 나타나 있는 바와 같이, 중간지지시점 결정 단계에서는, 사용자의 운동이 보행일 경우 시간 영역에서 측정된 상하 방향 가속도(az)에서 로컬 미니мум을 중간지지시점으로 정의한다. 또한 구간 분류 결정 단계에서는, 사용자의 운동이 보행일 경우 시간 영역에서 측정된 상하 방향 가속도(az)에서 피크값이 형성되는 구간을 양발지지구간으로 결정하며 나머지 구간을 한발지지구간으로 결정한다.
- [0066] 다음으로 주행 운동을 풀어서 묘사하자면 다음과 같다. 먼저 전방으로 나와 있는 한 쪽 발이 지면을 박차는 순간(이 순간 다른 쪽 발은 허공에 떠 있음)으로 시작한다. 이 상태에서, 한 쪽 발이 지면을 박차서 떠오르면서 양 발이 모두 허공에 떠 있는 상태인 채로 사람의 몸체가 전방으로 이동하며, 이와 함께 양 발이 허공을 저으면서 전후가 바뀌어 다른 쪽 발이 전방으로 나오게 된다. 전방으로 나온 다른 쪽 발이 지면에 닿음과 동시에 지면을 박차는 순간이 다시 이루어지면서 한 걸음의 주행이 이루어진다. 이 과정에서, 한 발로 지면을 박차는 순간에는 사람의 머리가 상하 방향으로 가장 크게 흔들리는 반면(상하 방향 가속도(az)에서 로컬 맥시мум이 형성됨), 공중에 뜬 채 나아가고 있는 상태에서는 상하 방향으로 거의 흔들리지 않게 된다(상하 방향 가속도(az)에서 상수값이 형성됨).

- [0067] 즉 주행 운동은, 양발이 모두 허공에 떠 있는 상태인 구간, 한 발만 지면을 딛고 있는 상태인 구간으로 나뉠 수 있으며, 양발이 모두 허공에 떠 있는 상태인 중에 상하 방향으로의 흔들림이 가장 적다. 이러한 운동의 양상이 도 7(B)에 잘 나타나 있으며 이러한 예시에 나타나 있는 바와 같이, 중간지지지점 결정 단계에서는, 사용자의 운동이 주행일 경우 시간 영역에서 측정된 상하 방향 가속도(az)에서 로컬 맥시멈을 중간지지지점으로 정의한다. 또한 구간 분류 결정 단계에서는, 사용자의 운동이 주행일 경우 시간 영역에서 측정된 상하 방향 가속도(az)에서 상수값으로 나타나는 구간을 공중부유구간으로 결정하며 나머지 구간을 한발지지구간으로 결정한다. 여기에서 공중부유구간에서 나타나는 상수값은 가속도계가 중력 외에 다른 외력이 작용하지 않을 때의 신호 레벨 수준의 기설정된 값으로서, 대략 0에 가까운 값으로 적절히 결정될 수 있다. 즉 상기 상수값은 현재 스탠스를 판별할 수 있게 해 주는 기준 값인 바 이러한 의미에서 스탠스 판별 상수(stance phase constant)라고 불릴 수 있으며, 요약하자면 주행 시에 상하 방향 가속도가 스탠스 판별 상수보다 작으면 공중부유구간, 크면 한발지지구간으로 판별하게 된다. 이와 같이 자세 도출을 위한 기초 상위 메트릭들이 도출되면, 비로소 보폭, 보간, 보각, 좌우 비대칭 등의 보행 또는 주행 자세의 도출이 가능하게 된다.
- [0068] 보폭: 먼저 사용자 위치 정보를 미리 정해진 시간 간격마다 측정하여 평균 속도를 산출한다. 다음으로 상기 시간 간격 동안의 상기 중간지지지점 개수를 측정하여 보행 주파수를 산출한다. 마지막으로 상기 평균 속도를 상기 보행 주파수로 나눔으로써 사용자의 보폭을 정확하게 산출할 수 있다.
- [0069] 보간: 상기 중간지지지점에 해당하는 압력 중심 위치 값을 사용하여 좌우 방향의 보간을 산출할 수 있다. 즉 도 7(A) 또는 (B)에 나타나는 중간지지지점에 해당하는 시간 값을 도 6에 나타나는 압력 중심 위치 값에 적용하여, 이 시간 값에 해당하는 압력 중심 위치를 찾으면, 좌측 발이 지면을 디딘 위치 및 우측 발이 지면을 디딘 위치가 나오게 되며, 이들 간 간격을 제어 사용자의 보간을 정확하게 산출할 수 있는 것이다.
- [0070] 보각: 상기 한발지지구간의 시작 시점에 해당하는 압력 중심 위치 값 및 상기 한발지지구간의 끝 시점에 해당하는 압력 중심 위치 값을 사용하여 보각을 산출할 수 있다. 풀어서 설명하자면, 한발지지구간의 시작 시점에는 발뒤꿈치가 지면을 디디게 되며, 한발지지구간의 끝 시점에는 발끝이 지면을 디디게 된다. 즉 상술한 바와 같이 압력 중심 위치들 간의 각도를 구한다는 것은 지면을 디딘 순간의 발뒤꿈치 위치와 발끝 위치가 이루는 각도 즉 보각을 구한다는 것으로, 즉 이러한 방법으로 사용자의 보각을 정확하게 산출할 수 있게 된다.
- [0071] 좌우 비대칭: 먼저 시간 영역에서 측정된 좌우 방향 가속도(ax)의 부호를 기준으로 지지하고 있는 발을 파악한다. 다음으로 시간 영역에서 측정된 상하 방향 가속도(az)의 피크값, 골값 및 둘 간의 차이값을 비교한다. 즉 좌측 발이 지지하고 있을 때와 우측 발이 지지하고 있을 때의 피크값, 골값 등을 비교함으로써, 사용자의 좌우 비대칭을 정확하게 산출할 수 있게 된다. 또한 동일한 방식으로 보행 또는 주행의 반복성도 산출할 수 있다. 도 8은 가속도 신호 측정 결과 예시로서, 도 8의 맨 아래 그래프에서 상하 방향 가속도(az)의 좌우 비대칭이 강하게 나타나고 있음을 알 수 있다.
- [0072] 상술한 바와 같은 방법으로 보폭, 보간, 보각, 좌우 비대칭 등의 메트릭들이 산출될 수 있다.
- [0073] **부상 위험성 관련 메트릭 산출 구현예**
- [0074] 부상 위험성 관련 메트릭 산출과 관련하여 우선 도 1을 참조하여 본 발명의 기술적 사상이 적용될 수 있는 메트릭 산출부(121)의 세부 구성을 간략히 설명하고, 이후 이러한 부상 위험성과 관련된 메트릭인 순간 수직 부하율(IVLR; instantaneous vertical loading rate) 메트릭 산출에 대해 상세하게 설명한다.
- [0075] 도 1에 도시된 것과 같이, 본 발명의 메트릭 산출부(121)는 기본적으로 수집된 수직 방향 가속도 신호로부터 기설정된 주파수 이상의 고주파 신호를 추출하는 하이패스필터(HPF, 124)와, 하이패스필터(124)에서 필터링된 고주파 신호로부터 제1 시점과 제2 시점 사이의 피크 값을 검출하고, 검출된 피크 값들의 평균 값을 연산하고, 이러한 평균 값에 대해 추정 계수(k1)를 곱하여 순간 수직 부하율(IVLR)의 추정치를 연산하는 연산부(125)를 포함할 수 있다.
- [0076] 이 때, 추정 계수 값(k1)은 연산된 피크 값들의 평균값과 힘판(Force plate)와 적외선 모션캡처시스템(Motion Capture System)으로부터 수집된 계측 값(혹은 계측 값을 통해 계산된 값)과 회귀분석을 통해 얻어진 회귀 계수로 결정된다.
- [0077] 일반적으로, 순간 수직 부하율(IVLR)은 본 시스템과 같이 사용자의 신체에 착용되는 센서에서 수집된 데이터로는 구하기 매우 어렵다. 왜냐하면, 전력의 면에서, 웨어러블 장치들은 대부분 배터리를 전원으로 활용하므로 사용할 수 있는 전력이 상당히 제한되어 있는 것에 반하여, 순간 수직 부하율(IVLR)은 기울기 값을 나타내기 때문

에 높은 샘플링 레이트 (통상적으로 1000Hz 이상)에서만 정밀하게 측정이 가능하다.

- [0078] 높은 샘플링 레이트를 가지는 센서들은 전력 문제로 웨어러블 디바이스에 착용되기가 매우 어렵다. 통상적으로 모바일 장치나 웨어러블 장치에서 활용될 수 있는 센서들은 200Hz 미만의 샘플링 레이트를 가지는 데, 이와 같은 낮은 샘플링 레이트로는 IVLR의 측정의 정확도가 매우 떨어진다.
- [0079] 단, 본 발명의 출원인들은 모바일 장치 또는 웨어러블 장치에서 센서를 활용하여 수집될 수 있는 메트릭들 중 수직 방향 가속도 신호의 고주파 성분의 피크값의 평균값 또는 수직 방향 가속도 신호의 푸리에 변환의 고주파 파워 신호의 합이 IVLR값과 높은 상관관계를 가진다는 것을 실험을 통하여 발견하였다. 따라서 도 19(a) 및 도 19(b)에 나타낸 바와 같이, IVLR과 수직 방향 가속도 신호의 고주파 성분의 피크값의 평균값, IVLR과 또는 수직 방향 가속도 신호의 푸리에 변환의 고주파 파워 신호의 합의 회귀 분석을 통하여 얻은 추정 계수 k_1 및 k_2 를 이용하여 IVLR값을 상당히 정밀하게 추정할 수 있다는 것을 본 발명에 적용하였다.
- [0080] 여기에서, IVLR의 단위는 단위 시간당 힘을 나타내는 절대적인 단위인 N/s를 사용할 수 있으며, 또는 g/s로 표현될 수도 있다. 또는 본 발명에 적용되는 센서는 기본적으로 힘이 아닌 가속도 데이터를 수집하므로, 상대적인 단위인 BW/s로 데이터가 수집된다(여기서 BW는 Body Weight). 여기에 사용자의 질량 m 을 곱하면 절대적인 단위인 N/s($N = m * g$)/s로도 표현이 가능하다. 이 경우, 사용자의 질량 m 은 추정 계수(k_1 또는 k_2)에 포함시킬 수도 있고, 또는 별도의 계수로 추정 계수(k_1 또는 k_2) \times 사용자의 질량(m)으로 연산할 수도 있다.
- [0081] 한편, 고주파 신호는 예를 들어 10Hz 이상의 가속도 수직 신호를 의미할 수 있으며, 이는 사용자의 자의적인 움직임으로는 5Hz 이상의 가속도 수직 신호가 발생하기 어려우며 충격 등과 같은 상황에서 발생하는 가속도 수직 신호는 일반적으로 높은 대역 대에 존재하기 때문에 본 발명에서는 10Hz 이상의 고주파 신호를 이용하여 순간 수직 부하율(IVLR)을 추정하는데 이용하고자 한다.
- [0082] 상기 연산부(125)는 필터링된 고주파 신호로부터 제1 시점과 제2 시점 사이의 피크 값을 검출하는데, 상기 제1 시점은 예를 들어 사용자의 지면 착지 시점일 수 있고, 상기 제2 시점은 예를 들어 지면 반력 피크 중간 시점일 수 있다. 이러한 시점에 관해서는 도 9를 참조하여 추후 설명하기로 한다.
- [0083] 추가적으로, 메트릭 산출부(120)는 센서부(111)에서 수집된 가속도 수직 신호를 시간 영역에서 주파수 영역으로 변환하는 주파수 영역 변환부(127)와, 주파수 영역에서의 가속도 수직 신호로부터 파워(power) 신호를 검출하는 파워 신호 검출부(126)를 더 포함할 수 있다. 이 경우, 하이패스필터(124)는 검출된 파워 신호로부터 기 설정된 주파수 이상의 고주파 파워 신호를 추출하며, 연산부(125)는 고주파 파워 신호들의 합을 연산하고, 고주파 힘 신호의 합에 대해 추정 계수(k_2)를 곱하여 순간 수직 부하율(IVLR)의 추정치를 연산할 수 있다.
- [0084] 이 때, 주파수 영역 변환부(124)는 고속 푸리에 변환(FFT)을 이용하여 가속도 수직 신호를 시간 영역에서 주파수 영역으로 변환하도록 동작할 수 있다.
- [0085] 한편, 이 경우, 고주파 파워 신호는 예를 들어 10Hz 이상의 힘 신호들을 의미할 수 있으며, 이는 사용자의 자의적인 움직임으로는 5Hz 이상의 힘 신호가 발생하기 어려우며 충격 등과 같은 상황에서 발생하는 힘 신호는 일반적으로 높은 대역 대에 존재하기 때문에 본 발명에서는 5Hz 이상 바람직하게는 10Hz 이상의 고주파 파워 신호를 이용하여 순간 수직 부하율(IVLR)을 추정하여 메트릭으로서 산출할 수 있다.
- [0086] 이하에서는 순간 수직 부하율의 산출 방법에 대하여 상세히 설명한다. 이에 앞서, 우선 상하 방향 가속도(a_z) 그래프에 대해 설명한다. 도 9(a)는 주행 시 상하 방향 가속도 그래프를 도시한 도면이다. 도시된 바와 같이 상하 방향 가속도(a_z)는 시간에 대하여 주기적인 형태로 나타난다(보행 또는 주행 자체가 주기적인 운동이므로 이는 당연한 것이다). 주행 운동을 풀어서 묘사하자면 다음과 같다.
- [0087] 먼저 전방으로 나와 있는 한 쪽 발이 지면을 박차는 순간(이 순간 다른 쪽 발은 허공에 떠 있음)으로 시작한다. 이 상태에서, 한 쪽 발이 지면을 박차서 떠오르면서 양 발이 모두 허공에 떠 있는 상태인 채로 사람의 몸체가 전방으로 이동하며, 이와 함께 양 발이 허공을 저으면서 전후가 바뀌어 다른 쪽 발이 전방으로 나오게 된다. 전방으로 나온 다른 쪽 발이 지면에 착지함과 동시에 지면을 박차는 순간이 다시 이루어지면서 한 걸음의 주행이 이루어진다. 이 과정에서, 한 발로 착지하는 순간에는 사람의 머리가 상하 방향으로 가장 크게 흔들리는 반면(상하 방향 가속도(a_z)에서 로컬 맥시멈이 형성됨), 공중에 뜬 채 나아가고 있는 상태에서는 상하 방향으로 거의 흔들리지 않게 된다(상하 방향 가속도(a_z)에서 상수 값이 형성됨).
- [0088] 바로 이렇게 발이 착지하는 순간 관절에 가장 많은 충격이 가해지게 되며, 이러한 충격은 도 9(a)와 같은 상하

방향 가속도 그래프에서 첫 번째 피크(peak) 형태로 나타나게 된다. 이 때의 충격의 정도에 따라 부상 위험성이 달라지게 되며, 이를 메트릭으로서 산출하여 부상 위험의 정량화된 판단의 근거로 사용할 수 있다. 이러한 판단 메트릭으로서, 상하 방향 가속도(a_z)의 평균 기울기, 상하 방향 가속도(a_z)의 최대 기울기, 최대 충격력, 충격량 등을 사용할 수 있다.

- [0089] 도 9(b)는 주행 시 상하 방향 가속도 그래프에 기울기를 표시한 도면이다. 이를 통해 상하 방향 가속도(a_z)의 평균 기울기 및 최대 기울기를 도출할 수 있다. 상하 방향 가속도 그래프에서 기울기가 순간 수직 부하율(IVLR)에 해당하며, 본 발명에서의 알고리즘을 이용하여 순간 수직 부하율 (IVLR)을 추정할 수 있다.
- [0090] 도 10(a) 내지 도 10(c)는 본 발명의 순간 수직 부하율의 추정치 산출을 설명하기 위한 그래프들이다.
- [0091] 먼저, 센서부(111)에서 수집된 수직 방향 가속도 신호는 도 10(a)와 같은 주기 형태로 나타나게 된다.
- [0092] 수집된 수직 방향 가속도 신호를 하이패스 필터(124)를 이용하여 기 설정된 주파수 이상의 고주파 신호를 추출한다. 예를 들어, 상술한 바와 같이 5Hz 이상 또는 바람직하게는 10Hz 이상의 고주파 신호를 추출할 수 있다. 도 10(b)에는 수직 가속도 신호로부터 10Hz 이상의 고주파 신호를 추출한 것이 도시되어 있다.
- [0093] 추출된 고주파 신호로부터 사용자의 지면 착지 시점(▷)과 지면 반력 피크 중간 시점(◁) 사이의 피크 값(*)을 검출한다. 도 10(c)에는 사용자의 지면 착지 시점(▷), 지면 반력 피크 중간 시점(◁), 그 사이의 피크 값(*)이 도시되어 있다.
- [0094] 검출된 피크 값들의 평균 값을 연산한 후, 이러한 평균 값에 대해 추정 계수(k_1)를 곱하여 순간 수직 부하율(IVLR)의 추정치를 메트릭으로서 산출할 수 있다. 이를 이용하여 부상 위험성을 판단하는 기준으로 활용할 수 있다. 예를 들어, 순간 수직 부하율(IVLR)의 추정치가 기 설정된 값(n)보다 클 경우 부상 위험성이 존재한다고 판단할 수 있다.
- [0095] 또한, 이는 올바른 자세(에너지 효율성)를 평가하는 기준으로 활용될 수도 있으며, 예를 들어 충격량이 기 설정된 값(m)보다 클 경우 충격량이 크기 때문에 기계 에너지(mechanical energy) 손실이 크므로 비효율적이라고 판단할 수 있다. 충격량에 관해서는 후술하여 더 자세히 설명하기로 한다.
- [0096] 메트릭 산출부(121)가 주파수 영역 변환부(127) 및 파워 신호 검출부(126)를 더 포함하는 경우에는 파워 신호를 이용하여 순간 수직 부하율(IVLR)의 추정치를 메트릭으로서 산출할 수 있다.
- [0097] 예컨대, 수직 방향의 가속도 신호는 도 10(a)와 같은 주기 형태로 나타나게 된다. 이 때, 메트릭 산출부(121)는 수집된 수직 방향의 가속도 신호를 시간 영역에서 주파수 영역으로 변환시키고, 주파수 영역에서의 가속도 수직 신호로부터 힘 신호인 파워(Power, FFT 크기의 제곱)를 검출한다. 도 11(a)는 고속 푸리에 변환(FFT)을 이용하여 가속도 수직 신호를 주파수 영역으로 변환하고, 이로부터 파워를 검출한 예가 도시되어 있다.
- [0098] 검출된 파워로부터 기 설정된 주파수 이상의 고주파 파워를 추출하고, 추출된 고주파 파워들의 합을 연산한다. 예를 들어, 고주파 파워는 5Hz 이상 바람직하게는 10Hz 이상의 파워이며, 도 11(b)는 10Hz 이상의 고주파 파워에 대해 도시되어 있다.
- [0099] 고주파 파워들의 합에 대해 추정 계수(k_2)를 곱하여 순간 수직 부하율(IVLR)을 추정할 수 있다. 상술한 바와 같이, 이를 이용하여 부상 위험성을 판단하는 기준으로 활용할 수 있다. 예를 들어, 순간 수직 부하율 (IVLR)가 기 설정된 값(n)보다 클 경우 부상 위험성이 존재한다고 판단할 수 있다.
- [0100] 또한, 이는 올바른 자세(에너지 효율성)를 평가하는 기준으로 활용될 수도 있으며, 예를 들어 충격량이 기 설정된 값(m)보다 클 경우 충격량이 크기 때문에 기계 에너지(mechanical energy) 손실이 크므로 비효율적이라고 판단할 수 있다.
- [0101] 도 12는 주행 시 상하 방향 가속도 그래프에 충격량을 표시한 도면이다. 최대 충격력 값은 다음의 식을 이용하여 연산할 수 있다.
- [0102] 최대 충격력 = $m \times a_z(t_m)$
- [0103] (여기에서, a_z : 상하 방향 가속도, m : 사용자 질량, t_m : 충격 끝 시간)
- [0104] 앞서 설명한 바와 같이 충격 끝 시간은 첫 번째 피크 값이 나타나는 시각이므로, 당연히 최대 충격력이 나타나는 시각은 충격 끝 시간이 된다. 도 16에서 상하 방향 가속도(a_z)의 첫 번째 피크(1st peak)가 표시되어

있는데, 여기에 사용자 질량(m)을 곱한 값이 바로 최대 충격력 값이 된다.

[0105] 한편 충격량 값은 다음의 식을 이용하여 연산할 수 있다.

$$\text{충격량} = m \times \int_{t_c}^{t_m} a_z dt$$

[0106]

(여기에서, a_z : 상하 방향 가속도, m: 사용자 질량, t_c : 충격 시작 시간, t_m : 충격 끝 시간)

[0108] 도 12에서 충격 시작 시간에서 충격 끝 시간 사이의 상하 방향 가속도(a_z) 그래프 면적이 표시되어 있는데, 이 면적에 사용자 질량(m)을 곱한 값이 바로 충격량 값이 된다.

[0109] **산출된 메트릭을 활용한 자동 코칭 방법**

[0110] 코칭 가이드 생성부(122)는 메트릭 산출부(121)에 의하여 도출된 메트릭 값을 이용하여, 현재의 보행 또는 운동 자세가 교정될 필요가 있는 경우에 자세 교정에 관한 정보를 포함하는 코칭 가이드 정보를 생성하는 역할을 한다. 여기서, 코칭 가이드 정보를 생성한다는 것은, 부적합한 보행/주행 자세로 부상 위험성이 높거나 또는 운동의 효율성을 떨어뜨리는 것을 나타내는 코칭 대상 메트릭의 결정; 코칭 대상 메트릭 또는 코칭 대상 메트릭의 나쁨의 수준에 따른 알람 문구의 선택; 또는 코칭 대상 메트릭의 교정량을 포함하는 알람 문구의 생성 중 적어도 어느 하나를 포함하는 개념이다.

[0111] 코칭 가이드 생성부(122)의 자동 코칭 동작은 도 13에 나타낸 바와 같다.

[0112] 먼저, 제어부(120)의 메트릭 산출부(121)는 센서부(111)에서 수집된 센서 데이터에 기초하여 운동 자세 및 부상 위험성에 관련된 메트릭들을 산출한다. (S1310)

[0113] 메트릭 산출 후에는 현재, 코칭 가이드 출력부(130)에서 재생되고 있는 코칭 가이드 메시지가 있는지 또는 일정 시간 이내에 코칭 가이드 메시지가 출력되고 있는지를 확인한다. (S1320) 이 때, 재생되고 있는 코칭 가이드 메시지가 있거나, 또는 일정 시간 이내에 코칭 가이드 메시지가 출력된 경우에는 다시 메트릭 산출 단계(S1310)를 반복한다.

[0114] 다음으로, 코칭 가이드 생성부(122)는 미리 설정된 상태 안내 주기 이내의 코칭 가이드 동작인지를 확인한다. (S1330) 이 경우, 코칭 가이드 생성부(122)는 거리 또는 시간을 기준으로 일정 거리마다 또는 일정 시간마다 상태를 안내할 수 있도록 상태 안내 주기를 설정할 수 있다. 예컨대, 코칭 가이드 생성부(122)는 코칭 가이드 출력부(130)를 통해 운동 시 500 또는 1000m 마다 운동거리, 코칭 대상 리마인드, 운동 시간 등의 상태의 요약 정보를 브리핑할 수 있다.

[0115] 다음으로, 코칭 가이드 생성부(122)는 신규 코칭 대상 메트릭을 선별한다. (S1340) 신규 코칭 대상 메트릭의 선별 알고리즘에 대해서는 후술하기로 한다.

[0116] 다음으로, 코칭 가이드 생성부(122)는 신규 메트릭 개선을 선별한다. (S1350) 즉, 사용자의 운동 자세가 개선된 부분이 있는지를 확인한다. 신규 메트릭 개선 선별의 구체적인 방법은 도 15에 관한 설명에서 상세히 후술한다.

[0117] 마지막으로, 코칭 가이드 생성부(122)는 신규 코칭 대상 메트릭 발생 여부 및 코칭 대상 신규 해제 메트릭이 확인되고, 기준 시간 이상 동안 메시지 알람이 없었던 경우에는 현재 상태에 대한 보고를 수행한다. 예컨대, 현재 상태에 대한 보고는 코칭 대상 메트릭이 없으므로 올바른 자세로 운동을 하고 있거나 또는 코칭 대상 리스트에 대한 개선이 없으니 코칭 대상 리스트에 대한 리마인드가 될 수 있다.

[0118] **신규 코칭 대상 메트릭 선별 및 알람**

[0119] 이하에서는 도 14 및 도 17을 참조하여, 신규 코칭 대상 메트릭 선별에 대하여 상세하게 설명한다. 도 14는 신규 코칭 대상 메트릭 선별 단계의 흐름도이며, 도 17은 신규 코칭 후보 메트릭 발생 여부를 확인하는 단계의 흐름도이다.

[0120] 먼저, 코칭 가이드 생성부(122)는 상태 안내 주기 코칭 가이드 확인동작 (S1330) 후, 신규 코칭 대상 메트릭 선별을 위해 신규 코칭 후보 메트릭의 발생 여부를 확인한다. (S1410)

[0121] 보다 구체적으로, 도 17을 참조하면, 코칭 가이드 생성부(122)는 먼저 검토대상이 메트릭이 코칭 대상 리스트에 있는지 여부를 확인한다. (S1411) 여기서, 코칭 대상 리스트는 예를 들어, 일정 기간 동안 코칭 가이드 메시지

가 출력된 바 있는 메트릭을 저장해 놓은 리스트로서, 메트릭들의 개선 또는 악화를 판단할 때에 기준이 되는 리스트이다.

[0122] 코칭 대상 리스트에 없는 경우, 해당 메트릭과 메트릭 기준 값과의 차이를 구하고, 오차율을 구한다. (S1412) 오차율(P)은 해당 메트릭을 X_i 라 하고, 메트릭 기준 값을 M_{ref} 라 할 때 아래 수학적 식 1과 같이 구한다.

[0123] (수학적 식 1)

[0124]
$$P = (M_{ref} - X_i) / M_{ref}$$

[0125] 이 경우, 메트릭 기준 값은 코칭 가이드 생성부(122)에 미리 저장된다. 예를 들어, 코칭 가이드 생성부(122)는, 보행 및 주행 속도별 최적의 키-보폭 관계 데이터를 보폭 메트릭의 기준 값으로 저장할 수 있다. 또는 키 및/또는 몸무게에 따른 순간 수직 부하율 메트릭의 기준 값이 저장될 수 있다.

[0126] 한편, 오차율(P)은 기준 오차율 P_{ref} 와 비교되고, 해당 메트릭이 기준 오차율 이상 악화되었는지를 확인한다. (S1413)

[0127] 이 경우, 해당 메트릭이 악화되었는지 여부는 메트릭 별로 판단 기준이 다를 수 있다. 예컨대, 충격량 메트릭이나 순간 수직 부하율(IVLR) 메트릭은 증가되는 경우에 사용자의 신체에 무리를 주기 때문에 해당 메트릭 값이 증가되는 것이 악화를 의미하게 된다. 또 다른 예로서, 보폭이나 보간 메트릭은 상한과 하한을 가지는 기준 범위가 있어서, 기준 범위에서 벗어난 경우에 악화된 것으로 판단될 수 있다. 마지막으로, 좌우 균형도 같은 메트릭의 경우에는 해당 메트릭 값이 메트릭 기준 값보다 낮아진 경우에 악화된 것으로 판단할 수 있다.

[0128] 해당 메트릭이 기준 오차율 P_{ref} 이상 악화된 경우에는 신규 코칭 후보 메트릭이 발생한 것으로 결정하고, (S1414) 그 반대의 경우에는 신규 코칭 후보 메트릭이 미발생한 것으로 결정하게 된다.

[0129] 다시, 도 14을 참조하면, 신규 코칭 후보 메트릭이 발생한 경우에 신규 코칭 후보 메트릭의 우선 순위를 결정하게 된다. (S1420) 단, 신규 코칭 후보 메트릭이 발생하지 않는 경우에는 신규 메트릭 개선 선행 단계(S1350)로 넘어가게 된다.

[0130] 한편, 우선 순위는 오차율의 크기와 빈도 수에 따라 결정된다. 예컨대, 신규 코칭 후보 메트릭이 발생한 경우, 해당 메트릭이 기준 시간 동안 기준 회수(n) 이하로 코칭 되었는지를 먼저 판단한다. 즉, 신규 코칭 후보 메트릭의 코칭 가이드 빈도 수가 기준 회수 이하인 경우에 해당 메트릭의 오차율 p에 메트릭 별 가중치 값(W_i)를 곱하여 우선순위 K_i 를 결정하게 된다.

[0131] (수학적 식 2)

[0132]
$$K_i = p * W_i$$

[0133] 이 때, 신규 코칭 후보 메트릭의 코칭 가이드 빈도 수가 기준 회수(n회) 이상인 경우, 해당 메트릭은 신규 코칭 후보 메트릭에서 제외된다. 해당 메트릭에 대한 알람이 과도하게 발생되게 되면 사용자가 불편함을 느끼게 되며 해당 메트릭에 대한 경각심이 줄어들게 되어 오히려 효율적인 운동에 방해가 되기 때문이다. 따라서, 기준 회수를 적절히 조절하여 사용자 경험 상의 불편함을 감소시키게 된다.

[0134] 메트릭 별 가중치는 메트릭마다 중요도가 다르기 때문에 설정된 요소이다. 예컨대, 부상 위험도를 나타내는 메트릭의 가중치는 높게 책정되고, 운동 자세를 나타내는 메트릭의 가중치는 부상 위험도 관련 메트릭 가중치 대비 상대적으로 낮게 책정될 수 있다.

[0135] 따라서, 본 발명에 따르면, 빈번한 알람에 따른 사용자의 불편함을 감소시키면서 중요한 운동 메트릭이 악화되는 경우에 한하여 알람을 통보할 수 있기 때문에 운동의 효율성을 현저히 증가시키게 된다.

[0136] 우선 순위(K_i)가 결정된 후에는 신규 코칭 후보 메트릭 중 가장 높은 우선 순위를 가지는 메트릭을 신규 코칭 대상 메트릭으로 선별하고 이에 대한 코칭 메시지를 코칭 가이드 출력부(130)를 통해서 출력하게 된다. (S1430) 휴대폰이나 웨어러블 디바이스 등 운동 시 활용할 수 있는 디스플레이나 음성 알람 등의 사용자 인터페이스는 상당히 제한된 정보만을 사용자에게 제시할 수 있다. 따라서, 가장 높은 우선 순위를 가지는 메트릭에 대해서만 코칭 알람을 하게 된다.

[0137] 한편, 코칭 알람 후에는 상기 가장 높은 우선 순위를 가지는 코칭 후보 메트릭을 코칭 대상 리스트에 등록하게 된다. (S1440) 코칭 대상 리스트는 알람 이력을 저장하고 반복적인 알람으로 인한 사용자의 피로도를 절감시키

기 위한 기초 자료로서 활용된다. 그리고, 다시 메트릭 산출 단계(S1310)로 복귀되어 전체적인 동작을 반복하게 된다.

[0138] **메트릭 개선 발생 여부 확인**

[0139] 이하에서는 도 15 및 도 18을 참조하여, 신규 메트릭 개선 발생 여부 확인 방법을 상세하게 설명한다. 도 15는 신규 메트릭 개선 발생 여부 확인 단계의 흐름도이다.

[0140] 먼저, 코칭 가이드 생성부(122)는 신규 코칭 대상 메트릭의 발생 여부 후 (S1340) 신규 메트릭 개선의 발생 여부를 확인한다. (S1510)

[0141] 보다 구체적으로 도 18을 참조하면, 코칭 가이드 생성부(122)는 먼저 코칭 대상 리스트에 있는 메트릭들의 오차율을 연산한다. (S1511) 오차율의 연산은 신규 코칭 대상 메트릭의 판별 시의 오차율 연산과 동일하므로 설명을 생략한다. 연산된 코칭 대상 리스트에 있는 메트릭들의 오차율(P)은 개선 기준 오차율 P_{refi} 와 비교된다. 바람직하게는, 개선 기준 오차율(P_{refi})은 신규 코칭 대상 메트릭을 선별할 때의 기준 오차율(P_{ref})과 다르게(예를 들어, 더 작게) 설정된다. 예를 들어, 개선 기준 오차율(P_{refi})은 신규 코칭 대상 메트릭을 선별할 때의 기준 오차율(P_{ref})의 85~95% 수준으로 설정된다.

[0142] 이렇게 개선 기준 오차율과 악화 기준 오차율을 다르게 설정하는 이유는 다음과 같다. 어떠한 메트릭이 기준 오차율과 근사한 값에서 수집되는 경우, 해당 메트릭 값이 기준 오차율을 초과하거나 미달함을 반복할 수 있다. 이 경우 해당 메트릭은 불필요하게 개선과 악화로 반복하여 분류될 수 있고, 해당 메트릭에 개선이 확실히 이뤄지지 않았음에도 불구하고 개선이 이뤄졌음으로 분류될 가능성이 있다. 따라서 기준 악화 기준 오차율을 개선 기준 오차율보다 5~15% 가량 높게 설정함으로써, 해당 메트릭에 대한 개선이 확실히 이뤄진 후 메트릭의 상태를 개선됨으로 설정한다.

[0143] 한편, 코칭 가이드 생성부(122)는 상기 비교 결과, 해당 메트릭이 개선 기준 오차율 대비 개선되었는지를 확인한다. (S1513)

[0144] 이 경우, 해당 메트릭이 개선되었는지 여부는 메트릭 별로 판단 기준이 다를 수 있다. 예컨대, 충격량 메트릭이나 순간 수직 부하율(IVLR) 메트릭은 감소되는 경우에 개선을 의미하게 된다. 또 다른 예로서, 보폭이나 보간 메트릭은 상한과 하한을 가지는 기준 범위가 있어서, 기준 범위에서의 이탈이 줄어든 경우에 개선된 것으로 판단될 수 있다. 마지막으로, 좌우 균형도 같은 메트릭의 경우에는 해당 메트릭 값이 메트릭 기준 값보다 높아진 경우에 개선된 것으로 판단할 수 있다.

[0145] 해당 메트릭이 개선 기준 오차율 P_{refi} 이상 개선된 경우에는 신규 메트릭 개선이 발생한 것으로 결정하고, (S1514) 그 반대의 경우에는 신규 메트릭 개선이 미발생한 것으로 결정하게 된다. (S1515)

[0146] 다시, 도 15를 참조하면, 신규 메트릭 개선이 발생한 경우에 코칭 대상 리스트에서 해당 개선된 메트릭을 제거한다. (S1520) 그리고, 코칭 대상 리스트가 모두 제거되었는지 여부를 확인한다. (S1530)

[0147] 이 때, 코칭 대상 리스트가 모두 제거된 경우에는 모든 메트릭이 양호하다는 알람 메시지를 코칭 가이드 출력부(130)을 통해서 출력하게 된다. 코칭 대상 리스트가 모두 제거되지 않은 경우에는 개선된 메트릭에 대해서만 해당 메트릭이 개선되었다는 알람 메시지를 코칭 가이드 출력부(130)을 통해서 출력하고 다시 메트릭 산출 단계(S1310)로 복귀되어 전체적인 동작을 반복하게 된다.

[0148] **메트릭 개선 발생 여부 확인**

[0149] 마지막으로, 도 16을 참조하여, 현재 운동 상태 알림 단계에 대하여 상세하게 설명한다. 도 16은 현재 운동 상태 알림 단계의 흐름도이다.

[0150] 이전 단계인 신규 코칭 대상 메트릭 및 메트릭 개선이 새롭게 선별되지 않은 경우에는 마지막 단계인 현재 운동 상태 알림 단계(S1360)로 진입한다.

[0151] 먼저, 코칭 가이드 생성부(122)는 신규 코칭 대상 메트릭 및 메트릭 개선이 새롭게 발생하지 않은 경우에 기준 시간(예컨대, 5분) 동안 메시지 알림이 없었는지 여부를 확인한다. (S1610) 이 경우, 기준 시간 동안 알림이 없었던 경우에는 바로 메트릭 산출 단계(S1310)로 복귀되어 전체적인 동작을 반복하게 된다.

[0152] 그러나, 기준 시간 동안 알림이 있었던 경우에는 코칭 대상 리스트에 코칭 대상 메트릭이 없는지를 확인한다.

(S1610)

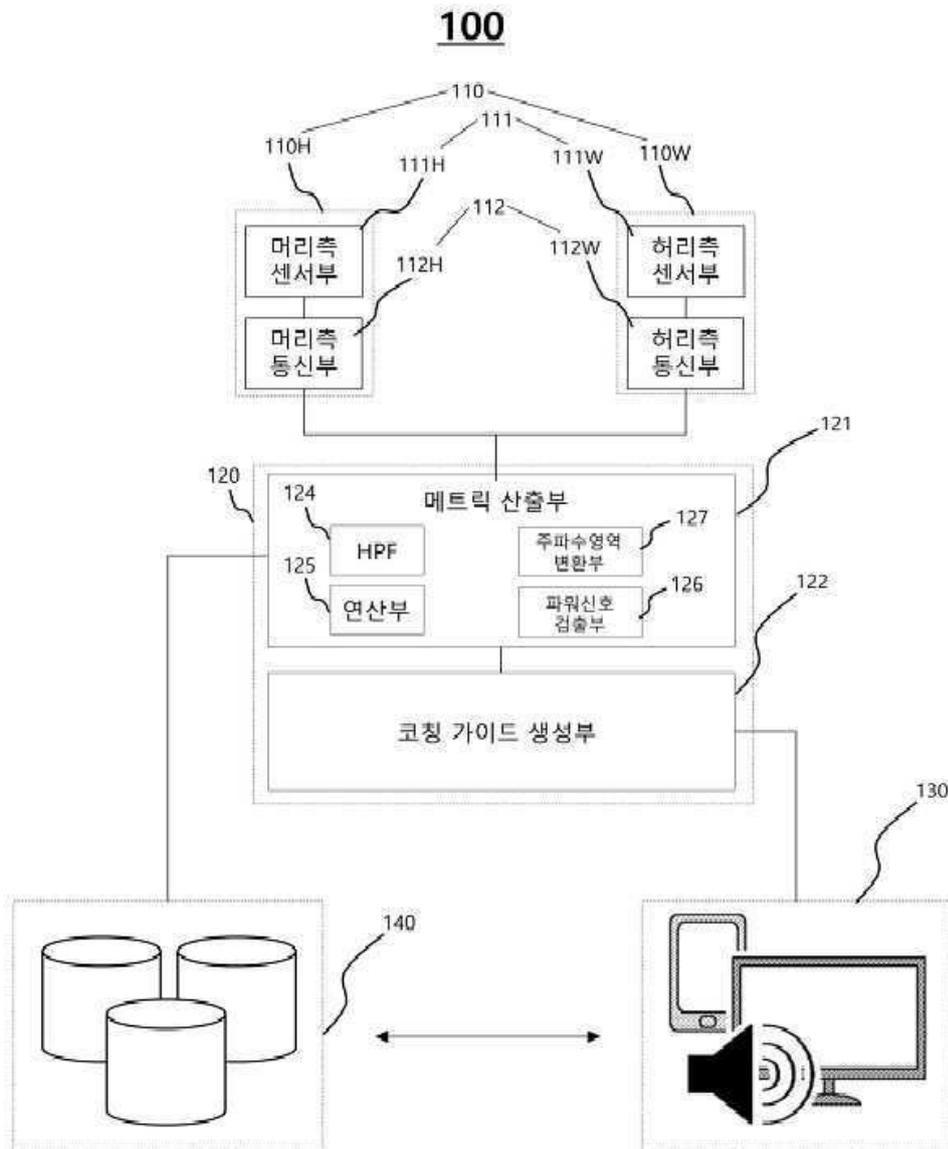
- [0153] 이 때, 코칭 대상 리스트가 없는 경우에는 모든 메트릭이 양호하다는 알람 메시지를 코칭 가이드 출력부(130)을 통해서 출력하게 된다. (S1630) 코칭 대상 리스트가 아직 남아있는 경우에는 코칭 대상 리스트에 있는 메트릭들 중 적어도 일부를 리마인드하는 알람 메시지를 코칭 가이드 출력부(130)을 통해서 출력한다. (S1640) 모든 과정이 종료된 후에는 다시 메트릭 산출 단계(S1310)로 복귀되어 전체적인 동작을 반복하게 된다.
- [0154] 따라서, 본 발명에 따르면, 간편하게 휴대가 가능하며 또한 머리, 허리 등과 같은 신체에 용이하게 착용할 수 있는 장비를 사용하여, 일반인이 스스로 운동 자세에 대해 코칭을 받거나, 주행 시 부상 위험성을 매우 용이하게 측정할 수 있다는 큰 효과가 있다.
- [0155] 또한, 장치 구성적인 측면에서, 본 발명에 의하면 가속도 센서와 같이 사용자의 동적 물리량을 측정하는 센서만을 이용할 수 있다는 큰 장점이 있다. 따라서, 이로부터 사용자 편의성 향상, 사용자 또는 생산자 각각에서의 경제성 향상 등과 같은 효과 또한 얻을 수 있다.
- [0156] 또한, 사용자 경험 관점에서, 코칭을 위하여 너무 자주 알람을 주는 경우에는 사용자는 불편함을 느낄 수 있으며, 효율적인 운동에 크게 지장을 줄 수 있으므로, 본 발명의 자동 코칭 시스템은 가장 중요하고 시급하게 개선되어야 할 운동 자세를 우선적으로 교정해 줄 수 있다.
- [0157] 전술된 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로 이해되어야 하며, 본 발명의 범위는 전술된 상세한 설명보다는 후술될 청구범위에 의해 나타내어질 것이다. 그리고 이 청구범위의 의미 및 범위는 물론, 그 등가개념으로부터 도출되는 모든 변경 및 변형 가능한 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

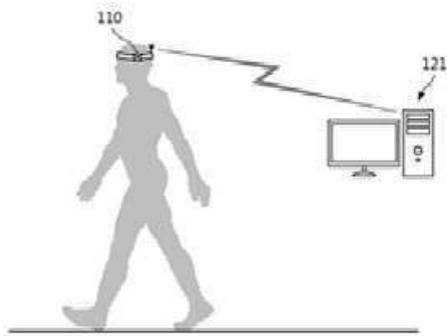
- [0158] 100: 자동 코칭 시스템
- 110: 센서 신호 수집부
- 120: 제어부
- 121: 메트릭 산출부
- 122: 코칭 가이드 생성부
- 130: 코칭 가이드 출력부

도면

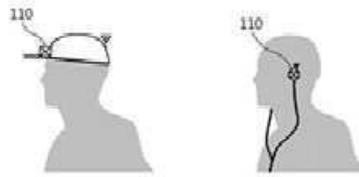
도면1



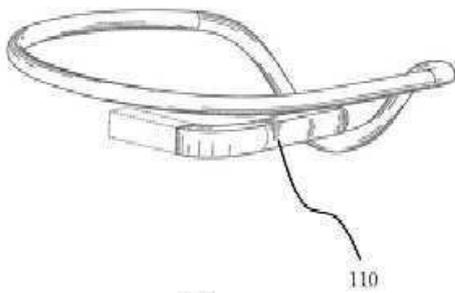
도면2



(a)



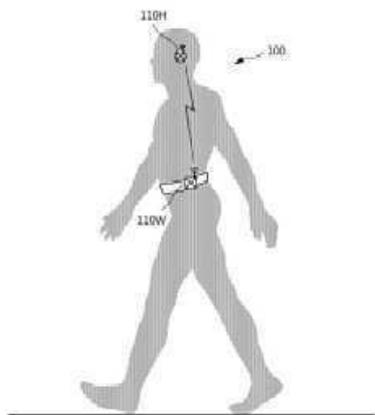
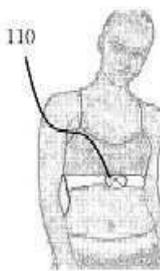
(b)



(c)

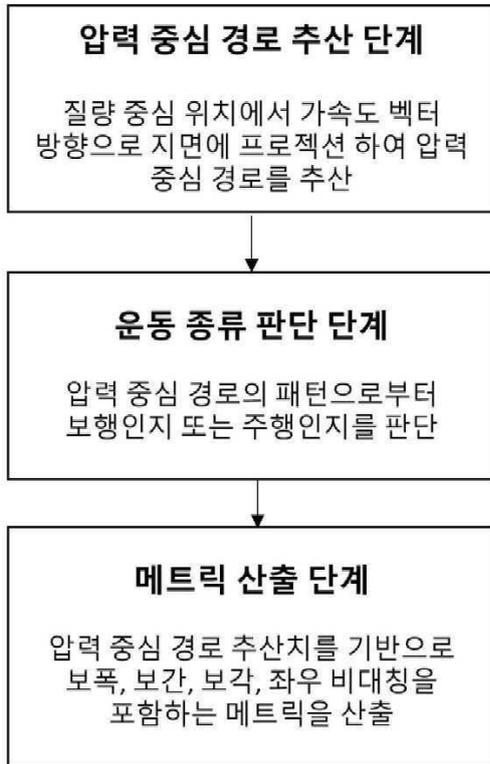


(d)

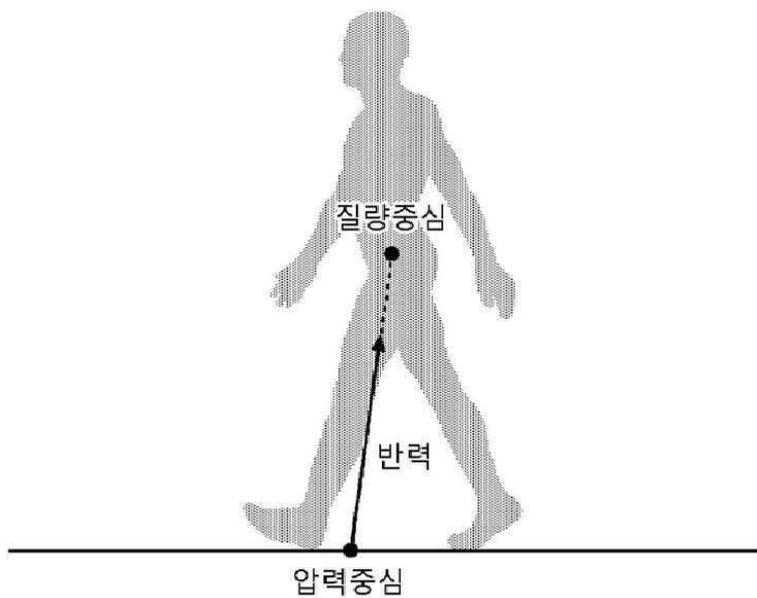


(e)

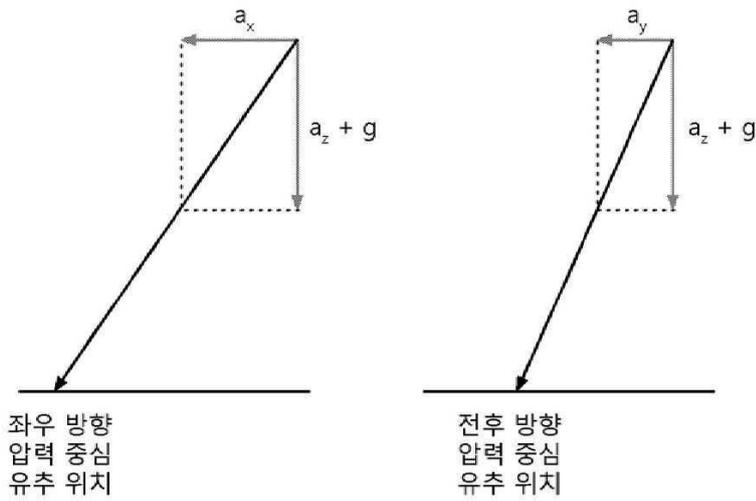
도면3



도면4

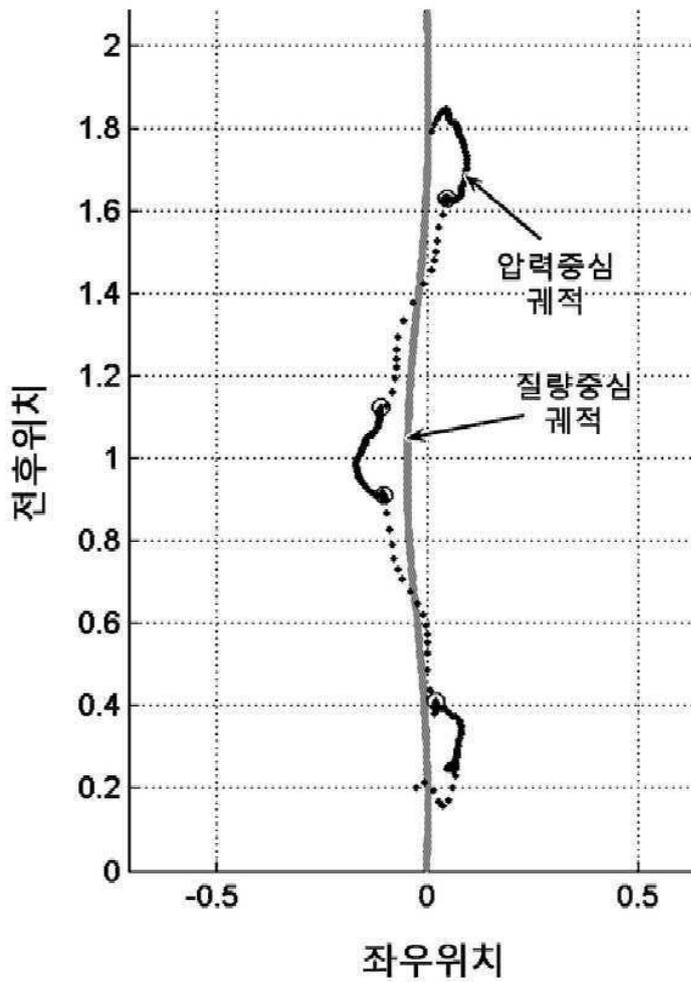


도면5



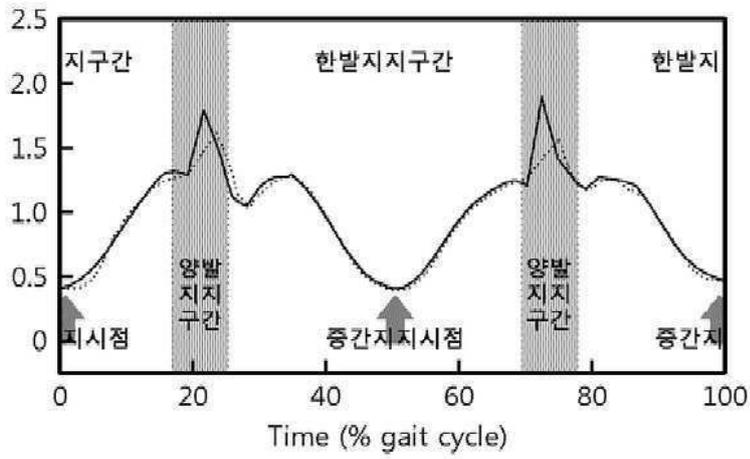
도면6

발착지 패턴



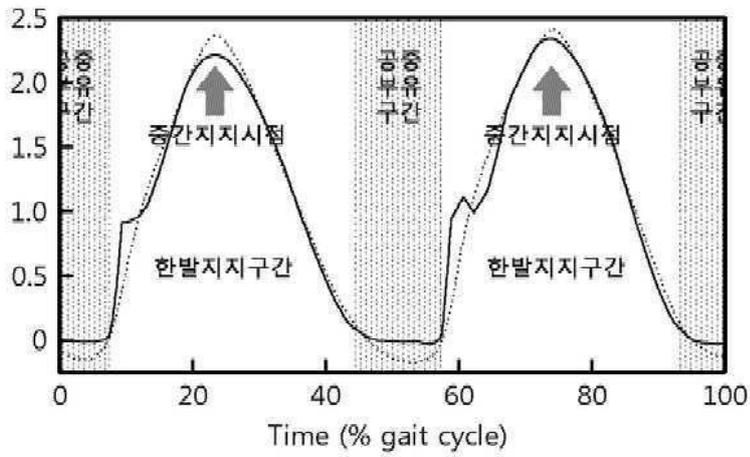
도면7

보행



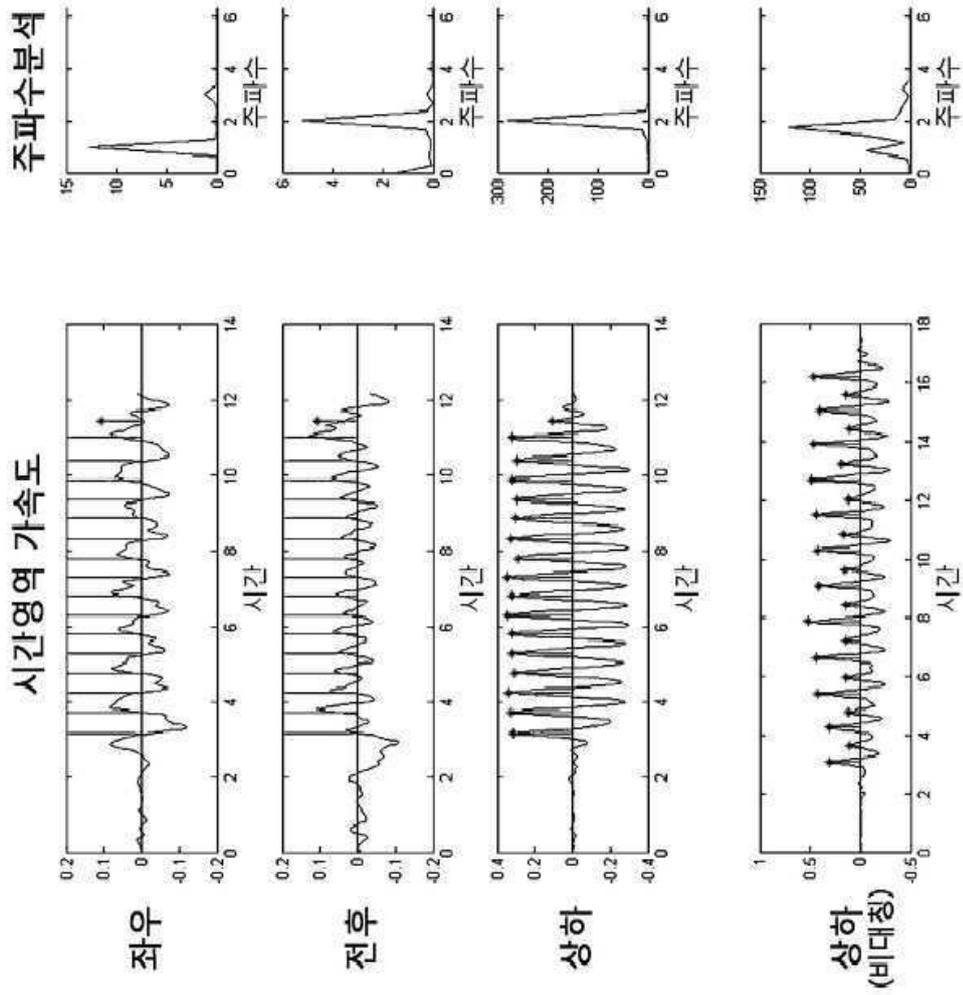
(A)

주행

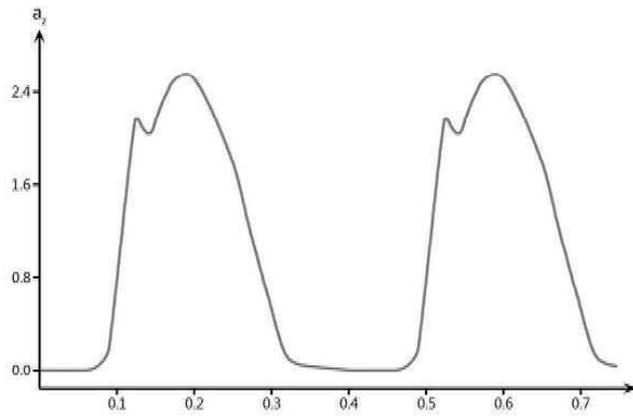


(B)

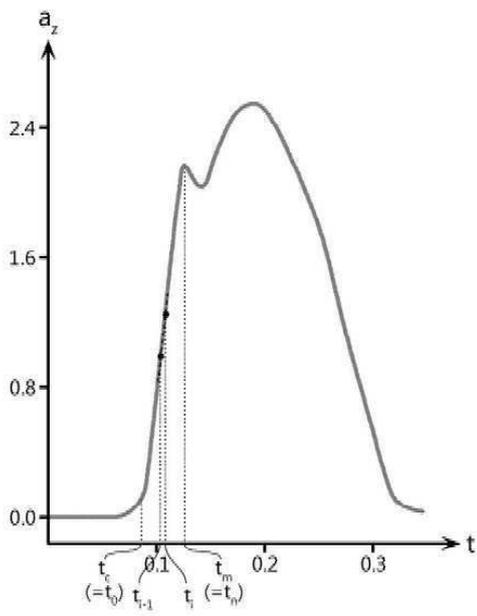
도면8



도면9

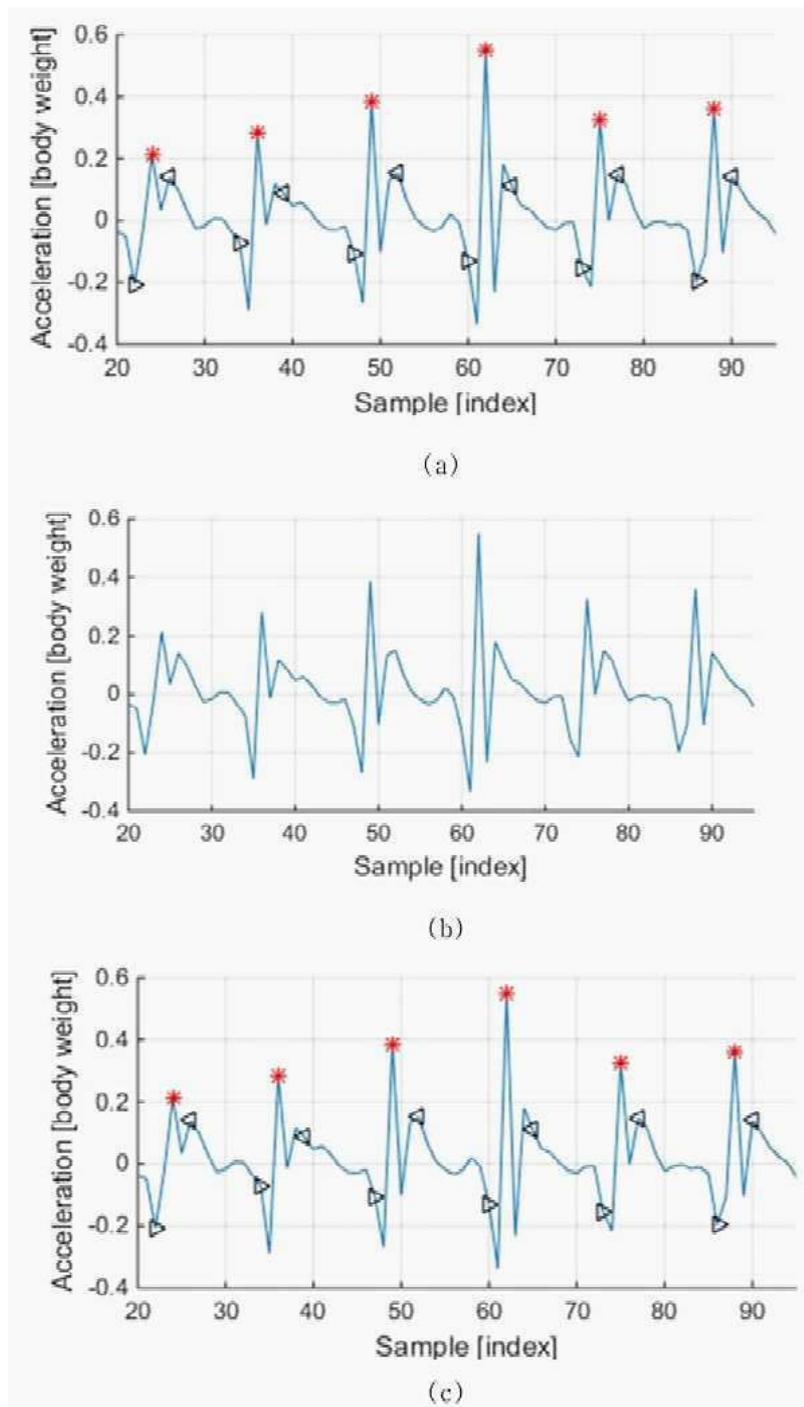


(a)

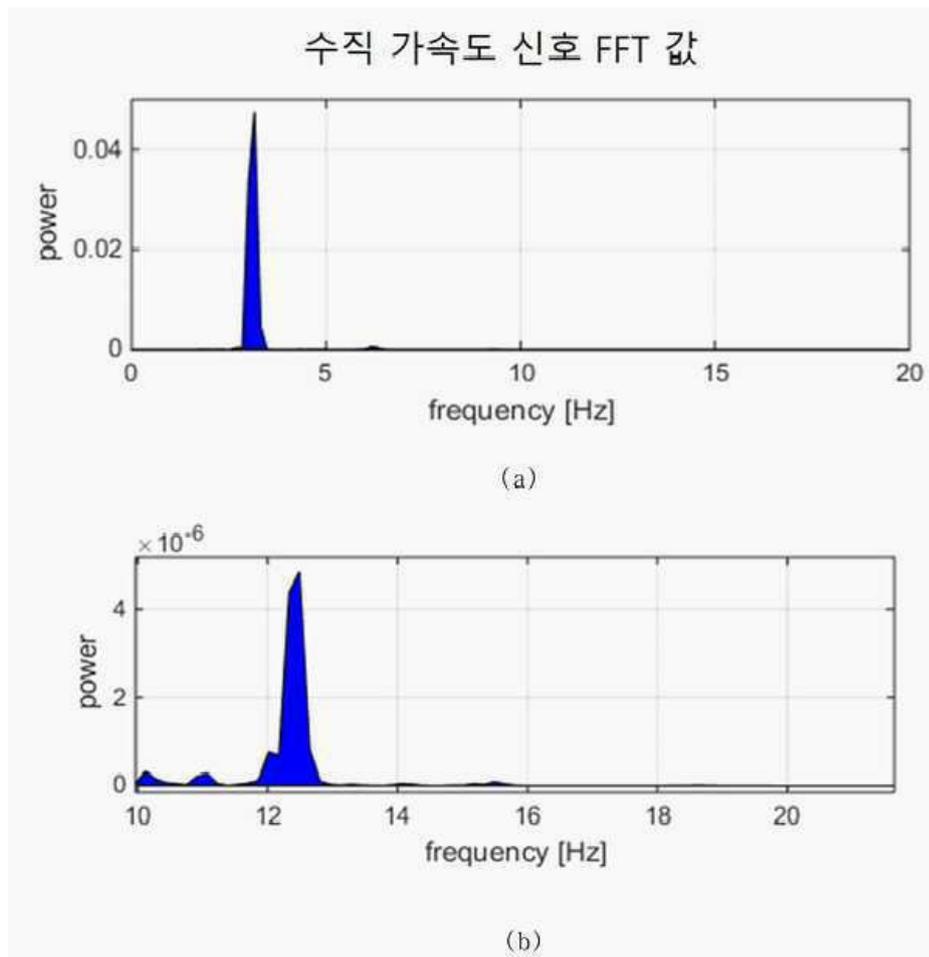


(b)

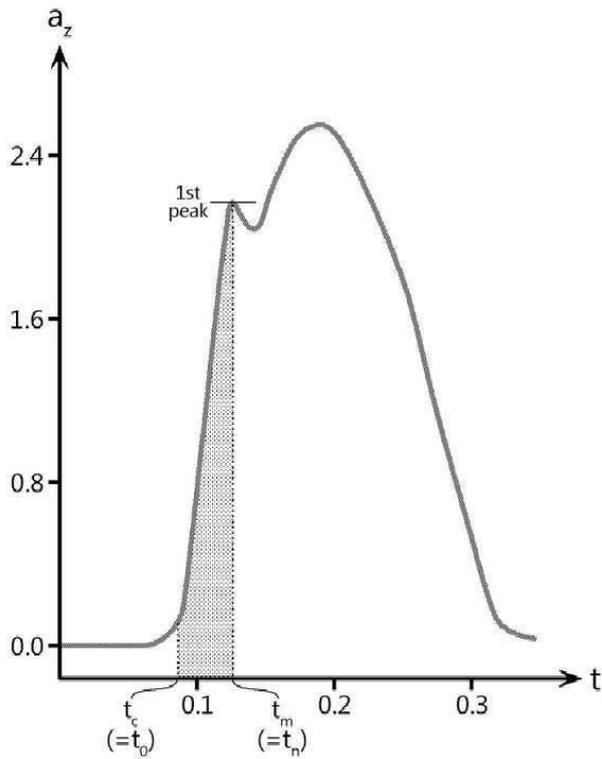
도면10



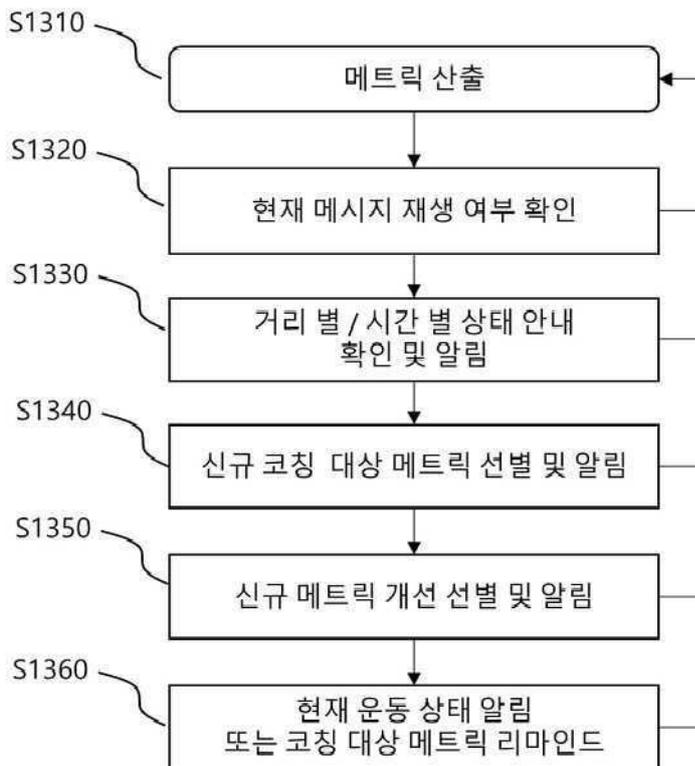
도면11



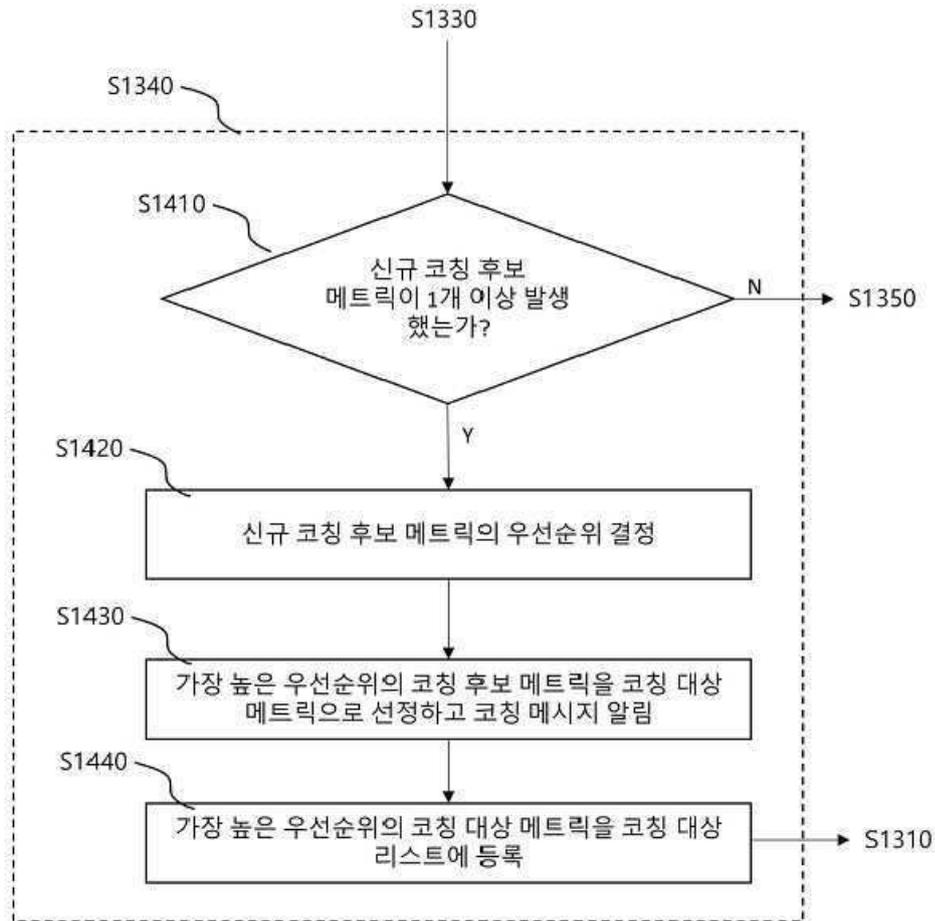
도면12



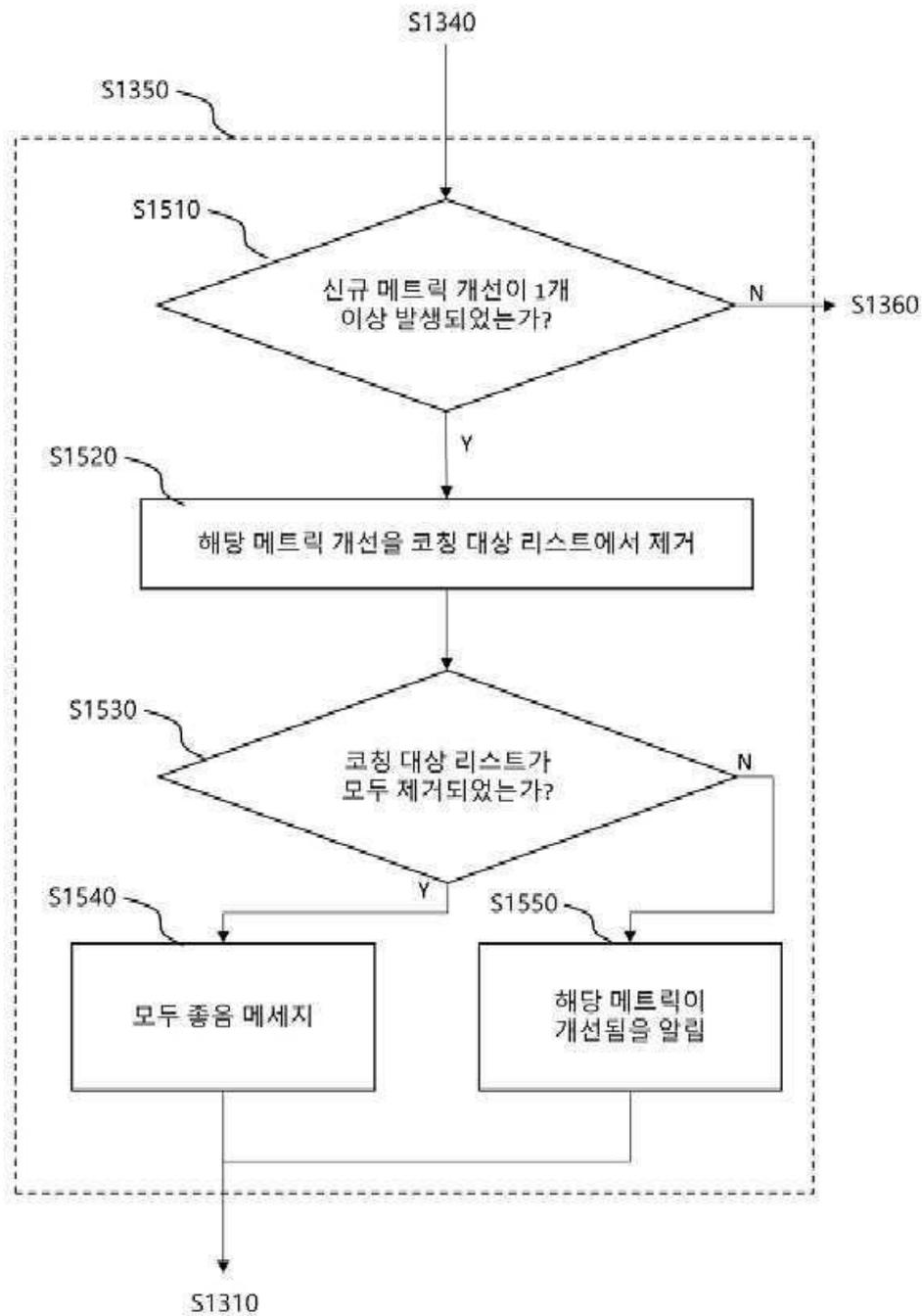
도면13



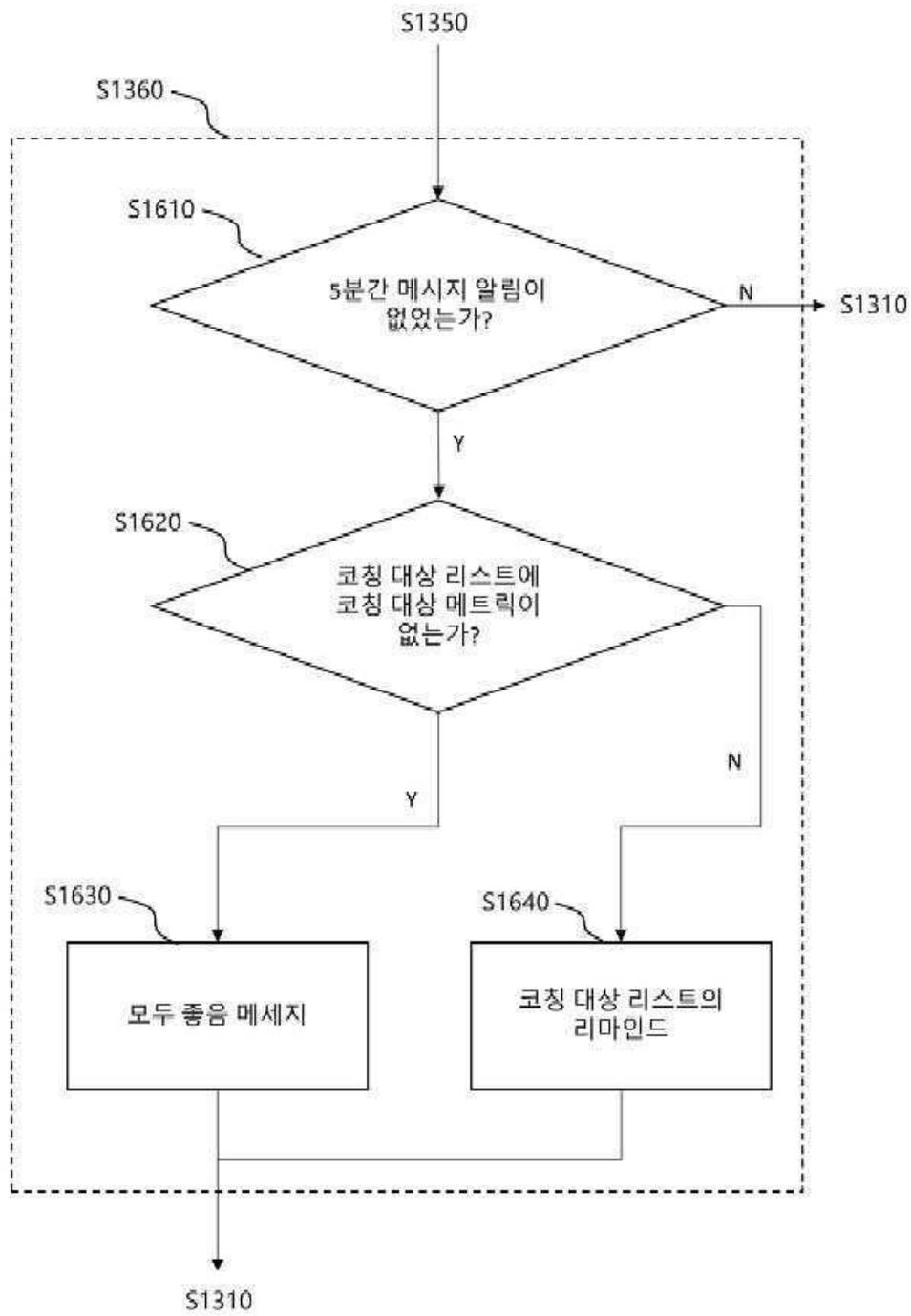
도면14



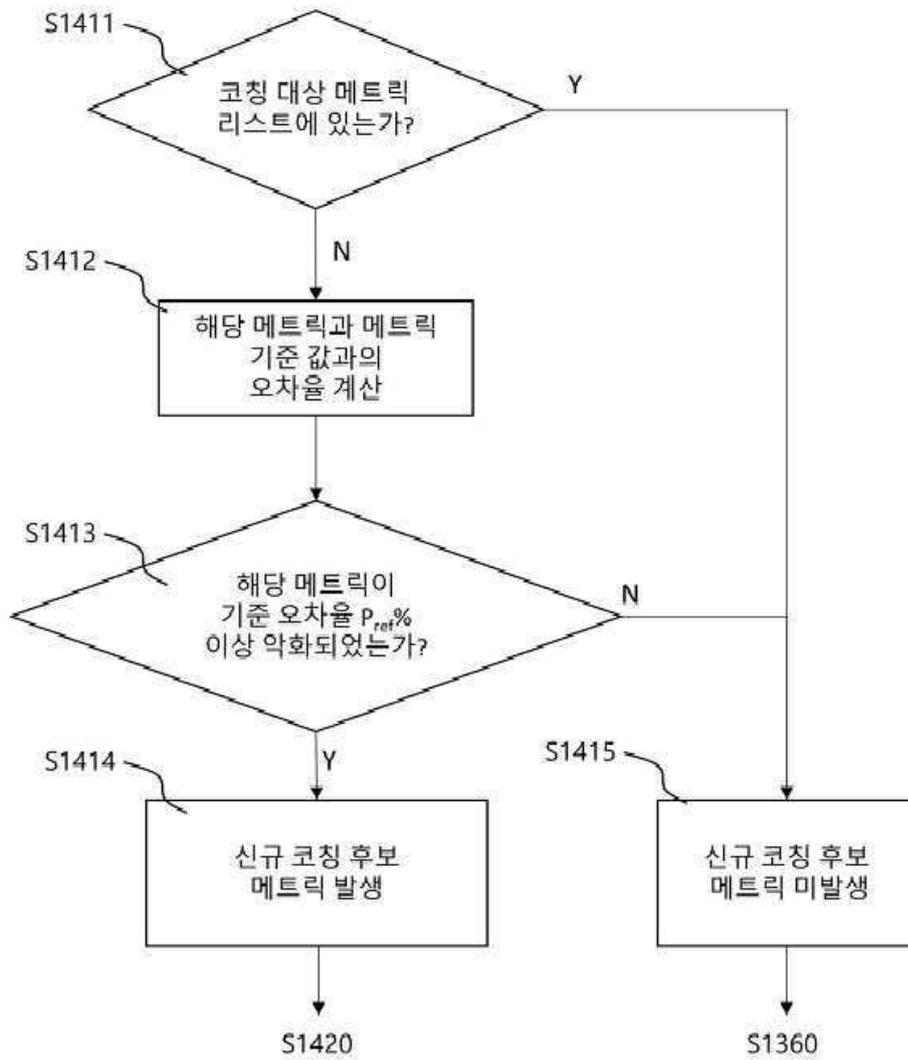
도면15



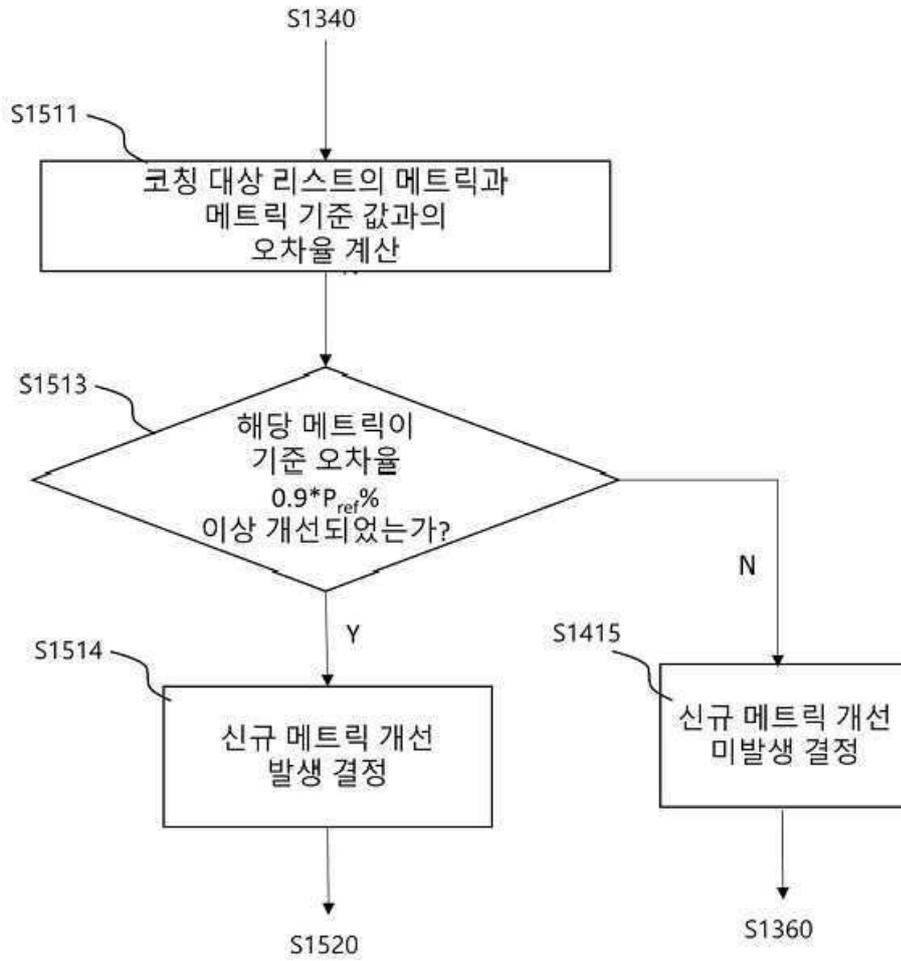
도면16



도면17



도면18



도면19

