



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0110100
(43) 공개일자 2018년10월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61B 5/7275 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-7026187

(22) 출원일자(국제) 2017년02월24일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2018년09월10일

(86) 국제출원번호 PCT/KR2017/002067

(87) 국제공개번호 WO 2017/146524

국제공개일자 2017년08월31일

(30) 우선권주장

62/300,028 2016년02월25일 미국(US)

(뒷면에 계속)

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

(72) 발명자

자인 자바하르

미국 캘리포니아 94043 마운틴뷰 클라이드 애비뉴 665

워섬 코디

미국 캘리포니아 94043 마운틴뷰 클라이드 애비뉴 665

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

권혁록, 이정순

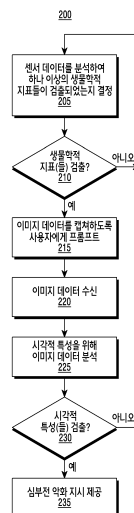
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 심부전을 평가하기 위한 장치 및 방법

(57) 요약

다양한 실시 예에 따르면, 심부전을 평가하기 위한 장치는 사용자의 이미지 데이터를 캡처하도록 구성된 이미지 센서와, 사용자에 대한 센서 데이터를 캡처하도록 구성된 센서와, 이미지 데이터 및 센서 데이터를 저장하도록 구성된 메모리와, 상기 이미지 센서, 상기 센서 및 상기 메모리에 결합된 프로세서를 포함한다. 상기 프로세서는 센서 데이터에 기반하여 사용자에게 관한 생물학적 상태를 검출하고, 생물학적 상태를 검출함에 대응하여 사용자의 이미지 데이터를 획득하고, 이미지 데이터로부터 사용자의 심장 건강에 대한 시각적 특성을 검출하고, 시각적 특성을 검출함에 대응하여, 사용자에게 대한 심부전 정보를 제공하도록 구성된다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

영 제임스

미국 캘리포니아 94043 마운틴뷰 클라이드 애비뉴 665

사디 사지드

미국 캘리포니아 94043 마운틴뷰 클라이드 애비뉴 665

미스트리 프라나브

미국 캘리포니아 94043 마운틴뷰 클라이드 애비뉴 665

벤데일 아비짓 지.

미국 캘리포니아 94043 마운틴뷰 클라이드 애비뉴 665

(30) 우선권주장

62/300,038 2016년02월25일 미국(US)

62/300,020 2016년02월25일 미국(US)

62/300,024 2016년02월25일 미국(US)

62/299,960 2016년02월25일 미국(US)

15/436,920 2017년02월20일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

심부전(heart failure)을 평가하기 위한 방법에 있어서,
 센서 데이터에 기반하여 사용자에게 관한 생물학적 상태(biological condition)를 검출하는 과정과,
 상기 생물학적 상태를 검출함에 대응하여 상기 사용자의 이미지 데이터를 획득하는 과정과,
 상기 이미지 데이터로부터 상기 사용자의 심장 건강에 대한 시각적 특성을 검출하는 과정과,
 상기 시각적 특성을 검출함에 대응하여, 상기 사용자에게 대한 심부전 정보를 제공하는 과정을 포함하는 방법

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 시각적 특성은 부종(edema), 피부색, 변색, 상기 사용자의 동공, 상기 사용자의 눈의 크기, 및 감정 상태를 나타내는 상기 환자의 얼굴 특징 중 적어도 하나를 나타내는 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서, 상기 이미지 데이터를 획득하는 과정은,
 상기 센서 데이터로부터 상기 사용자의 활동을 검출함에 기반하여 상기 사용자의 신체 부위를 결정하는 과정과,
 상기 신체 부위의 상기 이미지 데이터를 캡처(capturing)하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 이미지 데이터로부터 상기 환자의 신체 부위의 모퍼블 모델(morphable model)을 생성하는 과정과,
 입력에 의해 지정되는 상기 모퍼블 모델에 대한 변형에 기반하여, 상기 신체 부위의 기하학적 특성을 결정하는 과정을 더 포함하는 방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서, 상기 변형을 위한 입력을 획득하는 과정을 더 포함하고,
 상기 변형은 상기 사용자의 상기 신체 부위에 대한 함몰(pitting)의 양을 나타내는 방법.

청구항 6

청구항 4에 있어서, 상기 모퍼블 모델에 대한 변형에 기반하여 부종의 중증도 레벨을 결정하는 과정을 더 포함하는 방법.

청구항 7

청구항 4에 있어서, 상기 모퍼블 모델을 사용하여 상기 신체 부위의 함몰이 회복(rebound)되는 속도를 결정하는

과정을 더 포함하는 방법.

청구항 8

청구항 4에 있어서,

프로세서가,

상기 사용자의 상기 신체 부위의 추가 이미지 데이터의 이미지 분석에 기반하여, 상기 신체 부위의 함몰이 회복되는 속도를 결정하도록 구성된 방법.

청구항 9

청구항 4에 있어서, 상기 이미지 데이터로부터 추출된 상기 사용자의 홍채 윤곽 및 상기 사용자의 동공 윤곽에 기반하여, 상기 사용자의 동공의 확장 비율을 결정하는 과정과,

상기 확장 비율과 기준 확장 비율의 비교에 기반하여, 상기 사용자의 동공 확장의 편차량을 결정하는 과정을 더 포함하는 방법.

청구항 10

사용자의 중증도 레벨을 평가하기 위한 방법에 있어서,

상기 사용자의 신체의 선택된 부위에 대한 이미지 데이터에 기반하여 모퍼블 모델(morphable model)을 생성하는 과정과,

상기 생성된 모퍼블 모델에 대한 상기 사용자가 지정한 변형에 대한 입력을 획득하는 과정과,

상기 입력에 기반하여, 상기 사용자의 신체의 중증도 레벨을 결정하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 11

청구항 10에 있어서, 상기 사용자가 지정한 변형은 상기 사용자의 신체의 선택된 부위에 대해 상기 사용자가 경험하고 있는 함몰의 양을 나타내는 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서, 상기 중증도 레벨을 결정하는 과정은,

상기 사용자의 함몰을 모사(replicating)하여 상기 모퍼블 모델을 변환하는 과정과,

상기 변환된 모퍼블 모델의 변화에 기반하여, 상기 사용자의 신체의 중증도 레벨을 결정하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 13

청구항 10에 있어서, 상기 모퍼블 모델에 대한 입력을 요청하기 위한 통지를 상기 사용자에게 제공하는 과정을 더 포함하는 방법.

청구항 14

심부전을 평가하기 위한 장치에 있어서,
 사용자의 이미지 데이터를 캡처하도록 구성된 이미지 센서와,
 상기 사용자에 대한 센서 데이터를 캡처하도록 구성된 센서와,
 상기 이미지 데이터 및 상기 센서 데이터를 저장하도록 구성된 메모리와,
 상기 이미지 센서, 상기 센서 및 상기 메모리에 결합된 프로세서를 포함하고,
 상기 프로세서는 제1 항 내지 제13 항 중 어느 한 항의 방법을 구현하도록 구성된 장치.

청구항 15

심부전을 평가하기 위한 프로그램 코드가 저장된 컴퓨터 판독가능 저장 매체를 포함하는 컴퓨터 프로그램 제품(product)에 있어서,
 상기 프로그램 코드는 청구항 1 내지 청구항 13 중 어느 한 항의 방법의 동작들을 수행하도록 프로세서에 의해 실행 가능한 컴퓨터 프로그램 제품.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시(disclosure)는 심부전(heart failure)과 관련된 것이다. 보다 구체적으로, 본 개시는 심부전을 평가하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 운동 기반의 심장 재활은 심부전으로 고통받는 환자들을 포함하는 심장 환자들에 있어서 이환율과 사망률을 현저하게 감소시키는 것으로 나타났다. 운동 기반의 심장 재활은 각종 제약사항들 때문에 병원 환경에서 항상 제공되는 것은 아니다. 이러한 제약사항들로는 그러한 프로그램들에 대한 제한된 이용 가능성, 환자의 참여 가능성, 보조 자원들의 이용 가능성 등을 포함하며, 이에 한정되지 않는다.

[0003] 현존하는 심장 재활 프로그램들 중에서, 대체로 운동은 일반 심박수 가이드라인들에 따라 처방된다. 병원 환경에서는 많은 가용 심장 재활 프로그램을 운영하지 않는 경우가 있다. 의사가 개별 환자에 맞게 일반 심박수 가이드라인을 조정하려고 할 경우, 이 수행되는 조정들은 일반적인 가이드라인들에 의해 대부분 정보가 제공된다. 그러나, 계산된 모든 임계 값들에 대하여 환자의 건강 상태가 변경될 수 있다.

[0004] 홈 기반(home-based) 심장 재활 프로그램이 심장병 환자들에 대한 잠재적 대안으로 나타나고 있다. 홈 기반의 심장 재활 프로그램은 보다 정규적인 심장 재활 프로그램에 비해 비용이 절감되는 혜택을 제공한다. 그럼에도 불구하고, 홈 기반 심장 재활 프로그램은 환자의 위험 인자들 및 심장 기능을 거의 모니터링하지 않는다. 이러한 관리 부재는 환자 안전에 관한 중대한 우려의 근원이다.

[0005] 관리 부재로 인한 잠재적 위험을 설명하자면, 최대 약 1/3의 심장병 환자들이 감독이 이루어진 심장 재활 기간 동안에 병원 환경에서 부작용을 경험한 것으로 나타났다. 이러한 경우의 절반 이상에서는, 그 이벤트의 결과로서 환자의 안전을 보장하고 환자에 대한 전반적인 위험을 줄이기 위해 환자의 치료에 대한 변화가 필요했다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 따라서, 본 개시의 다양한 실시 예들은 심부전을 평가하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

[0007] 본 개시의 다양한 실시 예들은 사용자에 관한 생물학적 상태(biological condition) 및/또는 이미지 데이터로부터 검출되는 사용자의 심장 건강에 대한 시각적 특성에 기반하여 심부전 정보를 제공하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

- [0008] 본 개시의 다양한 실시 예들은 사용자에게 관한 생물학적 상태를 검출하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.
- [0009] 본 개시의 다양한 실시 예들은 사용자의 심장 건강에 대한 시각적 특성을 검출하기 위한 이미지 데이터를 획득하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.
- [0010] 본 개시의 다양한 실시 예들은 사용자의 중증도 레벨을 평가하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.
- [0011] 본 개시의 다양한 실시 예들은 사용자의 신체 부위에 대한 모퍼블 모델(morphable model)에 기반하여 사용자의 중증도 레벨을 결정하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 하나 이상의 실시 예들은 심부전을 평가하기 위한 시스템 및/또는 장치에 관한 것이다. 일 양태에서, 장치는 사용자의 이미지 데이터를 캡처하도록 구성된 이미지 센서와, 사용자에게 대한 센서 데이터를 캡처하도록 구성된 센서와, 이미지 데이터 및 센서 데이터를 저장하도록 구성된 메모리와, 이미지 센서, 센서 및 메모리에 결합된(coupled) 프로세서를 포함한다. 프로세서는 센서 데이터에 기반하여 사용자에게 관한 생물학적 상태를 검출하고, 생물학적 상태를 검출함에 대응하여 사용자의 이미지 데이터를 획득하고, 이미지 데이터로부터 사용자의 심장 건강에 대한 시각적 특성을 검출하고, 시각적 특성을 검출함에 대응하여, 사용자에게 대한 심부전 정보를 제공하는 동작을 구성된다.
- [0013] 하나 이상의 실시 예들은 심부전을 평가하기 위한 방법에 관한 것이다. 일 양태에서, 방법은 센서 데이터에 기반하여 사용자에게 관한 생물학적 상태를 검출하는 과정과, 생물학적 상태를 검출함에 대응하여 사용자의 이미지 데이터를 획득하는 과정과, 이미지 데이터로부터 사용자의 심장 건강에 대한 시각적 특성을 검출하는 과정과, 시각적 특성을 검출함에 대응하여, 사용자에게 대한 심부전 정보를 제공하는 과정을 포함할 수 있다.
- [0014] 하나 이상의 실시 예들은 심부전을 평가하기 위한 컴퓨터 프로그램 제품(product)에 관한 것이다. 일 양태에서, 컴퓨터 프로그램 제품은 프로그램 코드가 저장된 컴퓨터 판독가능 저장 매체를 포함한다. 프로그램 코드는 실행 가능한 동작들을 수행하도록 프로세서에 의해 실행 가능하다. 실행 가능한 동작들은 센서 데이터에 기반하여 사용자에게 관한 생물학적 상태를 검출하고, 생물학적 상태를 검출함에 대응하여 사용자의 이미지 데이터를 획득하고, 이미지 데이터로부터 사용자의 심장 건강에 대한 시각적 특성을 검출하고, 시각적 특성을 검출함에 대응하여, 사용자에게 대한 심부전 정보를 제공하는 동작일 수 있다.
- [0015] 하나 이상의 실시 예들은 심부전을 평가하기 위한 시스템 및/또는 장치에 관한 것이다. 일 양태에서, 장치는 이미지 데이터를 캡처하도록 구성된 이미지 센서, 이미지 데이터를 저장하도록 구성된 메모리, 및 이미지 센서 및 메모리에 결합된 프로세서를 포함할 수 있다. 프로세서는 환자의 신체의 선택된 부위에 대한 이미지 데이터에 기반하여 모퍼블 모델(morphable model)을 생성하고, 모퍼블 모델에 대해 사용자가 지정한 변형을 수신하고, 여기에서 변형은 환자의 신체의 선택된 부위에 대해 환자가 경험하고 있는 함몰(pitting) 양을 근사화하고, 모퍼블 모델에 대한 변형에 기반하여 환자가 경험하고 있는 부종의 중증도의 측정치를 결정하도록 구성된다.
- [0016] 또한, 하나 이상의 다른 실시 예들은 본 개시에서 설명된 다양한 동작들을 포함하는 심부전의 검출 및/또는 심부전의 악화와 관련된 방법 및 컴퓨터 프로그램 제품에 관한 것이다.
- [0017] 본 과제의 해결 수단은 단지 특정 개념들을 안내하기 위해서 제공된 것이며, 청구된 발명 대상의 핵심 또는 필수 특징들을 나타내기 제공되는 것이 아니다. 본 발명의 다수의 다른 특징들 및 실시 예들은 첨부된 도면들 및 다음의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

발명의 효과

- [0018] 다양한 실시 예들에 따른 장치 및 방법은 효과적인 심부전 평가를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 첨부된 도면들은 하나 이상의 실시 예들을 도시한다. 그러나, 첨부된 도면들이 본 발명을 도시된 실시 예들로 제한하기 위한 것으로 취급되어서는 안된다. 다양한 양태들 및 이점들은 다음의 상세한 설명을 검토하고 도면들을 참조할 시에 명백해질 것이다.
- 도 1은 시스템에 대한 예시적인 아키텍처(architecture)를 도시한다.
- 도 2는 심부전의 악화를 검출하는 방법을 도시한다.

- 도 3은 심박수 변동부전(chronotropic incompetence, CI)을 검출하는 예시적인 방법을 도시한다.
- 도 4는 CI 검출을 위한 베이스라인(baseline) 생성의 일 예를 도시한다.
- 도 5는 CI를 검출하는 다른 예시적인 방법을 도시한다.
- 도 6은 데이터 수집을 위한 교정 과정을 구현하는 방법을 도시한다.
- 도 7은 호흡 임계 값 및/또는 호흡 임계 값의 변화를 검출하는 방법을 도시한다.
- 도 8은 호흡 임계 값 및/또는 호흡 임계 값의 변화를 검출하는 다른 방법을 도시한다.
- 도 9는 설문 조사를 제공하기 위한 예시적인 환자 인터페이스이다.
- 도 10은 센서 보조 우울증 검출의 예시적인 방법이다.
- 도 11은 센서 보조 우울증 검출의 다른 예시적인 방법이다.
- 도 12는 동공 확장에 대한 이미지 분석의 예시적인 방법을 도시한다.
- 도 13은 피부색에 대한 이미지 분석의 예시적인 방법을 도시한다.
- 도 14는 부종에 대한 이미지 분석의 예시적인 방법을 도시한다.
- 도 15는 얼굴 특징들에 대한 이미지 분석의 예시적인 방법을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 본 개시가 신규한 특징들을 규정하는 청구범위에 의해서 결론을 내리지만, 본 개시에서 설명되는 다양한 특징들은 도면들과 함께 이 설명을 고려하는 것으로부터 더 잘 이해될 수 있을 것으로 생각된다. 본 개시에서 설명되는 프로세스(들), 기계(들), 제조(들) 및 그 변형은 설명의 목적으로 제공된 것이다. 기술된 임의의 특정한 구조적 및 기능적 세부 사항은 제한적인 것으로 해석되어서는 안되며, 단지 청구범위의 기초로서 그리고 사실상 임의의 적절하게 상세히 설명된 구조로 기술된 특징들을 다양하게 사용하도록 당업자에게 교시하기 위한 대표적인 기초로서 해석되어야 한다. 또한, 본 개시에서 사용되는 용어 및 문구는 제한적인 것이 아니라, 기술된 특징들에 대한 이해 가능한 설명을 제공하기 위한 것이다.
- [0021] 본 개시는 센서 데이터 및 이미지 분석을 사용하여 개인의 심부전을 평가하는 것에 관한 것이다. 심부전의 자동 분석을 위해 사용 가능한 기술들은 그것이 사실이 아닐 경우 환자가 심부전 악화를 겪고 있음을 나타내는 긍정 오류(false positive)를 종종 발생시킨다. 본 개시에서 설명되는 예시적인 실시 예들은 증가된 정확도로 심부전 환자의 심부전 악화를 결정 및/또는 검출함으로써, 긍정 오류의 수를 감소시키고 긍정 오류와 관련된 비용을 감소시킬 수 있다.
- [0022] 본 개시에서 설명되는 발명의 구성들은 다양한 센서들을 사용하여 환자로부터 데이터를 수집한다. 데이터는 정신생리학적 건강 및 심장 건강을 나타내는 하나 이상의 생물학적 상태를 검출하기 위해 연속적으로 수집되고 분석될 수 있다. 하나 이상의 생물학적 상태(들)를 검출함에 대응하여, 시스템은 환자의 이미지 및/또는 비디오에 대한 이미지 분석을 수행하도록 구성된다. 이미지 분석은 상이한 시각적 특성을 검출하고 및/또는 정량화(quantity)하도록 수행될 수 있다. 이러한 시각적 특성은 본 개시에서 개시된 얼굴 분석 및/또는 다른 기술들에 의해 표시될 수 있는 동공 확장, 부종의 존재, 청색증 또는 피부 변색(창백한 피부) 및/또는 환자의 감정 상태를 나타낼 수 있다. 수행된 이미지 분석에 기반하여, 시스템은 환자가 심부전 악화를 겪고 있는지 여부를 결정한다. 이에 대응하여, 심부전 악화를 검출하기 위해, 시스템은 환자의 악화 상태에 관한 통지들을 환자 또는 의료 제공자에게 제공하는 것과 같은 하나 이상의 동작들을 수행할 수 있다.
- [0023] 다른 양태에서, 시스템은 운동을 계속하기 이전에 환자가 기다릴 필요가 있거나 환자가 의료 제공자에게 연락해야 하는 심장 재활 동안에 잠재적인 상태들을 검출할 수 있다. 이러한 잠재적 상태들은 컴퓨터 비전(예를 들어, 이미지 분석) 및 기계 학습 방법들을 센서 정보와 결합하는 것에 의해 검출될 수 있다. 또한, 환자 활동, 컨텍스트, 및 애플리케이션-환자 상호 작용이 사용될 수 있다.
- [0024] 다른 양태에서, 시스템은 원격 건강 관리 모니터링을 수행할 수 있다. 전술한 다양한 증상 및/또는 상태를 평가하는 것 이외에, 시스템은 환자의 웰-빙과 관련된 다양한 인간 감정을 분석하고 검출할 수 있다. 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 스마트폰 또는 다른 휴대용 장치로서 구현될 수 있다. 이러한 장치 내의 카메라는 이미지 및/또는 비디오를 캡처하는 목적으로 사용될 수 있다. 수행된 이미지 분석은 심부전의 중증도를 평가할

목적으로 사용될 수 있다.

- [0025] 본 개시에서 설명되는 예시적인 실시 예들은 만성 심근 경색이든 급성 심근 경색에 이차적인 것이든 관계없이 심부전을 평가할 수 있다. 전술한 바와 같이, 센서 데이터 및 이미지 분석이 사용된다. 본 개시에서 설명되는 예시적인 실시 예들은 환자가 급성 이벤트의 침강을 겪고 있는지 여부를 의료 종사자가 확신을 가지고 판정할 수 있게 하여, 관련 응급 지원이 제공될 수 있게 한다. 또한, 예시적인 실시 예들은 환자가 의료 제공자와 상호 작용하여 의료 제공자에게 다양한 해부학적 위치 및 다양한 병리의 임상 평가를 제공할 수 있게 하며, 이에 따라 증상 완화를 제공할 수 있고 관련 진단들이 이루어질 수 있다. 또한, 예시적인 실시 예들은 임상 평가와 함께 이상(abnormalities)을 이해하기 위한 툴(tool)을 환자에게 제공한다.
- [0026] 이하, 설명의 편의상, 사용자를 환자라고 지칭하여 본 개시에 대하여 설명하지만, 본 개시가 이러한 용어에 한정되는 것은 아니다.
- [0027] 본 개시에서 설명되는 예시적 실시 예들은 건강 관리 시설(예를 들어, 병원)로부터 퇴원한지 30일 이내의 심부전 환자의 재입원 비율을 감소시키는데 사용될 수 있다. AMI(acute myocardial infarction), HF(Heart Failure) 및 폐렴에 대한 CMS(Centers for Medicare & Medicaid Services) 병원 입원 감소 프로그램의 ICD-9-CM 코드에 의거한 새로운 건강 관리 지침은 심부전 하에서 퇴원한지 30일 이내의 환자 재입원에 대하여 패널티를 부과하고 있다.
- [0028] 이제 본 발명 구성의 다른 양태들 및 세부 사항에 대하여 도면들을 참조하여 설명하도록 한다. 설명의 단순화 및 명료성을 위해, 도면들에 도시된 요소들이 반드시 일정한 비율로 그려지지 않는다는 것을 이해한다. 예를 들어, 일부 요소들의 치수가 명확성을 위해 다른 요소들에 비해 과장될 수도 있다. 또한, 적절한 것으로 고려되는 경우, 대응하는 유사 또는 마찬가지로의 특징들을 나타내기 위해 참조 번호가 도면들 사이에서 반복된다.
- [0029] 도 1은 시스템에 대한 예시적인 아키텍처(architecture) 100을 도시한다. 아키텍처 100은 메모리 102, 하나 이상의 프로세서들 104(예를 들어, 이미지 프로세서, 디지털 신호 프로세서, 데이터 프로세서 등) 및 인터페이스 회로 106를 포함할 수 있다. 메모리 102, 프로세서(들) 104 및/또는 인터페이스 회로 106는 개별 컴포넌트들이거나 또는 하나 이상의 집적 회로에 집적될 수 있다. 예를 들어, 아키텍처 100의 다양한 컴포넌트들은 하나 이상의 통신 버스들 또는 신호 라인들(예를 들어, 인터커넥트 및/또는 와이어)에 의해 결합(couple)될 수 있다. 일 양태에서, 메모리 102는 메모리 인터페이스(도시되지 않음)를 통해 인터페이스 회로 106에 결합될 수 있다.
- [0030] 센서들, 디바이스들, 서브시스템들 및 입/출력(input/output, I/O) 디바이스들이 센서 데이터의 생성을 포함하는 본 개시에서 설명되는 기능들 및/또는 동작들을 용이하게 하기 위해 인터페이스 회로 106에 결합될 수 있다. 다양한 센서들, 디바이스들, 서브시스템들 및/또는 I/O 디바이스들이 인터페이스 회로 106에 직접 결합되거나 또는 하나 이상의 개재(intervening) I/O 제어기들(도시되지 않음)을 통해 결합될 수 있다.
- [0031] 예를 들어, 모션 센서 110, 광 센서 112 및 근접 센서 114가 아키텍처 100을 사용하는 시스템의 배향, 조명 및 근접 기능들을 용이하게 하기 위해 인터페이스 회로 106에 결합될 수 있다. 위치 센서 116(예를 들어, GPS 수신기)는 지리적-포지셔닝 센서 데이터를 제공하기 위해 인터페이스 회로 106에 연결될 수 있다. 전자 자력계 118(예를 들어, 집적 회로 칩)는 자북(magnetic North)의 방향을 결정하는데 사용될 수 있는 센서 데이터를 제공하기 위해 인터페이스 회로 106에 연결될 수 있다. 따라서, 전자 자력계 118는 전자 나침반으로서 사용될 수 있다. 가속도계 120은 아키텍처 100을 사용하여 3차원에서 시스템의 움직임에 대한 속도 및 방향의 변화를 결정하는데 사용될 수 있는 센서 데이터를 제공하기 위해 인터페이스 회로 106에 연결될 수 있다. 고도계 122(예를 들어, 집적 회로)는 고도를 결정하는데 사용될 수 있는 센서 데이터를 제공하기 위해 인터페이스 회로 106에 연결될 수 있다. 심박수 센서 124는 센서 데이터를 생성하여 심장 박동의 측정 및 심박수의 결정을 용이하게 하기 위해 인터페이스 회로 106에 연결될 수 있다.
- [0032] 카메라 서브시스템 126은 광학 센서 128에 결합될 수 있다. 광학 센서 128은 임의의 다양한 기술을 사용하여 구현될 수 있다. 광학 센서 128의 예들로는 CCD(charged coupled device), CMOS(complementary metal-oxide semiconductor) 광학 센서 등을 포함할 수 있으며, 이에 한정되지 않는다. 카메라 서브시스템 126 및 광학 센서 128은 이미지들 및/또는 비디오 클립들(이하, "이미지 데이터")을 기록하는 것과 같은 카메라 기능들을 용이하게 하는데 사용될 수 있다. 본 개시의 목적을 위하여, 이미지 데이터는 센서 데이터의 부분 집합이다.
- [0033] 통신 기능들은 하나 이상의 무선 통신 서브시스템들 130을 통해 가능하게 될 수 있다. 무선 통신 서브시스템들 130은 무선 주파수 수신기 및 송신기 및/또는 광학(예를 들어, 적외선) 수신기 및 송신기 등을 포함할 수 있으며, 이에 한정되지 않는다. 무선 통신 서브시스템 130의 구체적인 설계 및 구현은 아키텍처 100을 사용하는 시

시스템이 동작하는 것으로 의도되는 통신 네트워크(들)에 의존할 수 있다.

- [0034] 예시의 목적에 있어서, 무선 통신 서브시스템(들) 130은 하나 이상의 모바일 네트워크(예를 들어, GSM, GPRS, EDGE), WiMax 네트워크를 포함할 수 있는 WiFi 네트워크, 단거리 무선 네트워크(예를 들어, 블루투스 네트워크), 및/또는 이들의 임의의 조합을 통해 동작하도록 설계될 수 있다. 무선 통신 서브시스템(들) 130은 시스템 100이 다른 무선 장치들에 대한 기지국으로서 구성될 수 있도록 하는 호스팅 프로토콜들을 구현할 수 있다.
- [0035] 오디오 서브시스템 132은 음성 인식, 음성 복제, 디지털 녹음 및 전화 기능들과 같은 음성 지원 기능들을 용이하게 하기 위해 스피커 134 및 마이크로폰 136에 결합될 수 있다. 오디오 서브시스템 132은 오디오 타입 센서 데이터를 생성할 수 있다. 하나 이상의 실시 예들에서, 마이크로폰 136은 호흡 센서로서 이용될 수도 있다.
- [0036] I/O 디바이스들 138은 인터페이스 회로 106에 결합될 수 있다. I/O 디바이스들 138의 예로는 디스플레이 장치, 터치 감지 디스플레이 장치, 트랙 패드, 키보드, 포인팅 장치, 통신 포트(예를 들어, USB 포트), 네트워크 어댑터, 버튼 또는 다른 물리적 제어장치 등을 포함할 수 있으며, 이에 한정되지 않는다. 디스플레이 스크린 및/또는 패드와 같은 터치 감지 장치는 다양한 터치 감지 기술들 중 임의의 것을 사용하여 접촉, 이동, 접촉 중단 등을 검출하도록 구성된다. 터치 감지 기술들의 예로는 정전 용량 기술, 저항 기술, 적외선 기술 및 표면 탄성과 기술, 그리고 다른 근접 센서 어레이들 또는 터치 감지 장치와의 하나 이상의 접촉 지점들을 결정하기 위한 다른 요소들을 포함하며, 이에 한정되지 않는다. I/O 디바이스들 138 중의 하나 이상은 아키텍처 100의 센서들, 서브시스템들 등의 기능들을 제어하도록 구성될 수 있다.
- [0037] 아키텍처 100은 전원 140을 더 포함한다. 전원 140은 아키텍처 100의 다양한 요소들에 전력을 공급할 수 있다. 일 실시 예에서, 전원 140은 하나 이상의 배터리들로 구현된다. 배터리들은 일회용(예를 들어, 교체 가능)인지 또는 재충전 가능한지의 여부와 관계없이 각종 상이한 배터리 기술들 중의 임의의 것을 사용하여 구현될 수 있다. 다른 실시 예에서, 전원 140은 외부 소스로부터 전력을 얻어서 아키텍처 100의 요소들에 전력(예를 들어, DC 전력)을 제공하도록 구성된다. 재충전 가능한 배터리의 경우, 전원 140은 외부 전원에 결합될 경우 배터리 또는 배터리들을 충전 가능한 회로를 더 포함할 수 있다.
- [0038] 메모리 102는 랜덤 액세스 메모리(예를 들어, 휘발성 메모리) 및/또는 비휘발성 메모리, 예를 들어 하나 이상의 자기 디스크 저장 장치, 하나 이상의 광학 저장 장치 및/또는 플래시 메모리를 포함할 수 있다. 메모리 102는 LINUX, UNIX, 모바일 운영 체제, 임베디드 운영 체제 등과 같은 운영 체제152를 저장할 수 있다. 운영 체제152는 기본 시스템 서비스들을 처리하고 하드웨어 종속적인 작업들을 수행하기 위한 명령들을 포함할 수 있다.
- [0039] 또한, 메모리 102는 다른 프로그램 코드 154를 저장할 수도 있다. 다른 프로그램 코드 154의 예들로는 하나 이상의 추가 장치, 하나 이상의 컴퓨터 및/또는 하나 이상의 서버와의 통신; 그래픽 환자 인터페이스 처리; 센서 관련 처리 및 기능; 전화 관련 프로세스 및 기능; 전자 메시징 관련 프로세스 및 기능; 웹 브라우징 관련 프로세스 및 기능; 미디어 처리 관련 프로세스 및 기능; GPS/네비게이션 관련 프로세스 및 기능; 보안 기능; 웹 카메라 및/또는 웹 비디오 기능을 포함한 카메라 관련 프로세스 및 기능 등을 용이하게 하는 명령들을 포함할 수 있다. 또한, 메모리 102는 하나 이상의 다른 애플리케이션(들) 162을 저장할 수도 있다.
- [0040] 메모리 102는 심부전 분석 프로그램 코드 156를 저장할 수 있다. 일 양태에서, 심부전 분석 프로그램 코드 156는 본 개시에서 설명된 심부전 악화의 검출을 용이하게 하도록 구성된다. 심부전 분석 프로그램 코드 156는 센서 데이터를 분석하고, 환자에게 입력을 질의하고, 필요에 따라 하나 이상의 외부 데이터 소스들에게 정보를 질의하고, 센서 데이터, 환자 입력 및/또는 외부 데이터 소스들로부터 얻어진 데이터를 베이스라인 정보와 비교하는 것을 수행할 수 있다. 또한, 심부전 분석 프로그램 코드 156는 본 개시에서 설명되는 바와 같이 이미지 분석을 수행할 수도 있다. 심부전 분석 프로그램 코드 156의 실행을 통해 수행되는 동작의 다른 양태들은 나머지 도면들을 참조하여 본 개시에서 설명된다. 심부전 분석 프로그램 코드 156는 본 개시에서 설명되는 동작들을 수행하기 위해 다른 프로그램 코드 154, 운영 체제152 및/또는 다른 애플리케이션들 162과 상호 작용할 수 있다.
- [0041] 메모리 102는 또한 센서 데이터, 베이스라인 데이터, 기준 데이터, 수신된 환자 입력(들)에 의해 얻어지는 데이터, 및/또는 하나 이상의 외부 데이터 소스들에게 질의함으로써 얻어지는 데이터와 같은 다양한 유형의 데이터(도시되지 않음)를 저장할 수 있다.
- [0042] 상기한 다양한 유형의 명령들 및/또는 프로그램 코드는 한정이 아닌 설명의 목적으로 제공된 것이다. 프로그램 코드는 별개의 소프트웨어 프로그램, 절차 또는 모듈로서 구현될 수도 있다. 메모리 102는 추가의 명령들 또는 더 적은 명령들을 포함할 수 있다. 또한, 아키텍처 100의 다양한 기능들은 하나 이상의 신호 처리 및/또는 주

문형 집적 회로들을 포함하여 하드웨어 및/또는 소프트웨어로 구현될 수 있다.

- [0043] 메모리 102 내에 저장된 프로그램 코드 및 아키텍처 100과 동일하거나 유사한 아키텍처를 이용하는 시스템에 의해 사용, 생성 및/또는 동작되는 임의의 데이터 항목들은 시스템의 일부로서 사용될 시에 기능을 부여하는 기능적 데이터 구조들이다. 기능적 데이터 구조들의 다른 예들은 센서 데이터, 환자 입력을 통해 얻어진 데이터, 외부 데이터 소스들에게 질의하는 것을 통해 얻어진 데이터, 베이스라인 정보, 기준 데이터, 예측 모델 등을 포함하며 이에 한정되지는 않는다. "데이터 구조"는 물리적 메모리 내에 데이터 모델의 데이터 조직을 물리적으로 구현하는 것을 의미한다. 이와 같이, 데이터 구조는 메모리 내의 특정한 전기 또는 자기 구조 요소들로 형성된다. 데이터 구조는 프로세서가 사용하는 메모리에 저장된 데이터에 물리적인 조직을 부여한다.
- [0044] 하나 이상의 실시 예들에서, 아키텍처 100을 참조하여 설명된 하나 이상의 다양한 센서들 및/또는 서브시스템들은 유선 또는 무선 연결을 통해 아키텍처 100에 결합되거나 통신 가능하게 연결되는 개별 장치들일 수 있다. 예를 들어, 모션 센서 110, 광 센서 112, 근접 센서 114, 위치 센서 116, 자력계 118, 가속도계 120, 고도계 122, 심박수 센서 124, 카메라 서브시스템 126, 오디오 서브시스템 132 등은 I/O 디바이스들 138 및/또는 무선 통신 서브시스템(들) 130에 의해 아키텍처 100에 결합된 개별 시스템들 또는 서브시스템들로서 구현될 수 있다.
- [0045] 예를 들어, 하나 이상의 센서가 환자에게 직접 착용될 수 있고, 유선 또는 무선 연결을 통해 아키텍처 100에게 데이터를 제공할 수도 있다. 도 1에 도시되지 않았지만 아키텍처 100에게 센서 데이터를 제공하기 위해 환자에 의해 사용되거나 착용될 수 있는 추가 센서의 예들로는 ECG(electrocardiography) 센서, PPG(photoplethysmography) 센서, 호흡 센서 등을 포함할 수 있으며, 이에 한정되지 않는다. 이러한 추가 센서들은 도 1에서 "기타 센서들" 블록 170으로 표현되어 있다. 하나 이상의 실시 예들에서, 이러한 센서들 및/또는 서브시스템들은 아키텍처 100 외부의 메모리에 저장되는 센서 데이터를 생성하도록 구성된다. 이 경우, 아키텍처 100, 예를 들어, 프로세서 104는 본 개시에서 설명된 바와 같은 사용 및/또는 분석을 위해 센서 데이터에 액세스할 수 있다.
- [0046] 아키텍처 100은 구현되는 시스템의 특정 타입에 따라 도 1에 나타난 것보다 더 적은 컴포넌트들 또는 도 1에 도시되지 않은 추가 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 또한, 포함되는 특정 운영 체제 및/또는 애플리케이션(들) 및/또는 다른 프로그램 코드는 시스템 타입에 따라 달라질 수도 있다. 또한, 예시적인 컴포넌트들 중의 하나 이상의 것은 다른 컴포넌트에 통합되거나, 다른 컴포넌트의 일부를 형성할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 적어도 일부 메모리를 포함할 수 있다.
- [0047] 본 개시에서 설명되는 동작들을 수행하도록 구성된 시스템이 아키텍처 100을 이용할 수 있지만, 아키텍처 100은 한정이 아닌 설명의 목적을 위해 제공된 것이다. 본 개시에서 설명되는 동작들을 수행하도록 구성된 시스템은 도 1에 도시된 것과 상이한 아키텍처를 가질 수 있다. 아키텍처는 아키텍처 100의 단순화된 버전 일 수 있고, 프로세서 및 명령들을 저장하는 메모리를 포함할 수도 있다. 아키텍처는 본 개시에서 설명되는 하나 이상의 센서들을 포함할 수도 있다. 아키텍처 100 또는 이와 유사한 아키텍처를 사용하는 시스템은 시스템의 다양한 센서들 또는 이에 결합된 센서들을 사용하여 데이터를 수집할 수 있다. 본 개시에서, 센서에 의해 생성된 데이터는 "센서 데이터"라고 지칭된다.
- [0048] 본 개시에서 설명되는 예시적인 실시 예들 중 하나 이상을 구현하기 위해 아키텍처 100 또는 이와 유사한 다른 컴퓨팅 아키텍처를 이용할 수 있는 시스템의 예들로는 스마트폰 또는 다른 모바일 장치, 웨어러블 컴퓨팅 장치(예를 들어, 스마트 워치, 피트니스 트래커(fitness tracker), 패치 등), 전용 의료 기기, 컴퓨터(예를 들어, 데스크톱, 랩톱, 태블릿 컴퓨터, 다른 데이터 프로세싱 시스템 등), 및 센서 데이터를 감지하고 처리할 수 있는 임의의 적절한 전자 장치를 포함할 수 있으며, 이에 한정되지 않는다. 또한, 실시 예들은 독립형 장치로서 배치되거나 분산 클라이언트-서버 네트워크형 시스템에서 복수의 장치들로서 배치될 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- [0049] 도 2는 심부전의 악화를 검출하는 방법 200을 도시한다. 방법 200은 심부전 환자의 심부전 악화를 검출하도록 동작한다. 방법 200은 도 1과 관련하여 설명된 아키텍처와 동일하거나 유사한 아키텍처를 갖는 시스템에 의해서 수행될 수 있다. 논의의 목적으로, 방법 200은 심부전 환자가 전술한 바와 같은 시스템을 사용하고 있고 이 시스템이 연속적으로 센서 데이터를 수집하고 있는 상태에서 시작될 수 있다.
- [0050] 다양한 실시 예들에 따르면, 심부전을 평가하기 위한 장치는 환자의 이미지 데이터를 캡처하도록 구성된 이미지 센서, 환자의 센서 데이터를 캡처하도록 구성된 센서, 이미지 데이터 및 센서 데이터를 저장하도록 구성된 메모리; 및 이미지 센서, 센서 및 메모리에 결합된 프로세서를 포함한다. 프로세서는 센서 데이터로부터 생물학적

상태를 검출함에 대응하여 이미지 데이터를 수신하고(여기서, 생물학적 상태는 정신생리학적 건강 및 심장 건강을 나타냄), 이 이미지 데이터로부터 시각적 특성을 검출하고(여기서, 시각적 특성은 심장 건강을 나타냄), 이 시각적 특성을 검출함에 대응하여, 환자가 심부전 악화를 겪고 있다는 표시를 제공하도록 구성된다.

- [0051] 일 예에서, 시각적 특성은 부종(edema)을 나타낸다.
- [0052] 다른 예에서, 시각적 특성은 환자의 눈의 크기를 나타낸다.
- [0053] 또 다른 예에서, 프로세서는 센서 데이터로부터 검출되는 환자의 활동에 기반하여 부종의 후보로서 환자의 신체 부위를 결정하고, 이 신체 부위의 이미지 데이터를 캡처하도록 환자에게 프롬프트(prompt)하도록 구성된다.
- [0054] 또 다른 예에서, 프로세서는 이미지 데이터로부터 환자의 신체 부위의 모퍼블 모델(morphable model)을 생성하고, 입력에 의해 지정되는 모퍼블 모델에 대한 변형에 기반하여 그 신체 부위에 있는 함몰(pitting)의 기하학적 특성을 결정하도록 구성된다.
- [0055] 또 다른 예에서, 시각적 특성은 피부색을 포함한다.
- [0056] 또 다른 예에서, 시각적 특성은 동공 확장을 포함한다.
- [0057] 또 다른 예에서, 시각적 특성은 감정 상태를 나타내는 환자의 얼굴 특징을 포함한다.
- [0058] 또 다른 예에서, 생물학적 상태는 심박수 변동부전(chronotropic incompetence, CI)을 포함한다.
- [0059] 또 다른 예에서, 생물학적 상태는 호흡 임계 값(ventilation threshold)의 저하를 포함한다.
- [0060] 또 다른 예에서, 생물학적 상태는 스트레스를 포함한다.
- [0061] 또 다른 예에서, 생물학적 상태는 우울증을 포함한다.
- [0062] 다양한 실시 예들에 따르면, 심부전을 평가하기 위한 장치는 이미지 데이터를 캡처하도록 구성된 이미지 센서, 이미지 데이터를 저장하도록 구성된 메모리, 및 이미지 센서 및 메모리에 결합된 프로세서를 포함한다. 프로세서는 선택되어진 환자의 신체 부위에 대한 이미지 데이터에 기반하여 모퍼블 모델을 생성하고, 이 모퍼블 모델에 대하여 사용자가 지정한 변형을 수신하고(여기서, 변형은 선택되어진 환자의 신체 부위에 대하여 환자가 겪는 함몰의 양을 근사화함), 이 모퍼블 모델에 대한 변형에 기반하여 환자가 겪고 있는 부종의 중증도를 결정하도록 구성된다.
- [0063] 일 예에서, 프로세서는 모퍼블 모델을 사용하여 선택되어진 환자의 신체 부위에 있는 함몰이 회복(rebound)되는 속도를 결정하도록 구성된다.
- [0064] 다른 예에서, 프로세서는 환자의 신체 부위에 대한 추가 이미지 데이터의 이미지 분석에 기반하여, 선택되어진 환자의 신체 부위에 있는 함몰이 회복되는 속도를 결정하도록 구성된다.
- [0065] 또 다른 예에서, 프로세서는 이미지 데이터로부터 추출되어진 환자의 흉채의 윤곽 및 환자의 동공의 윤곽에 기반하여 환자의 동공의 확장 비율을 결정하고, 이 확장 비율을 기준 확장 비율과 비교한 것에 기반하여 환자의 동공 확장의 편차량을 결정하도록 구성된다.
- [0066] 도 2는 환자의 심부전을 평가하기 위한 다단계(multi-stage)의 방법을 도시한다. 제1 단계는 하나 이상의 생물학적 상태를 검출하기 위한 센서 데이터의 분석을 포함한다. 일 양태에서, 제1 단계는 단계들(205 및 210)을 포함한다. 제1 단계에서 생물학적 상태들을 검출함에 대응하여 수행될 수 있는 제2 단계는 이미지 분석을 포함한다. 일 양태에서, 제2 단계는 블록들(215, 220, 225 및 230)을 포함한다.
- [0067] 205 단계에서, 시스템은 센서 데이터를 분석할 수 있다. 시스템은 센서 데이터를 분석하여 하나 이상의 생물학적 상태가 검출되었는지 여부를 결정한다. 생물학적 상태들은 심장 건강 및 정신생리학적 건강을 나타낸다. 정신생리학적 건강은 정신(psyche) 및 육체(physiological) 프로세스들 사이의 관계와 관련된 생리학의 갈래를 말한다. 정신생리학적 건강은 마음과 신체의 상호 작용에 대한 과학적 연구이다.
- [0068] 생물학적 상태들의 예로는 심박수 변동부전(chronotropic incompetence, CI), 호흡 임계 값의 저하, 우울증 및/또는 스트레스를 포함하며, 이에 한정되지는 않는다. 일 양태에서, 시스템은 환자의 생물학적 상태들 중 적어도 하나를 검출한다. 다른 양태에서, 시스템은 환자에게서 서로 동시에 발생하는 임의의 2개의 생물학적 상태들을 검출한다. 다른 양태에서, 시스템은 환자에게서 서로 동시에 발생하는 임의의 3개의 생물학적 상태들을 검출한다. 또 다른 양태에서, 시스템은 환자에게서 서로 동시에 발생하는 각각의 생물학적 상태들을 검출한다. 또

다른 양태에서, 시스템은 심장 건강(예를 들어, CI 또는 호흡 임계 값의 저하)과 관련된 적어도 하나의 생물학적 상태들 및 정신 건강(예를 들어, 우울증 또는 다른 정신 상태 또는 스트레스)과 관련된 적어도 하나의 생물학적 상태들을 검출한다.

- [0069] 210 단계에서, 시스템은 하나 이상의 생물학적 상태들이 검출되었는지 여부를 결정한다. 긍정적인 경우, 방법 200은 215 단계로 계속된다. 부정적인 경우, 방법 200은 205 단계로 되돌아가서 하나 이상의 생물학적 상태들의 발생에 대한 모니터링을 계속한다.
- [0070] 215 단계에서, 시스템은 이미지 데이터를 캡처하도록 환자에게 프롬프트한다. 예를 들어, 상기한 바와 같은 하나 이상의 생물학적 지표들을 검출함에 대응하여, 시스템은 이미지 데이터를 캡처하도록 환자에게 프롬프트한다. 이 프롬프트 동작은 사용자가 특정 동작을 수행할 수 있음을 통지하기 위한 임의의 정보(예를 들어, 알람, 사운드, 라이트, 메시지 전송)를 출력하는 것을 말한다. 예를 들어, 이러한 프롬프트는 시스템의 스크린 상에 디스플레이되는 메시지, 오디오 메시지 등일 수 있다. 전송한 바와 같이, 이미지 데이터는 이미지 및/또는 비디오를 지칭하는 것이다. 이미지 데이터가 프롬프트되는 신체의 특정 부위는, 시스템에 의해서 제공되는 프롬프트의 일부로서 환자에게 표시될 수 있다. 이미지 데이터에 관한 더 상세한 내용은 도 12, 도 13, 도 14 및 도 15와 관련하여 본 개시에서 제공된다.
- [0071] 220 단계에서, 시스템은 이미지 데이터를 수신한다. 예를 들어, 시스템은 환자가 촬영한 이미지, 이미지들 및/또는 비디오를 수신한다. 일 양태에서, 시스템은 아래에서 보다 상세히 설명되는 각종 상이한 환경에서 이미지가 분석의 목적으로 불충분하다는 것을 나타내는 프롬프트(prompt)를 제공하도록 구성된다. 예를 들어, 시스템은 이미지가 최소 허용 가능한 품질인지(예를 들어, 충분하거나 최소 양의 조명을 가지는지) 여부를 결정하기 위한 이미지 분석을 수행할 수 있다. 부정적인 경우, 시스템은 프롬프트를 제공할 수 있다.
- [0072] 225 단계에서, 시스템은 심장 건강을 나타내는 하나 이상의 시각적 특성에 대한 이미지 데이터를 분석한다. 예시적인 예들로서, 시스템은 부종, 피부색 및/또는 변색, 및/또는 동공 확장을 나타내는 시각적 특성을 검출하기 위해 이미지 데이터를 분석할 수 있다. 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 환자의 감정 상태를 검출하기 위해, 이미지 분석(예를 들면, 얼굴 분석)을 수행할 수 있다. 수행된 이미지 분석 및 시스템이 검출할 수 있는 시각적 특성에 관한 더 상세한 내용은 도 12, 도 13, 도 14 및 도 15와 관련하여 보다 상세히 설명된다.
- [0073] 230 단계에서, 시스템은 하나 이상의 시각적 특성이 검출되었는지 여부를 결정한다. 긍정적인 경우, 방법 200은 235 단계로 계속된다. 부정적인 경우, 방법 200은 205 단계로 되돌아가서 프로세싱을 계속한다.
- [0074] 235 단계에서, 시각적 특성(들)을 검출함에 대응하여, 시스템은 환자가 심부전의 악화를 겪고 있다는 통지를 제공한다. 이 통지는 심부전 정보를 나타낸다. 용어 "심부전 정보(heart failure information)"는 사용자의 심부전과 관련된 정보를 말한다. 일 예에서, 심부전 정보는 사용자의 심부전의 정도를 나타내는 정보, 심부전을 겪고 있는지 여부를 나타내는 정보, 사용자의 심장 상태에 대한 메트릭(metric), 사용자의 심장의 변화 등을 포함할 수 있다. 일 양태에서, 시스템은 환자에게 이 통지를 제공한다. 예를 들어, 이 통지는 시스템의 스크린 상에 표시되는 메시지로 제공될 수 있다. 다른 양태에서, 시스템은 의료 서비스 제공자와 접촉할 수 있으며 및/또는 의료 서비스 제공자의 시스템과 같은 다른 시스템에 메시지를 제공할 수 있다. 이 통지는 전자 메일, 텍스트 메시지 등일 수 있다.
- [0075] 논의된 바와 같이, 시스템에 의해 검출될 수 있는 생물학적 상태의 일 예는 심박수 변동부전(chronotropic incompetence, CI)이다. CI는 일반적으로 말하면, 증가된 활동 또는 프롬프트에 비례하여 심박수를 증가시킬 수 없는 것이다.
- [0076] 도 3은 CI를 검출하는 예시적인 방법 300을 도시한다. 방법 300은 도 1과 관련하여 설명된 아키텍처와 동일하거나 유사한 아키텍처를 갖는 시스템에 의해 수행될 수 있다. 방법 300은 센서 데이터가 시간 경과(예를 들어, 시간 주기)에 따라 환자에 대해 수집되었고, 이것이 분석을 위해 이용될 수 있는 상태에서 시작될 수 있다. 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 센서 데이터를 수집한다. 하나 이상의 다른 실시 예들에서는, 하나 이상의 항목의 센서 데이터 또는 모든 센서 데이터가 다른 시스템(들) 및/또는 장치(들)로부터 생성될 수 있으며, 방법 300을 수행하는 시스템에 의해서 이들이 판독 및/또는 처리될 수 있다.
- [0077] 305 단계에서, 시스템은 센서 데이터에 기반하여 환자의 총 활동(total activity, TA)을 결정한다. 시스템은 가속도계 데이터를 사용하여 환자의 총 활동을 결정할 수 있다. 일 예에서, 시스템은 가속도계 출력의 파워에 기반하여 환자에 대한 총 활동을 결정할 수 있다.
- [0078] 310 단계에서, 시스템은 센서 데이터에 기반하여 하나 이상의 교란인자(confounder)를 선택적으로 결정한다.

시스템에 의한 교란인자 및 이러한 교란인자의 자동 검출에 대한 보다 상세한 설명이 도 5와 관련하여 본 개시에서 제공된다.

[0079] 315 단계에서, 시스템은 선택적으로 환자에 대한 활동 레벨의 추정치를 나타내는 환자 입력을 수신한다. 하나 이상의 실시 예들에서, 환자의 활동 레벨의 추정치는 운동 자각도(rating of perceived exertion, RPE)이다. RPE는 신체 활동 강도 레벨의 측정치이다. RPE는 심박수 증가, 땀이나 호흡률 증가, 땀 흘림 증가, 근육 피로 등과 같은 증상을 유발하는 신체 활동 중 환자가 경험하는 운동의 난이도와 관련된 신체적 또는 정신적 감각을 기반으로 한다. 어떤 경우이든, RPE는 일반적으로 환자에게 질의한 것에 대한 응답으로 환자 입력으로서 수신될 경우 환자의 부위에 대한 주관적인 운동 측정치로서 고려된다. 시스템은 RPE 값을 지정하는 환자 입력을 수신할 수 있다.

[0080] 하나 이상의 실시 예들에서, RPE는 보그 스케일(Borg scale)을 사용하여 표현된다. 아래의 표 1은 보그 스케일로 RPE의 스코어링을 나타낸 것이다.

표 1

점수	운동 레벨
6	
7	전혀 힘들지 않음
8	
9	힘들지 않음
10	
11	보통임
12	
13	약간 힘들
14	
15	힘들
16	
17	매우 힘들
18	
19	매우 매우 힘들
20	

[0081]

[0082] 하나 이상의 다른 실시 예들에서, RPE를 측정하기 위한 상이한 스케일이 사용될 수 있다. 이와 관련하여, 본 발명의 구성들은 RPE에 대한 하나의 특정 스케일을 사용하는 것으로 제한되지 않는다. 일관된 결과들을 보장하기 위한 노력의 일환으로, 환자들은 적절한 스케일을 사용하여 활동 레벨을 추정할 수 있도록 트레이닝될 수 있음을 이해해야 한다. 예를 들어, 병원 환경 내에서, 재활 환경에서, 또는 훈련된 의료진과 함께 협력하는 어디에서든, 환자는 선택된 스케일을 사용하여 활동 레벨을 적절하게 추정하는 방법을 교육받을 수 있다.

[0083] 하나 이상의 다른 실시 예들에서, 활동 레벨의 추정치는 환자에게 이러한 정보를 질의함 없이 시스템에 의해 자동화된 방식으로 결정될 수 있다. 이 경우에는, 환자에게 활동 레벨 추정치를 질의하는 것이 수행될 필요가 없다. 시스템은 센서 데이터로부터 활동 레벨의 추정치(예를 들어, RPE)를 결정할 수 있다. 일 예에서, 시스템은 오디오 센서 데이터로부터의 운동과 관련된 환자로부터의 호흡(환기) 관련 사운드를 검출함으로써 RPE와 같은 활동 레벨을 결정 또는 추정할 수 있다. 시스템은 운동을 나타내는 오디오 센서 데이터로부터 환자의 호흡 관련 사운드들의 점진적 변화를 비교함으로써 활동 레벨 또는 RPE를 추정할 수 있다. 호흡 사운드의 검출에 대해서는 도 4를 참조하여 더 상세하게 본 개시에서 설명된다.

[0084] 320 단계에서, 시스템은 하나 이상의 교란인자들을 나타내는 환자 입력을 선택적으로 수신한다. 예를 들어, 시스템은 환자에게 교란인자들의 리스트를 질의하거나, 환자에게 제시되는 교란인자들의 리스트 중에서 환자에게 적용 가능한 해당 교란인자들을 선택하도록 할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 약물 섭취에 대해 환자에게 질의

할 수 있다. 일 예에서, 시스템은 환자가 베타 차단제 또는 심장 기능의 변시성을 변화시키는 임의의 다른 약물을 복용하고 있는지 여부를 환자에게 질의하거나 질문한다. 이러한 약 및/또는 약물은 아래에서 설명되는 측정들에 영향을 미칠 수 있다. 따라서, 표시된 약 및/또는 약물에 따라, CI를 결정하기 위한 임계 값이 조정 또는 변경될 수 있다.

- [0085] 325 단계에서, 시스템은 센서 데이터에 기반하여 환자에 대한 심박수(heart rate, HR)를 결정한다. 330 단계에서, 시스템은 RPE와 HR 사이의 공분산(covariance) $COV(RPE, HR)$ 를 결정한다. 335 단계에서, 시스템은 33 단계에서 측정된 TA와 325 단계의 HR 사이의 공분산 $COV(TA, HR)$ 를 결정한다. 예를 들어, 330 및 335 단계를 참조하면, 시스템은 HR 시계열, TA 시계열 및 RPE 중의 임의의 쌍 사이의 공분산을 계산할 수 있다.
- [0086] 340 단계에서, 시스템은 경향(trend)들을 비교하기 위한 하나 이상의 베이스라인 심장 건강 측정치들을 결정한다. 하나 이상의 실시 예들에서, 베이스라인 심장 건강 측정치들(또는 베이스라인들)은 휴식시의 환자 및/또는 가능한 RPE 값들 중 하나 이상 또는 각각에 대해 결정될 수 있다. 베이스라인들은 새로 수집되는 센서 데이터 및/또는 환자 입력과의 후속 비교를 위해 저장될 수 있다. 예시적인 베이스라인들은 다음을 포함하며, 이에 한정되지 않는다:
- [0087] ● RPERest와 HRRest 사이의 공분산 $COV(RPERest, HRRest)$;
 - [0088] ● $COV(RPEexertion, HRexertion)$ 로 표시될 수 있는 운동 중 RPE와 HR 사이의 공분산;
 - [0089] ● 휴식시 HRRest와 TARest 사이의 공분산 $COV(HRRest, TARest)$;
 - [0090] ● HRR(heart rate recovery)과 HRD 사이의 공분산 $COV(HRR, HRD)$, 여기서 밑첨자 "D"는 노력 레벨 및 센서들에 의해 측정된 총 활동 레벨로 HR에 대한 감속 경향(운동 후)을 나타냄;
 - [0091] ● 가속도계 활동을 사용하여 측정될 수 있는 EEE(exercise energy expended)와 RPE 사이의 공분산 $COV(EEE, RPE)$; 및/또는
 - [0092] ● 상이한 RPE 레벨들에서 기록 또는 관측되는 호흡 관련 사운드.
- [0093] 하나 이상의 실시 예들에서, 베이스라인 심장 건강 측정치는 본 개시에서 설명되는 바와 같이 센서 데이터로부터 결정된다. 예를 들어, 베이스라인 심장 건강 측정치들은 환자가 휴식 중이거나 기지의(known) 상태에 있는 동안 결정될 수 있다. 하나 이상의 다른 실시 예들에서, 베이스라인 심장 건강 측정치는 본 개시에서 설명되는 바와 같은 비교의 목적으로 사용되는 기준 상태 또는 데이터이며, 예를 들어, 의사에 의해 지정되거나, 표준으로부터 얻어지거나 하는 등에 의한 미리 결정된 데이터 또는 고정된 데이터이다.
- [0094] 345 단계에서, 시스템은 HRR 및 운동 후 HRR 경향을 선택적으로 결정한다. 시스템은 또한 HR 변화 경향(예를 들어, 감속 경향)을 RPE 및 305 단계에서 측정된 TA와 상관시킬 수 있다. 일 양태에서, 시스템은 심박수 회복이 2-지수(bi-exponential) 경향을 갖는지 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 2-지수에 대한 HRR의 로그(logarithm)를 검사할 수 있다. 2-지수 경향의 부존재는 CI를 나타낸다. 350 단계에서, 시스템은 HR 변화 경향을 RPE 및 총 활동과 선택적으로 상관시킨다.
- [0095] 355 단계에서, 시스템은 베이스라인에 대해 결정된 공분산 및/또는 센서 데이터 중 하나 이상을 분석할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 베이스라인 또는 예상 값으로부터 임계 값 이상 차이와 같은 이상(anomaly)을 검출할 수 있다. 예상되는 공분산이 없으면 CI 검출을 제안한다. 일 실시 예에서, 시스템은, 소모된 에너지와 RPE 사이의 공분산이 동일한 상태로 유지되며 HR이 상승되지 않는 것에 대응하여 개인이 CI를 가진 것으로 결정할 수 있다. 다른 경우들에 있어서, EEE와 RPE 사이의 공분산이 동일한 상태로 유지되며 EEE가 낮고 RPE가 높으면, 시스템은, 개인이 감소된 피트니스 레벨(fitness level)(예를 들면, CI가 아님)을 가진 것으로 결정할 수 있다. 시스템은 베이스라인 심장 건강 측정치(예를 들어, 베이스라인 공분산)와 비교하여 환자가 CI를 가졌는지 여부를 결정 또는 추정하기 위해, 센서 데이터로부터 본 개시에서 설명되는 공분산들 중 임의의 것을 포함하는 심장 건강 측정치를 계산할 수 있다.
- [0096] 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 320 단계에서 결정된 바와 같은 약 섭취 또는 다른 교란인자들에 기반하여 CI에 대한 임계 값을 조정할 수 있다. 하나 이상의 다른 실시 예들에서, CI에 대한 임계 값은 301 단계로부터의 센서 데이터 내에서 검출되는 하나 이상의 교란인자들에 기반하여 조정된다. 교란인자들의 예들로는 스트레스; 수면 부족; 피곤함; 우울증(기분); 각성제(카페인, 독성 물질 등)의 섭취; 혈압 및/또는 HR에 영향을 미칠 수 있는 임의의 다른 약물; 발열, 탈수 또는 HR 및/또는 혈압 또는 다른 자율신경계(Autonomic Nervous System, ANS) 지표들이 중대한 변화를 겪을 것으로 합리적으로 예상될 수 있는 임의의 다른 상태를 포함하는 건

강 상태 등을 포함하며, 이에 한정되지 않는다. 하나 이상의 실시 예들에서, CI를 검출하기 위한 임계 값은 교란인자들 중의 하나 이상의 것이 센서 데이터 내에서 검출되는지 여부에 기반하여 상향 또는 하향 조정된다. 교란인자들 및 센서 데이터로부터의 그것의 자동 검출은 도 5와 관련하여 보다 상세하게 논의된다.

- [0097] 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 RIHR(relative increase in HR)을 계산함으로써 교란인자들을 처리할 수 있다. RIHR은 휴식시의 HR에서 피크(Peak) HR까지의 증분%라고도 불린다. RIHR은 $[(\text{피크 HR} - \text{휴식시의 HR}) / (\text{휴식시의 HR})] \times 100$ 이라는 표현을 사용하여 계산될 수 있다.
- [0098] 몇몇 경우들에 있어서, 베타 차단제를 복용중인 CI가 있는 개인들의 경우, 수정된 HR 리저브(reserve)를 사용하여 교란인자들을 처리할 수 있다. 수정된 HR 리저브(modified HR reserve, MHRR)는 $[(\text{휴식시 HR로부터 피크 HR까지의 증분}) / (220 - \text{나이} - \text{휴식시 HR})] \times 100$ 의 표현식을 사용하여 계산될 수 있다. 일반적으로, HR 리저브는 $[(\text{피크 HR} - \text{휴식시 HR}) / (220 - \text{나이} - \text{휴식시 HR})] \times 100$ 의 표현식을 사용하여 계산된다. 또한, 시스템은 하나 이상의 실시 예들에서 MHRR을 계산할 수 있다. 예상되는 피크 HR을 사람의 나이와 상관시키는 임의의 다른 종류의 허용 공식을 통해 피크 HR을 추정함으로써, HR 리저브도 계산될 수 있음을 이해해야 한다.
- [0099] RIHR 또는 MHRR 중 하나를 사용하면 교란인자들로 인해 HR이 저하될 수 있을 경우에 절대적 계산에서 상대적 계산으로 이동한다. 이러한 상대적 계산들은 RIHR 및/또는 MHRR 표현식들에 있는 휴식시 HR이 주어진 인스턴스에 대한 베이스라인 HR을 반영하거나 나타내도록 수정될 경우에, HR 증가가 더 커지게 되는 인스턴스들에 있어서 CI의 정확한 검출을 용이하게 한다. 예를 들어, 시스템은 상당히 가까운 시간 구간으로 소정 운동 이전에 적절한 휴식 기간 동안 HR을 측정함으로써 베이스라인 HR(예를 들어, 휴식시 HR)을 계산할 수 있다.
- [0100] RIHR 및/또는 MHRR를 사용할 경우, CI 검출은 임의의 교란인자들의 적용을 받으면서 수행될 수 있다. 본 개시에서 설명되는 기술들은 교란인자가 미칠 수 있는 영향의 근사를 결정함에 대응하여, 하나 이상의 교란인자들을 처리하도록 더 수정될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 예를 들어, 개인의 HR이 일반적으로 카페인 섭취 후 5 BPM(beat per minute) 상승한 경우에는, 주어진 인스턴스에 대한 베이스라인 HR을 결정함 없이도, HR은 이력 데이터로부터 선택될 수 있다. 시스템은 카페인 섭취를 처리하기 위해 이력 HR에 5 BPM을 추가할 수 있다.
- [0101] 360 단계에서, 시스템은 CI에 대한 하나 이상의 지시자(indicator)들이 검출되었는지 여부를 결정한다. 긍정적인 경우, 방법 300은 365 단계로 진행한다. 부정적인 경우, 방법 300은 305 단계로 되돌아가서 계속 프로세싱할 수 있다. 365 단계에서, 시스템은 CI가 검출되었음을 나타내는 출력 신호 또는 통지를 생성한다. 하나 이상의 실시 예들에서, CI 검출에 대응하여, 시스템은 지시를 원격 시스템에 제공할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 계산된 정보에 기반하여, 메시지 또는 표시를 건강 관리 제공자 서버에 제공할 수 있다.
- [0102] 상기 설명이 컴퓨팅 공분산의 맥락에서 설명되지만, 대안적인 실시 예들은 상관 또는 거리 함수들과 같은 다른 유사성 측정치들 또는 비유사성 측정치들을 사용할 수 있다. 또한, 도 3과 관련하여 설명된 계산들 중의 하나 이상의 것 또는 각각은 컨텍스트적인 것일 수 있다. 예를 들어, 환자의 CI는 사용자의 내분비 기관에 의해 분비되는 다양한 호르몬들의 주기 리듬으로 인해 아침과 저녁에 있어서 상이할 수 있다. 이와 관련하여, 사용되는 CI 임계 값은 아침과 저녁 같은 컨텍스트에 따라 달라질 수도 있다.
- [0103] 도 4는 CI 검출을 위한 베이스라인 생성의 일 예를 도시한다. 베이스라인 생성은 환자의 CI를 검출하기 위한 목적으로 하나 이상의 베이스라인들을 설정하기 위해 임의의 다양한 시각들에서 수행될 수 있다. 하나 이상의 실시 예들에서, 베이스라인 생성은 재할 프로그램의 접수 또는 온보딩(onboarding) 프로세스의 일부로 수행될 수 있다. 예를 들어, 환자는 하나 이상의 작업, 활동 또는 운동을 수행하도록 요청받을 수 있다. 해당 시간 동안에, 베이스라인 425가 생성되거나 또는 결정될 수 있다. 결정된 베이스라인들은 추후 비교의 목적을 위해 환자의 시스템에 저장될 수 있다.
- [0104] 도시된 바와 같이, 하나 이상의 센서들 405이 센서 데이터 410를 생성할 수 있다. 예시적인 센서들 405은, 도 1을 참조하여 논의된 바와 같이, 가속도계, 심박수 센서, 마이크로폰 등을 포함하며, 이에 한정되지 않는다. 센서 데이터 410는 일정 시간 기간에 걸쳐 생성된다. 따라서, 설명되는 각종 값들 및/또는 양들의 경우, 센서 데이터 410는 이러한 데이터의 시계열(time series)을 포함한다는 것을 이해해야 한다. 센서 데이터 410는 메모리에 저장될 수 있다(도시되지 않음). 이와 같이, 프로세서 104는 센서 데이터 410에 액세스(판독 및/또는 기록)할 수 있다.
- [0105] 또한, 프로세서 104는 환자에 대한 활동 레벨의 추정치(estimate of activity level, EAL) 420를 수신할 수 있다. EAL 420은 환자 입력의 수신 방식으로 제공될 수 있다. 전술한 바와 같이, 시스템은 환자에게 EAL 420을 질의할 수 있다. 다른 양태에서, EAL 420은 환자에게 묻는 것에 대응하여 환자 또는 관리자에 의해 입력될 수

있다. 논의된 바와 같이, 하나 이상의 실시 예들에서, EAL 420은 운동 자각도(rating of perceived exertion, RPE)이다.

- [0106] 프로세서 104는 센서 데이터 410 및 EAL 420에 대한 동작을 수행하여 베이스라인 425을 생성할 수 있다. 도 4의 예에서, 베이스라인 425은 베이스라인 심장 건강 측정치 435 및 베이스라인 EAL 440을 포함한다. 프로세서 104는 EAL 420이 수신되는 시간에 또는 대략 그 시간에 센서에 의해 생성되는 센서 데이터 410로부터 환자에 대한 심장 건강 측정치를 결정할 수 있다. 프로세서 104는 베이스라인 425의 일부로서 EAL 420과 관련하여 베이스라인 심장 건강 측정치 435로서 결정된 심장 건강 측정치를 저장한다. EAL 420은, 베이스라인 425의 일부로서 저장될 경우, "베이스라인 EAL" 440로 지칭된다.
- [0107] 하나 이상의 실시 예들에서, 베이스라인 심장 건강 측정치는 HR이다. 하나 이상의 다른 실시 예들에서, 베이스라인 심장 건강 측정치는 본 개시에서 설명되는 공분산들 중의 하나 이상이다. 하나 이상의 다른 실시 예들에서, 베이스라인 심장 건강 측정치는 HR 및 하나 이상의 공분산 중의 하나 이상 또는 이들의 조합이다.
- [0108] 하나 이상의 실시 예들에서, 프로세서 104는, 베이스라인 심장 건강 측정치 435가 결정되는 센서 데이터 410 내의 시간 기간 동안에 센서 데이터 410로부터 하나 이상의 베이스라인 검증 팩터들 430을 결정할 수 있다. 본 개시에서 규정되는 "검증 팩터(validation factor)"는 예를 들어, 베이스라인 심장 건강 측정치 435를 결정하기 위해 사용된 센서 데이터의 항목들 이외의 센서 데이터 410으로부터 결정되는 하나 이상의 데이터 항목들이며, 이것은 환자로부터 수신되는 EAL을 검증하는데 사용된다. 알 수 있는 바와 같이, 베이스라인 검증 팩터 430가 베이스라인 425에 대해 결정되는 시간 및/또는 시간 기간은, 베이스라인 심장 건강 측정치 435 및 베이스라인 EAL 440이 베이스라인 425에 대해 결정되는 것과 동일한 시간 및/또는 시간 기간이다.
- [0109] 베이스라인 검증 팩터를 포함하는, 검증 팩터의 일 예는 TA이다. 환자에 의해 소모된 에너지를 나타내는 TA는, 센서 데이터 410에 포함된 가속도계 데이터에 의해 측정될 수 있다. 예를 들어, TA는 도 3을 참조하여 본 개시에서 기술한 바와 같이 결정될 수 있다. 프로세서 104는 소모된 에너지, 예를 들어 환자에 의해 수행되는, 소정 시간 또는 시간 기간 동안의 일의 양을 측정하기 위해 가속도계 데이터에 대하여 동작을 행한다. 하나 이상의 실시 예들에서, 프로세서 104는 베이스라인 검증 팩터 430로서 환자의 소모된 에너지를 보다 정확하게 계산하기 위해 신장, 체중 및 나이와 같은 환자의 추가적인 속성들을 포함하거나 또는 판독하도록 구성된다.
- [0110] 베이스라인 검증 팩터를 포함하는, 검증 팩터의 다른 예는 운동을 나타내는 호흡 사운드이다. 호흡 사운드는 난이도의 레벨을 나타내는 환자에 대한 운동 레벨을 나타낼 수 있다. 마이크로폰은 센서 데이터 410에 포함되는 오디오 데이터를 생성한다. 프로세서 104는 오디오 데이터에 대하여 동작을 행하여 환자에 대한, 소정 시간 또는 시간 기간 동안의 운동에 대한 호흡 징후들을 측정한다. 예를 들어, 프로세서 104는 오디오 데이터 내에서 브리딩 사운드(breathing sound)들(예를 들어, 호흡, 천명음, 기침 등)을 검출하고, 브리딩 사운드들의 특성들을 베이스라인 검증 팩터 430로서 결정할 수 있다. 호흡 사운드는 상이한 RPE에 대한 베이스라인들을 결정하기 위해 상이한 RPE에 대해 분석될 수 있다.
- [0111] 따라서, 베이스라인 검증 팩터(들) 430는 베이스라인 425 내에 베이스라인 심장 건강 측정치 435 및 베이스라인 EAL 440과 함께 저장될 수 있다. 베이스라인 425의 일부로서 베이스라인 검증 팩터(들) 430를 저장함으로써, 베이스라인 425이 환자의 심장 건강을 평가할 목적으로 향후에 사용될 시에, 새로 결정된 검증 팩터들이, 주어진 EAL 및/또는 심장 건강 측정치에 대한 베이스라인 검증 팩터들 430과 비교될 수 있다. 이 검증 프로세스는 도 5를 참조하여 보다 상세하게 설명된다.
- [0112] 도 4의 예에서, 하나의 베이스라인이 도시되어 있지만, 설명된 동작들은 추가 베이스라인들을 생성하기 위해 하나 이상의 추가 시간들에서 수행될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 일 예에서, 베이스라인은 활동 레벨 또는 RPE의 추정치 중의 하나 이상 또는 각각의 가능한 값을 위해 생성될 수 있다. 표 1을 참조하면, 예를 들어, 베이스라인은 6에서 20까지의 RPE에 대한 각각의 가능한 점수에 대해 생성될 수 있다.
- [0113] 도 5는 CI를 검출하는 다른 예시적인 방법 500을 도시한다. 방법 500은 도 1과 관련하여 설명된 바와 같은 아키텍처와 동일하거나 유사한 아키텍처를 갖는 시스템에 의해 수행될 수 있다. 방법 500은 도 3 및 도 4를 참조하여 본 개시에서 설명된 바와 같은 하나 이상의 베이스라인들이 생성 및 저장된 상태에서 시작될 수 있다. 베이스라인들은 CI를 검출할 시에 시스템에 의한 이용을 위해서 사용 가능하다.
- [0114] 505 단계에서, 시스템은 센서 데이터를 생성하거나 수신한다. 기술한 바와 같이, 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 센서 데이터를 수집한다. 하나 이상의 실시 예들에서는, 하나 이상 항목의 센서 데이터 또는 모든 센서 데이터가 다른 시스템(들) 및/또는 장치(들)로부터 생성되며, 방법 500을 수행하는 시스템에 의해서 이들이

판독되거나 수신될 수 있다. 510 단계에서, 시스템은 EAL을 결정한다. 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 환자에게 EAL을 질의한다. 시스템은 EAL을 지정하는 환자 입력을 수신한다. 하나 이상의 다른 실시 예들에서, 시스템은 전술한 바와 같이 호홉 사운드들에 기반하여, EAL을 추정할 수 있다.

[0115] 515 단계에서, 시스템은 EAL이 규정된 범위 내에 있는지 여부를 결정한다. 긍정적인 경우, 방법 500은 520 단계로 계속된다. 부정적인 경우, 방법 500은 505 단계로 되돌아가서 계속 프로세싱한다. 하나 이상의 실시 예들에서, EAL은 CI를 검출하기 위해 특정 범위 내에 있어야 한다. 일 예에서, 이 범위는 13 또는 14의 RPE이다. 이 경우에 있어서, EAL이 13 또는 14의 RPE를 지정하는 경우, 방법 500은 520 단계로 계속된다. 그렇지 않은 경우, 방법 500은 505 단계로 되돌아가서 계속 프로세싱한다.

[0116] 520 단계에서, 시스템은 510 단계에서 결정된 EAL에 기반하여 환자에 대한 베이스라인 심장 건강 측정치를 결정한다. 예를 들어, 시스템은 단계 510에서 결정된 EAL을 사용하며, 베이스라인들 내에 일치하는 베이스라인 EAL을 위치시킨다. 도 4를 참조하여 논의된 바와 같이, 예를 들어, 각각의 베이스라인은 베이스라인 EAL을 저장한다. 예를 들어, 510 단계의 EAL이 13의 RPE 값인 경우, 시스템은 RPE 값이 13인 베이스라인 EAL을 갖는 베이스라인을 검색한다. 예를 들어, 510 단계의 EAL이 14의 RPE 값인 경우, 시스템은 RPE 값이 14인 베이스라인 EAL을 갖는 베이스라인을 검색한다. 논의의 목적을 위해, 시스템은 베이스라인 EAL로서 510 단계에서 결정된 EAL을 사용하여 베이스라인 425를 검색할 수 있으며, 베이스라인 425으로부터 베이스라인 심장 건강 측정치를 결정할 수 있다. 전술한 바와 같이, 하나 이상의 실시 예들에서, 베이스라인 심장 건강 측정치는 HR이지만, 설명된 공분산들 중의 하나 이상의 것이거나 이를 포함할 수도 있다.

[0117] 525 단계에서, 시스템은 센서 데이터로부터 하나 이상의 검증 팩터들을 결정할 수 있다. 검증 팩터들은 510 단계에서 결정된 EAL이 대응하는 동일한 시간 및/또는 동일한 시간 기간 동안에 결정될 수 있다. 예를 들어, 시스템은 가속도계 센서 데이터로부터의 활동 레벨에 대한 검증 팩터 및/또는 오디오 센서 데이터로부터의 운동을 나타내는 호홉 사운드의 특성을 결정할 수 있다.

[0118] 530 단계에서, 시스템은 510 단계에서 수신된 EAL을 검증할 수 있다. 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 베이스라인 심장 건강 측정치를 결정하는데 사용되는 베이스라인으로부터, 525 단계에서 결정된 검증 팩터들 중의 하나 이상을 대응하는 베이스라인 검증 팩터(들), 예를 들어 동일한 타입의 검증 팩터(들)와 비교함으로써, 510 단계의 EAL을 검증한다. 예를 들어, 시스템은 현재 센서 데이터를 사용하여 525 단계에서 결정된 검증 팩터들 중의 하나 이상을 베이스라인 425의 저장된 베이스라인 검증 팩터(들) 430와 비교할 수 있다.

[0119] 예시적인 예로서, 시스템은 525 단계에서 결정된 운동을 나타내는 호홉 사운드의 특성이, 베이스라인 검증 팩터(들) 430에 지정된 운동을 나타내는 호홉 사운드의 베이스라인 특성의 미리 정해진 임계 값 내이거나, 또는 이와 일치하는 것으로 결정함으로써 510 단계의 EAL을 검증할 수 있다. 다른 예시적인 예로서, 시스템은 525 단계에서 결정된 TA가 베이스라인 검증 팩터(들) 430에서 지정된 베이스라인 TA의 미리 결정된 임계 값 또는 양 내인지를 결정함으로써 510 단계의 EAL을 검증할 수 있다.

[0120] 또 다른 예시적인 예에서, 시스템은 525 단계에서 결정된 호홉 사운드의 특성이 베이스라인 검증 팩터(들) 430에서 지정된 호홉 사운드의 특성과 동일 또는 유사한지 및 525 단계에서 결정된 총 활동이 베이스라인 팩터(들) 430에 지정된 베이스라인 총 활동의 미리 결정된 임계 값 또는 양 내인지를 결정함으로써 510 단계의 EAL을 검증할 수 있다.

[0121] 하나 이상의 실시 예들에서, EAL이 호홉 사운드로부터 자동으로 결정되는 경우, 시스템은 호홉 사운드 이외의 검증 팩터를 이용하여 검증을 수행할 수도 있다.

[0122] 530 단계는 환자에 의해 제공되는 EAL이 일관성을 유지하도록 보장한다. 자가 일관성 없는 EAL들을 제공하기 시작하는 경우, 검증 팩터들 중의 하나 이상이 베이스라인 검증 팩터들과 불일치할 가능성이 있다. 예를 들어, 환자가 EAL을 추정하는 경우, 검증 팩터들이 베이스라인 425으로부터 얻어진 베이스라인 검증 팩터들보다 낮을 가능성이 높으며, 예를 들어 미리 결정된 임계 값 또는 양보다 낮게 될 것이다.

[0123] 어느 경우에도, EAL이 검증되는 경우, 방법 500은 540 단계로 계속될 수 있다. EAL이 검증되지 않는 경우, 방법 500은 535 단계로 진행할 수 있다. 535 단계에서, 시스템은 EAL이 검증되지 않았거나 검증이 성공적이지 못했다는 메시지 또는 통지를 생성할 수 있다. 하나 이상의 실시 예들에서, 535 단계 이후에, 방법 500은 505 단계로 되돌아가서 계속 프로세싱할 수 있다. 하나 이상의 다른 실시 예들에서, 535 단계 이후에, 방법 500은 540 단계로 계속될 수 있다. 예를 들어, 방법 500은 540 단계로 계속되어, EAL의 검증에 실패했음에도 불구하고 CI를 검출할 수 있다. 이 경우에 있어서, CI가 검출되는 경우, 555 단계에서의 CI의 검출을 나타내는 신호

는, CI가 검출되는 동안 EAL의 검증이 성공적이지 않았음을 더 나타낼 수 있다.

- [0124] 540 단계에서, 시스템은 센서 데이터로부터 환자에 대한 심장 건강 측정치를 결정할 수 있다. 일 실시 예에서, 심장 건강 측정치는 HR이다. 시스템은 520 단계에서 수신된 EAL과 동일한 시간 또는 시간 기간 동안에 센서 데이터로부터 환자에 대한 HR을 결정할 수 있다. 하나 이상의 다른 실시 예들에서, 심장 건강 측정치는 하나 이상의 공분산들 및/또는 HR과 하나 이상의 공분산들의 조합이다.
- [0125] 545 단계에서, 시스템은 센서 데이터로부터 하나 이상의 교란인자들을 선택적으로 검출하여 CI 임계 값을 조정한다. 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 센서 데이터로부터 하나 이상의 교란인자들을 검출할 수 있다. 센서 데이터에서 교란인자를 검출함에 대응하여, 시스템은 CI 임계 값을 조정한다. 하나 이상의 실시 예들에서, CI 임계 값은, 540 단계에서 결정된 바와 같이, 시스템이 CI를 검출하기 위해, 환자의 HR이 520 단계의 베이스라인 HR(예를 들어, 베이스라인 심장 건강 측정치)로부터 어느 범위까지여야 하는지를 지정한다. CI 임계 값은 백분율, 미리 결정된 양 등으로 표현될 수 있다.
- [0126] 일 예에서, 시스템은 센서 데이터로부터 수면 부족의 교란인자를 검출할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 HR 데이터 및 가속도계 데이터를 사용하여 환자의 수면을 측정할 수 있다. 시스템은 환자가 수면을 취한 시간의 양을 결정하고, 이 수면에 소모한 시간의 양을 베이스라인(환자에게 개별적이거나 또는 하나 이상의 다른 환자에 대하여 결정된 일반화된 베이스라인) 시간의 양과 비교하여 환자에 대한 수면 부족을 결정할 수 있다. 시스템은 교란인자 팩터로서 표현되는 수면 부족의 측정치를 결정할 수 있다.
- [0127] 다른 예에서, 시스템은 센서 데이터로부터 스트레스 교란인자를 검출할 수 있다. 예를 들어, 스트레스를 받을 경우에는, 환자의 ANS(automatic nervous system) 각성(ANS arousal) 및 유인가(valence)가 일반적으로 감정의 순환복합모델(circumplex model)의 제2 사분면(quadrant)에 존재하며, 이것은 HR과 HRV(HR variability) 분석에 의해 결정될 수가 있는데 이 두 가지 모두는 동시에 감소된다. 일 실시 예에서, 시스템은 HR 및/또는 HRV를 사용하여 환자가 스트레스를 받고 있는지 여부 및/또는 그 스트레스의 양을 결정할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 환자의 HR(예를 들면, 에너지) 및 HRV(예를 들면, 기분) 모두가 동시에 낮으며(예를 들면, HR에 대한 베이스라인 및/또는 HRV에 대한 베이스라인 미만) 및/또는 적어도 최소 시간 동안 낮은 상태를(동시에) 유지하는 것에 기반하여, 환자가 스트레스를 받는지 여부와, 스트레스 양이 베이스라인 스트레스 양을 초과하는지 여부를 결정할 수 있다. 베이스라인은 환자에게 고유한 것이거나 또는 하나 이상의 상이한 환자들에 걸쳐 일반화될 수 있다. 예를 들어, HR 및 HRV 모두가 적어도 최소 시간 동안 낮다고 결정함에 대응하여, 시스템은 환자가 스트레스를 받고 있는 것으로 결정한다. 스트레스의 측정치는 교란인자 팩터로서 표현될 수 있다.
- [0128] 교란인자 팩터들 중의 하나 이상을 검출하는 것에 대응하여, 시스템은 CI 임계 값을 조정한다. 예를 들어, 시스템은 CI 임계 값을 증가시킨다. 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 검출된 각각의 교란인자에 대하여 미리 정해진 양 또는 백분율로 CI 임계 값을 증가시킨다. 또한, 시스템은 검출된 교란인자들 중의 하나 이상의 양 또는 그 각각의 양에 기반하여 CI 임계 값을 증가시킬 수 있다. 하나 이상의 다른 실시 예들에서, 시스템은, 510 단계에서 수신된 EAL에 대응하는 시간 또는 시간 기간 동안 검출될 시에 교란인자 또는 그 각각이 베이스라인 HR의 결정에 존재하지 않았던 것으로 결정한 것에 대한 응답만으로, CI 임계 값을 증가시킨다.
- [0129] 하나 이상의 다른 실시 예들에서, 시스템은 환자의 최근 운동 이력을 사용하는 것을 고려할 수 있다. 예시적인 예로서, 환자가 CI에 대해 평가되는 시간 기간에 충분히 근접한 선행 시간 기간에 있어서 환자의 베이스라인 운동 레벨에 비하여 상당한 운동을 경험했던 경우에는, 환자가 피곤할 수 있다. 따라서, 환자는 주어진 인스턴스 또는 시간 기간에 대한 노력 레벨이 실제로는 높지 않더라도 높은 RPE를 나타낼 수가 있다. 따라서, 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은, 앞선 기간의 임계 값 또는 미리 결정된 시간의 양 내에서 발생하는 베이스라인 운동 레벨보다 높은 인스턴스들을 제외하거나 또는 CI 검출 시에 베이스라인 운동 레벨보다 높은 인스턴스를 고려하지 않을 수 있다.
- [0130] 550 단계에서, 시스템은 환자에 대해 CI가 검출되었는지 여부를 결정한다. 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 540 단계에서 결정된 HR을, 520 단계에서 결정된 베이스라인 HR과 비교한다. 시스템은 이 HR이 베이스라인 HR의 CI 임계 값 내에 있는지 여부를 결정할 수 있다. 일 예에서, CI 임계 값은 베이스라인 HR의 80%이다. HR이 베이스라인 HR의 임계 값 또는 미리 결정된 양 내에 있는 경우, 시스템은 환자에 대한 CI를 검출하지 않는다. 따라서, 방법 500은 505 단계로 되돌아갈 수 있다. HR이 베이스라인 HR의 임계 값 또는 미리 결정된 양 내에 있지 않은 경우, 시스템은 환자에 대한 CI를 검출한다. 이 경우, 방법 500은 555 단계로 계속된다.
- [0131] 몇몇 경우들에 있어서, 시스템은 CI 임계 값을 조정하도록 구성된다. 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 운

동 이후에 달성된 HR 리저브의 부분을 측정할 수 있다. 이 경우에 있어서, 환자가 휴식시 HR을 사용하는 대신에 환자의 휴식시 HR보다 높은 HR로 시작하는 경우, 시스템은 운동 기간 직전에 (비활성 기간 동안) HR을 사용하여 달성된 HR 증가분을 계산할 수 있다.

[0132] 다른 경우들에 있어서, 환자가 경험하는 HR 증가는 스트레스, 의학적 상태 및/또는 약물에 의해 영향을 받을 수 있다. 이러한 효과들은 이벤트 및 횟수가 주석으로 표시되는 환자의 주기 베이스라인(circadian baseline)을 사용함으로써 결정될 수 있다. 예를 들어, 주기 베이스라인은 카페인 및/또는 약물의 섭취와 같은 이벤트들과 횟수를 나타낼 수 있다. 스트레스는 자동적으로 검출될 수 있다. 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 의료 제공자 및/또는 의료 제공자 시스템으로부터 스트레스, 의학적 상태 및/또는 약물 치료를 나타내는 데이터를 수신할 수 있다.

[0133] 555 단계에서, 시스템은 CI가 검출되었음을 나타내는 출력 신호 또는 통지를 생성한다. 하나 이상의 실시 예들에서, CI를 검출하는 것에 대응하여, 시스템은 원격 시스템에 지시를 제공할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 계산된 정보에 기반하여 건강 관리 제공자 서버에게 메시지 또는 지시를 제공할 수 있다.

[0134] 도 3 및 도 5를 참조하면, 시스템은, 설명된 공분산의 존재 및/또는 부존재와 같은 계산들 및/또는 비교들에 기반하여, CI를 검출할 수 있을뿐만 아니라 CI 호전을 검출하거나 결정할 수 있다. CI 호전은 건강 증진, 및 사망률과 질병률 감소의 중요한 지표가 될 수 있다. 반대로, CI가 악화되면 사망률 및 질병률이 높아질 수 있으므로, 간병 직원으로부터의 추가적이고 적절한 임상적 주의가 필요하게 된다.

[0135] 하나 이상의 다른 실시 예들에서는, 이용 가능한 경우, 검증 팩터들로서 사용될 수 있는 측정치들을 제공하기 위해 및/또는 교란인자들을 검출하기 위해 추가적인 센서들이 통합될 수 있다. 예를 들어, 뇌전도(EEG) 및/또는 심전도(ECG) 데이터가 교란인자들을 검출하는데 사용될 수 있다. 카메라 센서로부터 획득될 수 있는 시각 이미지 및/또는 비디오가 수면 부족을 검출하는데 도움이 될 수 있다.

[0136] 다른 실시 예에서, 본 개시에서 설명되는 CI 기술들은 웨어러블 장치 및/또는 스마트폰 내의 특징으로서 구현된다. 일 양태에서는, 데이터가 먼저 의료 전문가에 의해 검증됨으로써 이 시스템에 의해 수행되는 CI 추정치의 정확성을 검증하거나 보장한다. 의료 전문가는 CI, 심장 상태 등을 진단 및/또는 인식하는 전문 지식이 있는 의사 또는 다른 개인이 될 수 있다. 예를 들어, 데이터 및/또는 CI 추정은 의사/의료 전문가가 임상 통찰 및/또는 임의의 관련 테스트를 사용하는 병원 또는 다른 의료 시설의 의사에 의해 검증될 수 있다. 이 검증은 "추정 품질" 스케일을 사용하여, 또는 이에 따라 수행될 수 있다. 일 예에서, 추정 품질의 스케일은 A+에서 D-까지 다양할 수 있으며, 여기서 A+는 가장 신뢰할만한 강한 추정을 나타낸다. 일단 환자에 대한 추정치가 획득되고 나면, 시스템에 의해 생성되는 임의의 경보를 포함하는 건강에 관한 피드백의 중대성이 그에 맞게 해석될 수 있다.

[0137] 다른 실시 예에서, "추정 품질(quality of estimation)"은 환자의 프로파일과 유사한 프로파일을 갖는 다른 환자들, 예를 들어, 모든 환자에게 일반화될 수 있다. 예를 들어, 시스템의 판매 또는 가용 이전에 시스템에 관련 가이드라인들을 프로그래밍할 수 있다. 환자를 위한 시스템이, 그 환자의 바이오-지표 및 이력 프로파일에 기반하여, 그 환자에 대한 충분한 데이터를 수집하면, 시스템은 그에 따라 CI(또는 피트니스) 해석을 수행할 수 있다.

[0138] 논의된 바와 같이, 시스템에 의해 검출될 수 있는 생물학적 상태의 다른 예는 호흡 임계 값의 저하이다. 호흡 임계 값은 일반적으로 적당한 지속 가능 운동에서 심한 운동으로의 전환이 개인에게 발생하는 시점을 말한다. 호흡 임계 값은 사실상 산소성 대사(aerobic metabolism)와 무산소성 대사(anaerobic metabolism) 사이의 전환점이다.

[0139] 도 6은 환자에 대한 데이터를 수집하기 위한 교정 과정(calibration phase)를 구현하는 방법 600을 도시한다. 일 실시 예에서, 수집된 데이터는 환자에 대한 호흡 임계 값 및/또는 호흡 임계 값의 변화를 검출하는데 사용될 수 있다. 하나 이상의 실시 예들에서, 방법 600은 도 1과 관련하여 설명된 아키텍처와 동일하거나 유사한 아키텍처를 갖는 시스템을 이용하여 구현된다. 하나 이상의 실시 예들에서, 방법 600은 심폐 테스트 시스템과 같은 다른 시스템을 사용하여 구현되며, 여기서 결과 데이터는 도 1과 관련하여 설명된 바와 같은 시스템에 저장되어 이용 가능하게 된다.

[0140] 605 단계에서, 환자는 어떻게 RPE의 등급을 매기거나 등급을 추정하는지를 지시받는다. 일 예에서, 환자는 보그 스케일을 사용하여 어떻게 RPE의 등급을 매기느냐를 지시받는다. 예를 들어, 환자가 병원이나 다른 의료 시설에 있는 동안에는 숙련된 의료 인력이 환자에게 지시를 제공할 수 있다. 다른 예에서는, 환자가 원격으로 모니터

되는 동안, 숙련된 의료 인력이 예를 들어 전화 통화, 화상 통화 등을 통한 통신 채널을 통해 환자에게 지시를 제공할 수 있다. 예를 들어, 환자는 텔레-모니터링, 또는 인터넷이나 웹 기반 모니터링 기술을 포함하는 다른 원격 모니터링 기술을 사용하여 모니터링될 수 있다.

- [0141] 610 단계에서, 환자에 대한 호흡 임계 값, 대응하는 RPE 및 대응하는 심박수가 결정된다. 예를 들어, 환자에게는 심박수 센서를 포함하는 하나 이상의 센서가 장착될 수 있다. 이 센서는 가용 센서(들)를 사용하여 환자에 대한 호흡 임계 값을 직접 결정할 수 있는 심폐 테스트 시스템과 같은 시스템에 결합될 수 있다. 환자가 호흡 임계 값에 도달하거나 대략 도달하면, 시스템은 그 시간에 환자의 심박수를 측정할 수 있다. 또한, 시스템은 추정 RPE 값을 지정하는 환자로부터의 입력을 수신할 수 있다. 시스템은 그 각각이 환자의 호흡 임계 값에 대응하는 환자의 심박수 및 환자의 추정 RPE를 저장할 수 있다.
- [0142] 615 단계에서, 시스템은 환자가 호흡 임계 값에 도달함에 대응하여 하나 이상의 생물학적 지표를 선택적으로 결정한다. 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 환자가 호흡 임계 값에 도달함에 대응하여 환자의 호흡 사운드, 예를 들어 호흡 파형을 저장할 수 있다. 호흡 사운드는 마이크로폰 또는 호흡 센서와 같은 센서를 사용하여 얻어질 수 있다. 호흡 사운드는 환자의 호흡 임계 값에 대응하는 심박수 및 RPE와 함께 또는 이와 연관되어 저장될 수 있다. 일 양태에서, 호흡 임계 값에 도달한 환자의 호흡 사운드가 저장되어 생물학적 지표로 사용될 수 있다.
- [0143] 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 환자가 호흡 임계 값에 도달함에 대응하여 소모된 총 에너지의 측정치를 저장할 수 있다. 총 에너지는 가속도계를 사용하여 결정될 수 있으며, 여기서 환자에 의해 소모된 총 에너지 양은 환자가 호흡 임계 값에 도달하기 위해 운동하는 시간 기간 동안의 가속도계로부터의 출력 와트로서 측정될 수 있다. 호흡 임계 값에 도달했을 때 환자가 소모한 총 에너지가 저장되어 베이스라인 생물학적 지표로 사용될 수 있다.
- [0144] 620 단계에서, 시스템은 정지 조건에 도달했는지 여부를 결정할 수 있다. 긍정적인 경우, 방법 600은 625 단계로 계속될 수 있다. 부정적인 경우, 방법 600은 610 단계로 되돌아가서 계속될 수 있다. 환자에 대한 호흡 임계 값, 심박수 및 추정 RPE의 결정은 정지 조건에 도달할 때까지 반복될 수 있다. 호흡 사운드 및/또는 소모된 총 에너지와 같은 생물학적 지표들이 기록되는 경우, 이러한 생물학적 지표들은 610 단계의 각 반복마다 결정될 수도 있다.
- [0145] 예를 들어, 시스템은 환자가 호흡 임계 값에 도달하려고 한다는 통지를 받지 않는다면 운동을 행하도록 환자에게 프롬프트할 수 있다. 환자가 대략 호흡 임계 값에 있음을 검출함에 대응하여, 시스템은 보그 스케일에 지정된 RPE 값의 측정치를 얻도록 환자에게 프롬프트할 수 있다. 또한, 시스템은 해당 시간에 있어서의 센서 데이터로부터의 환자의 심박수 및/또는 전술한 생물학적 지표들을 다시 측정할 수 있다.
- [0146] 정지 조건의 일 예는 환자 호흡 임계 값의 추정 RPE 값을 정확하고 일관되게 평가할 수 있는 경우이다. 예를 들어, 정지 조건은 미리 결정된 수의 연속적인 추정 RPE 값들 사이의 차이가 임계 값 미만일 경우 충족된다. 다른 예에서, 정지 조건은 미리 결정된 수의 추정 RPE 값들의 평균 제곱 오차가 임계 값보다 작을 경우 충족된다.
- [0147] 625 단계에서, 시스템은 610 단계의 마지막 반복에서 결정된 심박수를 환자에 대한 최대 심박수로서 할당할 수 있다. 또한, 시스템은 운동을 위한 타겟 심박수를 최대 심박수 및/또는 그것의 백분율로 설정할 수 있다.
- [0148] 630 단계에서, 시스템은 610 단계의 마지막 반복으로부터의 심박수를 베이스라인 심박수로서 저장하거나 또는 정지 조건을 충족하는 것으로 발견된 마지막 N 심박수 측정치의 평균을 베이스라인 심박수로서 저장할 수 있다 (N은 상기 미리 결정된 수의 연속적인 추정 RPE 값들에 대응하는 정수 값). 또한, 시스템은 610 단계의 마지막 반복으로부터의 RPE를 베이스라인 RPE로서 저장하거나 또는 마지막 N RPE 값들의 평균을 저장할 수도 있다. 베이스라인 심박수 및 베이스라인 RPE는 예를 들어, 휴식시 또는 다른 상황에서의 환자에 대한 것과 대조되는, 환자의 호흡 임계 값에 대한 것이거나 또는 이에 대응하는 것이다.
- [0149] 635 단계에서, 시스템은 615 단계에서 결정된 생물학적 지표(들)를 선택적으로 저장한다. 일 양태에서, 시스템은 호흡 임계 값에 대한 615 단계의 마지막 반복에서 결정된 생물학적 지표들을 저장하거나 또는 생물학적 지표들 중 하나 또는 모두에 대한 615 단계의 마지막 N 반복의 평균을 저장할 수 있다.
- [0150] 640 단계에서, 시스템은 선택적으로 환자의 컨텍스트와 관련된 데이터를 결정하고 저장한다. 이 데이터는 추후에 교란인자들의 존재를 결정하거나 검출하는데 사용될 수 있다. 저장될 수 있는 데이터의 예들로는 활동 레벨, 항상성 장애, 심장 병리, 폐 병리, 근골격계 문제, 환경, 고도, 날씨 및 수분(hydration)을 포함하며, 이

에 한정되지 않는다.

- [0151] 예를 들어, 테스트 동안 환자의 위치에 있어서의 미립자 오염 수준과 같은 환경 데이터가 결정되어, 환자의 호흡 임계 값과 함께 베이스라인 데이터의 일부로서 저장될 수 있다. 테스트 동안 환자의 위치에 대한 고도 및 날씨가 결정되어, 호흡 임계 값과 함께 추가 베이스라인 데이터로서 저장될 수 있다. 베이스라인 데이터의 다른 예들은 시간의 경과에 따라 수집될 수 있으며 운동하는 동안의 환자의 상태와 대조되는 환자의 일반적인 건강 및/또는 상태를 반영한다. 예를 들어 활동 레벨, 항상성 장애, 심장 병리, 폐 병리, 근골격계 문제가 보통의 상황 또는 휴식 상황 동안에서 결정될 수 있으며, 이것들이 환자의 베이스라인 데이터로서 저장될 수 있다.
- [0152] 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 환자에 대한 심박수 회복 데이터를 추가적인 베이스라인 데이터로서 저장할 수 있다. 예를 들어, 환자의 심박수 회복, 예를 들어 환자의 운동 이후 또는 호흡 임계 값에 도달한 이후의 심박수의 변화를 기록하고, 이것을 추후 비교를 위한 베이스라인으로서 사용할 수 있다. 하나 이상의 실시 예들에서, 심박수 회복은 호흡 임계 값이 발생한 것 및/또는 변경된 것을 확인하기 위한 검증 메커니즘으로서 시스템에 의해 사용된다.
- [0153] 도 7은 환자에 대한 호흡 임계 값 및/또는 호흡 임계 값의 변화(예를 들어, 저하)를 검출하는 방법 700을 도시한다. 도 7은 도 6을 참조하여 기술되고 수집된 바와 같은 데이터를 이용하는 환자의 호흡 임계 값 또는 호흡 임계 값의 변화를 실시간으로 검출하는 방법을 도시한다. 일 실시 예에서, 방법 700은 도 1과 관련하여 설명된 아키텍처와 동일하거나 유사한 아키텍처를 갖는 시스템에 의해 수행된다.
- [0154] 705 단계에서, 시스템은 선택된 운동을 수행하도록 환자에게 프롬프트한다. 예를 들어, 시스템은 오디오 프롬프트를 재생하거나 또는 환자 인터페이스를 사용하여 운동을 시작할 것을 환자에게 프롬프트하는 메시지를 표시할 수 있다. 또한, 시스템은 운동을 수행하여 환자가 최대 RPE 레벨을 달성하였다고 믿을 때 표시를 제공하도록 환자에게 지시할 수 있다. 예를 들어, 가정, 체육관, 감독되지 않은 환경에서의 운동 시에, 시스템은 운동을 시작하고 운동을 위한 최대 RPE 레벨을 달성하도록 환자에게 프롬프트할 수 있다.
- [0155] 환자가 운동을 시작하면, 시스템은 본 개시에서 설명된 센서들 중의 하나 이상의 것을 사용하여 환자를 모니터링할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 환자가 운동할 때 건강 모니터링을 수행할 수 있다. 이 시스템은 심박수 센서를 사용하여 환자의 심박수를 모니터링함으로써 시계열의 센서 데이터를 생성할 수 있다. 또한, 시스템은 환자가 운동을 하는 동안 다른 생리학적 및/또는 건강 지시자들을 모니터링할 수도 있다.
- [0156] 710 단계에서, 시스템은 환자에 대한 최대 RPE 레벨에 도달하였음을 나타내는 환자 입력을 수신한다. 일 실시 예에서, 시스템은 환자로부터 입력(들)을 수신할 수 있는 환자 인터페이스를 제공할 수 있다. 이 입력은 환자가 환자의 최대 RPE 레벨을 달성했음을 나타낸다. 이 입력은 특정 RPE 값을 지정할 수 있다.
- [0157] 715 단계에서, 환자에 대한 최대 RPE 레벨이 달성되었다는 것을 나타내는 환자 입력을 수신함에 대응하여, 시스템은 심박수를 측정하거나, 또는 현재 센서 데이터로부터 환자의 심박수를 결정한다. 시스템은 환자의 심박수 및/또는 다른 생리학적 지시자들을 실시간으로 측정할 수 있다.
- [0158] 720 단계에서, 시스템은 예를 들어 환자가 최대 RPE 레벨을 달성하였다고 표시한 경우, 715 단계에서 측정된 심박수와 환자의 이전에 저장된 베이스라인 심박수를 비교할 수 있다. 시스템은 현재의 심박수를, 호흡 임계 값에서의 환자의 심박수인 베이스라인 심박수와 비교한다.
- [0159] 725 단계에서, 시스템은 하나 이상의 교란인자를 체크할 수 있다. 교란인자들의 예로는 다양한 거동, 의학적 상태, 또는 개인의 컨텍스트를 규정하는 다른 데이터 항목 중의 임의의 것을 포함하며, 이에 한정되지 않는다. 일 양태에서, 교란인자들은 생리학적인 것 또는 외부적인 것으로 분류된다. 생리학적 교란인자들의 예로는 활동 레벨, 항상성 장애, 심장 병리, 폐 병리 및 근골격계 문제를 포함한다. 외부적 교란인자들의 예로는 환경, 고도, 날씨 및 수분을 포함한다. 교란인자 및 교란인자의 검출은 일반적으로 도 7의 논의 이후에 설명된다.
- [0160] 730 단계에서, 시스템은 환자에 대한 호흡 임계 값의 변화가 검출되었는지 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 환자에 대한 호흡 임계 값의 저하가 검출되었는지 여부를 결정할 수 있다. 시스템은 720 단계에서 수행된 비교에 기반하여, 환자에 대한 호흡 임계 값의 변화를 검출할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 715 단계에서 측정된 심박수, 예를 들어 현재의 심박수가 베이스라인 심박수보다 높은지, 낮은지 또는 동일한지의 여부를 결정할 수 있다.
- [0161] 예를 들어 운동 중에 결정된 환자의 현재 심박수가 환자의 호흡 임계 값에 대응하는 베이스라인 심박수보다 낮을 경우, 시스템은 호흡 임계 값이 변경된 것으로, 특히 감소(향상)된 것으로 결정한다. 하나 이상의 실시 예

들에서, 시스템은 차후의 비교를 위하여, 호흡 임계 값과 관련된 베이스라인 심박수를 현재의 심박수로 대체할 수 있다.

[0162] 예를 들어, 운동 중에 결정된 환자의 현재 심박수가 환자의 호흡 임계 값에 대응하는 베이스라인 심박수보다 높을 경우, 시스템은 호흡 임계 값이 변경된 것으로, 특히 증가(악화)된 것으로 결정한다. 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 차후의 비교를 위하여, 호흡 임계 값과 관련된 베이스라인 심박수를 현재의 심박수로 대체할 수 있다.

[0163] 예를 들어, 운동 중 결정된 환자의 현재 심박수가 환자의 호흡 임계 값에 대응하는 베이스라인 심박수와 같을 경우, 시스템은 호흡 임계 값에 도달하였으며 호흡 임계 값이 변경되지 않은 것으로 결정한다. 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 차후의 비교를 위하여, 호흡 임계 값과 관련된 베이스라인 심박수를 유지할 수 있다.

[0164] 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 임계량 이상(이하)의 증가(감소)를 검출한 것에 기반하여 호흡 임계 값의 변화가 발생하였는지 여부를 결정한다. 예를 들어, 시스템은 호흡 임계 값에서의 베이스라인 심박수와와의 차이가 임계량보다 더 많이 다를 경우에만 사용자의 심박수가 증가 또는 감소한 것으로 결정할 수 있다.

[0165] 따라서, 시스템이 호흡 임계 값의 변화를 검출하지 못할 경우, 방법 700이 종료될 수 있다. 시스템이 호흡 임계 값의 변화를 검출할 경우에는, 방법 700이 735 단계로 계속될 수 있다. 시스템이 호흡 임계 값의 변화가 확실하지 않은 것으로 결정할 경우에는, 방법 700이 740 단계로 진행할 수 있다. 예를 들어, 시스템이 하나 이상의 교란인자를 검출할 경우, 시스템은 호흡 임계 값 결정이 증가된 것이든, 감소된 것이든, 또는 동일한 것이든간에 확실하지 않은 것으로 결정한다. 특히, 시스템이, 감소된 또는 증가된 심박수와 함께 하나 이상의 교란인자를 검출할 경우, 시스템은 심박수의 변화가 호흡 임계 값의 변화에 따른 결과인 것으로 결정할 수 없다.

[0166] 735 단계에서, 시스템은 검증을 수행할 수 있다. 시스템은 사용자에게 대한 호흡 임계 값의 변화가 발생했다는 결정을 검증할 수 있다. 일 양태에서, 시스템은 호흡 임계 값이 변경되었다는 결정을 검증하기 위해 RSA(respiratory sinus arrhythmia)를 사용할 수 있다. 시스템이 상승 심박수를 검출하는 경우, 교란인자 효과를 제거하기 위해, 시스템은 운동 중의 들숨/날숨 동안 RSA의 크기를 체크할 수 있다. 그 이유는 심박수가 들숨 주기 동안 자연스럽게 증가하고 날숨 주기 동안에는 감소하기 때문이다. 따라서, 베이스라인 데이터와 테스트 데이터에 있어서 대응하는 페이즈(phase, 또는 단계)들만을 비교하는 것이 중요하다. 예를 들어, 시계열의 베이스라인 심박수 데이터에서의 심박수와 비교하여, 시계열의 심박수 테스트 데이터에서의 동일한 노력 레벨에 있어서, 그리고 RSA 사이클(들숨 또는 날숨)에서의 동일한 페이즈에 있어서, 호흡 임계 값에 대한 RPE가 상당히 높거나(예를 들어, RPE=14) 낮은 심박수에 해당할 경우, 이것은 호흡 임계 값이 변경되었을 수 있음을 나타내는 것이다. 시스템이 여러 세션에 걸쳐 이 조건을 일관되게 검출한 것에 대한 응답으로, 시스템은 호흡 임계 값이 변경된 것으로 결정한다. 심박수의 감소는 호흡 임계 값의 향상을 나타내고, 심박수의 증가는 호흡 임계 값의 악화를 나타낸다.

[0167] 다른 양태에서, 시스템은 호흡 임계 값이 변경되었다는 결정을 검증하기 위해 심박수 회복을 사용할 수 있다. 예를 들어, 심박수의 증가를 검출하는 경우에, 새로운 RPE 대 심박수 관계 및 심박수 증가의 결과는 시계열의 심박수 센서 데이터의 심박수 회복 성분 부분 동안에 검증될 수 있다. 예를 들어, 사용자가 무산소성 임계 값으로 깊이 들어가서 높은 심박수가 달성되면, 사용자는 심박수 회복 동안 상대적으로(베이스라인 케이스에 비해) 활성화된 교감 신경계(sympathetic nervous system, SNS)를 갖게 된다. 이 현상은 사용자에게 대한 베이스라인 데이터의 일부로서 저장될 수 있는 베이스라인 심박수 변동성과 비교했을 때 상대적으로 감소된 심박수 변동성으로서 검출될 수 있다.

[0168] 예를 들어, 심박수 회복과 관련하여, 시스템은 심박수 센서 데이터로부터 심박수 회복이 2-지수인지를 결정할 수 있다. 사람의 심박수는 운동 중의 최대 심박수에서 휴식시의 심박수로의 e^{-kt} 의 속도로 회복한다. 시스템은 운동으로부터 회복 동안에 사용자의 심박수를 계속 모니터링할 수 있다. 시스템은 곡선(curve)을 사용자의 심박수 회복 데이터에 피팅하는 것이 가능하다. 덜 건강한 사람은 보다 선형인 심박수 회복을 하는 경향이 있다. 시스템은 "k"의 값을 결정하기 위해 곡선을 시계열의 사용자 심박수 데이터에 피팅할 수 있다. 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 사용자에게 대한 베이스라인 심박수 회복과 비교되는 k 값의 증가를 검출함으로써 피트니스(fitness)의 증가 또는 개선을 검증할 수 있다. 반대로, 시스템은 사용자에게 대한 베이스라인 심박수 회복과 비교되는 k 값의 감소를 검출함으로써 피트니스의 감소 또는 저감을 검증할 수 있다. 피트니스의 증가 또는 감소의 결정은 호흡 임계 값 결정을 검증하기 위한 확인으로서의 역할을 할 수 있다.

[0169] 740 단계에서, 시스템은 원격 데이터 프로세싱 시스템에게 통지를 전송할 수 있다. 원격 데이터 프로세싱 시스템

템은 사용자에게 대한 의료 제공자를 위한 것일 수 있다. 일 양태에서, 시스템은 호흡 임계 값이 변경되었다는 통지를 전송할 수 있다. 통지는 새로 결정된 호흡 임계 값을 포함할 수 있다. 하나 이상의 실시 예들에서, 호흡 임계 값은 사용자가 호흡 임계 값에 도달하는데 필요한 전력의 와트로 특정될 수 있다. 다른 양태에서, 통지는 센서 데이터, 예를 들어, 심박수와 같은 현재의 센서 데이터를 특정하거나 포함할 수 있다. 다른 양태에서, 호흡 임계 값의 변화가 발생했는지의 결정이 확실하지 않은 경우, 통지는 센서 데이터 내에서 검출된 임의의 교란인자들을 특정할 수 있다.

[0170] 하나 이상의 실시 예들에서, 통지는 대응하는 건강 관련 변화 및 원인을 특정할 수 있다. 이러한 원격 데이터 프로세싱 시스템에 제공되는 정보의 예들로는 운동 이행 부족, 약물의 변화 또는 약물 요법 준수의 부족, 담배 소비, 더 높은 유체 소비, 점진적인 수면 감소, 우울감 증가 등을 나타내는 환자 입력 또는 센서 데이터를 포함할 수 있다. 이 정보는 건강 저하의 잠재적인 인과 관계를 용이하게 평가할 수 있다.

[0171] 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 이 운동 중에 도달된 RPE 레벨이 도 6과 관련하여 설명한 바와 같이 결정된 RPE 레벨보다 낮을 경우 타겟 심박수를 대체할 수 있다. 그러나, 타겟 심박수의 대체가 생략될 수도 있다.

[0172] 논의된 바와 같이, 호흡 임계 값 및/또는 이에 대한 변화의 검출과 관련된 교란인자들은 생리학적인 것 및/또는 외부적인 것일 수 있다. 호흡 임계 값 검출을 시도하는 동안에 교란인자가 검출되면 그 검출이 확실하지 않게 된다. 따라서, 본 개시에서 설명되는 발명의 구성들은 웨어러블 센서들을 이용하여 호흡 임계 값의 변화를 검출하는 건강보존 방법을 구현할 수 있으며, 이로 인해 교란인자들이 검출되는 경우 호흡 임계 값 악화의 통지 및/또는 경고를 제공하는 것이 회피된다.

[0173] 생리학적 교란인자들의 예들로는 활동 레벨, 항상성 장애, 심장 병리, 폐 병리 및 근골격계 문제를 포함하며, 이에 한정되지 않는다. 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 센서 데이터로부터 생리학적 교란인자들의 존재를 검출할 수 있다. 시스템은 이러한 교란인자들이 존재하는지 여부를 확인할 수 있다. 일 양태에서, 시스템은 이력 데이터 내에서 검출되지 않은 교란인자가 검출되는 경우 교란인자가 존재하는 것으로 결정할 수 있다. 다른 양태에서, 시스템은 베이스라인 데이터 내에 존재하는 교란인자가 베이스라인 및/또는 이력 데이터와 비교하여 편차(예를 들어, 저하)를 갖는 것으로 발견되는 경우 교란인자가 존재하는 것으로 결정할 수 있다.

[0174] 호흡 임계 값 분석을 시작하기 직전에 더 낮거나 더 높은 사용자의 활동 레벨을 검출하면 교란인자들로 간주된다. 예를 들어, 활동 레벨과 관련하여, 시스템은 가속도계 데이터로부터 사용자의 활동 레벨을 모니터링할 수 있다. 시스템은 시간의 경과에 따라 가속도계에 의해 생성되는 전력(예를 들어, 와트)에 기반하여 활동 레벨을 결정할 수 있다. 가속도계의 파워 출력은 사용자가 행한 스텝들의 수를 추정하는 것 대신에 사용될 수 있다. 시스템은 예를 들어 사용자의 걷는 속도 또는 달리는 속도를 평가할 수 있다. 다른 예에서, 시스템은 사용자가 가까운 과거에, 예를 들어, 운동하기 전에 계단을 올랐던 것을 검출할 수 있다.

[0175] 전체 활동 레벨은 베이스라인 데이터에서 사용자에게 대해 설정된 활동 레벨과 비교될 수 있다. 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 사용자가 운동하지 않는 시간 기간 동안의 사용자의 전반적인 활동을 모니터링할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 장시간 동안 및/또는 사용자가 일상 업무를 수행하는 동안 전반적인 활동을 검출할 수 있다. 시스템은 운동 시작 직전의 기간 동안 사용자의 활동 레벨이 사용자에게 대한 베이스라인 활동 레벨과 비교하여 감소되었다는 결정에 대응하여 교란인자를 검출할 수 있다. 다른 예로서, 시스템은 운동 시작 직전의 기간 동안 사용자의 활동 레벨이 사용자에게 대한 베이스라인 활동 레벨과 비교하여 증가하였다는 결정에 대응하여 교란인자를 검출할 수 있으며, 이에 따라 사용자가 이미 잠재적으로 격렬한 활동을 수행한 운동을 시작하고 있으며 및/또는 평소보다 피곤하다는 것을 나타낼 수 있다.

[0176] 예를 들어, 항상성 장애와 관련하여, 시스템은 센서 데이터를 사용하여 사용자의 스트레스에 대한 노출을 검출하고, 수면 품질(예를 들어, 수면 부족) 등을 검출할 수 있다. 예를 들어, 스트레스를 받을 때, 사용자의 자율 신경계(ANS) 각성(arousal)과 유인가(valence)는 통상적으로 동시에 떨어지는 경향이 있는 심박수와 심박수 변동성 분석에 의해 결정될 수 있는 감정 포물선 모델(circumplex model of Emotions)의 제2 사분면에 있게 된다. 일 실시 예에서, 시스템은 사용자가 스트레스를 받고 있는지의 여부 및/또는 스트레스의 양을 결정하기 위해 센서 데이터로부터 심박수 및/또는 심박수 변동성을 사용할 수 있다.

[0177] 예를 들어, 시스템은 사용자의 심박수(예를 들면, 에너지) 및 심박수 변동성(예를 들면, 기분)이 동시에 낮은 상태(예를 들면, 심박수에 대한 베이스라인 및/또는 심박수 변동성에 대한 베이스라인 미만)이고 및/또는 적어도 최소 시간 동안 낮은 상태(동시에)로 유지되는 것에 기반하여, 사용자가 스트레스를 받는지 여부 및 스트레스 양이 베이스라인 스트레스 양을 초과하는지 여부를 결정할 수 있다. 베이스라인(들)은 사용자에게 고유한

것이거나 하나 이상의 상이한 사용자들에 대해 일반화될 수 있다. 예를 들어, 적어도 운동 직전 최소 시간 동안 심박수 및 심박수 변동성이 모두 낮다는 결정에 대응하여, 시스템은 사용자가 정상 스트레스 양보다 더 많은 스트레스를 겪고 있는 것으로 결정하며, 시스템은 이것을 교란인자로 고려한다.

[0178] 다른 예에서, 시스템은 센서 데이터로부터 수면 부족의 교란인자를 검출할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 심박수 데이터 및 가속도계 데이터를 사용하여 사용자의 수면을 측정할 수 있다. 시스템은 사용자가 수면한 시간을 결정하고, 수면에 든 시간과 베이스라인 시간(사용자에게 개별화된 것이든 하나 이상의 사용자들에 대해 결정된 일반화된 베이스라인이든 관계없음)을 비교하여 사용자의 수면 부족을 결정할 수 있다. 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 사용자가 운동하지 않는 시간 기간 동안 수면의 질(예를 들어, 수면 부족)을 모니터링할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 운동 시작 직전을 비롯한 장시간 동안의 수면 부족을 검출할 수 있으며, 시스템은 이것을 교란인자로 고려한다.

[0179] 예를 들어, 심장 병리와 관련하여, 시스템은 사용자가 심박수 변동부전(chronotropically incompetent)인지 여부를 검출할 수 있다. 시스템은 일정 시간 기간 동안 센서 데이터 및/또는 수신된 환자 입력을 모니터링함으로써 CI를 검출할 수 있다. 환자에게서 CI를 검출하는 예는 도 3, 도 4 및 도 5와 관련하여 본 개시에서 설명된다.

[0180] 폐 병리와 관련하여, 예를 들어, 시스템은 사용자가 만성 폐색성 폐질환(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)을 앓고 있는지를 결정하기 위해 사용자가 제공한 건강 이력 데이터를 조사할 수 있다. COPD는 호흡 임계 값을 측정하기 위한 교란인자이다.

[0181] 예를 들어, 근골격계 문제와 관련하여, 시스템은 센서 데이터를 사용하여 사용자가 관절 문제로 고통받고 있는지 여부를 결정할 수 있다. 시스템은 가속도계 데이터를 사용하여 사용자의 걸음 걸이를 분석할 수 있다. 시스템은 수행된 걸음 걸이 분석에 기반하여, 사용자가 하나 이상의 관절 문제를 겪고 있는지 여부를 결정할 수 있다. 시스템은 베이스라인 데이터 내에 존재하지 않는 관절 문제를 검출한 것에 대한 응답으로 근골격계의 교란인자가 존재하는 것으로 결정할 수 있다. 다른 예에서, 시스템은 베이스라인 데이터에 존재하는 관절 문제가 악화되었다는 것을 검출하는 것에 대응하여 근골격계 교란인자가 존재하는 것으로 결정할 수 있다. 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 운동 시작 직전의 시간을 비롯한 사용자가 운동하지 않는 시간 동안 관절 문제를 모니터링할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 장기간 및/또는 사용자가 일상 업무를 수행하는 동안 관절 문제를 검출할 수 있다.

[0182] 외부적 교란인자들의 예로는 환경, 날씨, 고도 및 수분(hydration)을 포함하며, 이에 한정되지 않는다. 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 하나 이상의 외부 데이터 소스에게 질의하고, 및/또는 사용자 활동을 기록하는 사용자 입력을 사용함으로써, 센서 데이터로부터 외부적 교란인자들의 존재를 검출할 수 있다.

[0183] 예를 들어, 환경과 관련하여, 시스템은 위치에 따라 입자 오염(입자상 물질(particulate matter, PM)이라고도 함)과 같은 환경 요인을 열거하는 외부 데이터 소스에 질의할 수 있다. 본 개시에서 사용되는 "외부 데이터 소스"라는 용어는 특정 정보에 대한 질의를 할 수 있는 인터넷 기반 또는 웹 기반 서비스 또는 웹 사이트를 말한다. 예를 들어, 시스템은 위치 데이터를 포함하거나 또는 GPS 또는 다른 위치 결정 기술(예를 들어, WiFi(wireless fidelity) 네트워크를 사용)을 사용하여 위치 데이터를 획득할 수 있으며, 운동 중 사용자 위치의 PM에 대하여 외부 데이터 소스에게 질의할 수 있다. 시스템은 호흡 임계 값을 평가하는 동안 발견된 PM 또는 현재의 PM이 베이스라인 데이터에 설정된 PM과 상이하다는(예를 들어, 더 높음) 결정에 대응하여, 환경 교란인자가 존재하는 것으로 또는 검출된 것으로 결정할 수 있다.

[0184] 예를 들어, 날씨와 관련하여, 시스템은 주변 온도와 같은 정보를 얻기 위해, 기상 서비스와 같은 외부 데이터 소스에 질의할 수 있다. 사용자의 위치에 대한 주변 온도가, 베이스라인 데이터가 확립된 주변 온도와 다른 경우, 시스템은 그 차이, 예를 들어 임계량보다 큰 차이를 교란인자로 고려할 수 있다.

[0185] 예를 들어, 고도와 관련하여, 시스템은 고도를 결정하기 위해 위치에 기반하여 외부 데이터 소스에 질의할 수 있다. 다른 예에서, 시스템은 센서 데이터가 고도계 데이터를 포함하도록 고도계에 결합될 수 있다. 산소 포화도는 더 높은 고도에서 감소한다. 사용자 위치의 고도가, 베이스라인 데이터가 확립된 고도와 상이한 경우(예를 들어, 임계량 이상만큼), 그 차이는 호흡 임계 값과 관련된 결정에 영향을 미칠 수 있으며, 이것이 교란인자로 고려될 수 있다.

[0186] 수분과 관련하여, 시스템은 수분 정보를 특정하는 사용자 데이터에 액세스할 수 있다. 예시적인 예로서, 시스템 또는 이 시스템에 결합된 다른 디바이스가 수분 추적 애플리케이션을 실행할 수 있다. 사용자는 이 애플리케이션에 수분을 특정하는 데이터를 입력할 수 있다. 시스템은 사용자의 수분 데이터와 사용자의 베이스라인

수분 레벨의 비교에 기반하여 사용자가 충분히 수분 공급되었는지의 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 사용자의 수분 레벨이 운동 시작 직전의 시간 동안의 베이스라인 수분 레벨보다 낮은 것으로 결정함에 대응하여 수분 교란인자를 검출할 수 있다.

- [0187] 도 8은 환자에 대한 호흡 임계 값 및/또는 호흡 임계 값의 변화를 검출하는 다른 방법 800을 도시한다. 도 8은 도 6과 관련하여 설명된 베이스라인 데이터를 이용하는 환자에 대한 호흡 임계 값 또는 호흡 임계 값의 변화를 검출하는 실시간 방법을 도시한다. 일 실시 예에서, 방법 800은 도 1의 아키텍처와 동일하거나 유사한 아키텍처를 갖는 시스템에 의해 수행된다.
- [0188] 805 단계에서, 시스템은 운동을 시작하도록 환자에게 프롬프트할 수 있다. 801 단계에서, 시스템은 하나 이상의 생물학적 지표를 모니터링할 수 있다. 일 예에서, 시스템은 사용자의 호흡 사운드를 모니터링할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 호흡 임계 값에 있을 경우 사용자의 베이스라인 호흡 사운드를 저장할 수 있다. 시스템은 마이크로폰 또는 다른 호흡 센서를 사용하여 사용자의 호흡 사운드를 모니터링할 수 있다. 따라서, 시스템은 사용자의 실시간 호흡 사운드를 호흡 임계 값에 대응하는 베이스라인 호흡 사운드와 비교함으로써 실시간 센서 데이터를 모니터링하며, 이에 따라 일치를 결정한다.
- [0189] 다른 예에서, 시스템은 환자의 총 활동을 모니터링할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 환자가 운동할 때 가속도계가 생성하는 전력을 시간에 따라 모니터링할 수 있다. 시스템은 가속도계가 생성하는 전력을 환자의 총 활동의 표시 또는 프로시로서 사용할 수 있다. 시스템은 환자가 호흡 임계 값에 도달했을 경우, 환자가 운동하는 시간 기간 동안의 가속도계의 누적 출력 전력을, 이전에 기록된 베이스라인 총 활동(예를 들어, 베이스라인 총 파워)과 비교할 수 있다.
- [0190] 815 단계에서, 시스템은 호흡 임계 값을 나타내는 생물학적 지표가 검출되었는지의 여부를 결정한다. 생물학적 지표를 검출함에 대응하여, 방법 800은 820 단계로 계속된다. 생물학적 지표가 검출되지 않을 경우, 방법 800은 단계 810으로 되돌아 간다. 예를 들어, 시스템은 환자의 현재의 호흡 사운드가 베이스라인 호흡 사운드와 일치하는지 여부를 결정할 수 있으며, 이에 따라 환자가 호흡 임계 값에 도달하였음을 나타낼 수 있다. 다른 예에서, 시스템은 환자의 총 활동이 베이스라인 총 활동과 일치하는지 여부를 결정할 수 있으며, 이에 따라 환자가 호흡 임계 값에 도달하였음을 나타낼 수 있다. 또 다른 예에서, 시스템은 양쪽 모두의 생물학적 지표를 검출함으로써 820 단계로 계속되도록 구성된다.
- [0191] 820 단계에서, 시스템은 추정된 RPE 값을 입력하도록 환자에게 프롬프트한다. 예를 들어, 시스템은 환자에게 추정된 RPE를 입력하도록 요청하는 환자 인터페이스를 생성할 수 있다. 환자 인터페이스는 환자가 추정된 RPE를 입력할 수 있는 필드 또는 다른 환자 인터페이스 요소를 포함할 수 있다. 시스템은 추정된 RPE를 지정하는 환자 입력을 수신할 수 있다.
- [0192] 825 단계에서, 시스템은 820 단계에서 입력된 추정 RPE가 예상 RPE를 만족시키는지 여부를 결정한다. 예를 들어, 시스템은 추정된 RPE가 임계 RPE 값(예를 들어 13) 이상인지 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, 13의 RPE 값은 환자가 호흡 임계 값에 도달했거나 근접하고 있음을 나타낸다. 추정된 RPE가 예상 RPE(예를 들어, 적어도 13)를 만족할 경우, 방법 800은 830 단계로 계속될 수 있다. 추정된 RPE가 예상 RPE를 만족하지 않을 경우, 예를 들어, 추정된 RPE 값이 임계 RPE 값보다 작을 경우에는, 환자가 호흡 임계 값에 도달하지 않은 것으로 시스템이 결정함에 따라, 방법 800은 810 단계로 되돌아가서 계속 모니터링할 수 있다.
- [0193] 830 단계에서, 시스템은 환자의 현재 심박수를 결정할 수 있다. 시스템은 수집되고 있는 심박수 센서 데이터로부터 환자의 현재 심박수를 결정할 수 있다. 시스템은 호흡 임계 값에 도달한 것으로 결정함에 대응하여 환자의 현재 심박수를 결정한다. 835 단계에서, 시스템은 현재의 심박수를 호흡 임계 값에 대한 환자의 베이스라인 심박수와 비교할 수 있다.
- [0194] 840 단계에서, 시스템은 하나 이상의 교란인자가 존재하는지 여부를 결정한다. 논의된 바와 같이, 시스템은 활동 레벨, 항상성 장애, 심장 병리, 폐 병리, 근골격계 문제와 같은 생리학적 교란인자들을 검출할 수 있다. 또한, 시스템은 환경, 고도, 날씨 및 수분과 같은 외부적 교란인자들을 검출할 수 있다.
- [0195] 845 단계에서, 시스템은 환자의 호흡 임계 값의 변화가 발생했는지 여부를 결정한다. 시스템은 835 단계에서의 비교로부터 검출된 심박수의 변화 및 840 단계로부터의 교란인자들의 존재(만약에 있다면)에 기반하여, 환자에 대한 호흡 임계 값의 변화가 발생했는지 여부를 결정한다.
- [0196] 예를 들어, 현재의 심박수가 환자의 호흡 임계 값에 대한 베이스라인 심박수보다 낮으며 어떠한 교란인자도 검출되지 않은 경우, 시스템은 호흡 임계 값의 변화가 발생한 것으로 결정한다. 특히, 시스템은 환자의 호흡 임

계 값이 감소한 것으로 결정한다. 예를 들어, 현재의 심박수가 환자의 호흡 임계 값에 대한 베이스라인 심박수보다 높으며 어떠한 교란인자도 검출되지 않은 경우, 시스템은 호흡 임계 값의 변화가 발생한 것으로 결정한다. 특히, 시스템은 환자의 호흡 임계 값이 증가한 것으로 결정한다. 예를 들어, 시스템이 하나 이상의 교란인자를 검출한 경우, 시스템은, 검출된 심박수의 변화로 환자의 호흡 임계 값의 변화가 발생했는지 여부를 결정하지 못하는 것으로 결정한다.

[0197] 호흡 임계 값의 변화가 발생한 것으로 결정하거나 또는 그 결과가 (예를 들어, 하나 이상의 교란인자 때문에) 확실하지 않은 것으로 결정함에 대응하여, 방법 800은 850 단계로 계속된다. 호흡 임계 값의 변화가 발생하지 않은 것으로 결정함에 대응하여, 방법 800은 810 단계로 되돌아가 계속 프로세싱한다.

[0198] 850 단계에서, 시스템은 검출되어진 호흡 임계 값의 변화에 대한 검증을 수행할 수 있다. 결과가 불확실한 경우 850 단계는 생략되거나 스킵될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0199] 일 양태에서, 시스템은 환자의 심박수 회복을 평가함으로써 검증을 수행하도록 구성된다. 논의된 바와 같이, 시스템은 심박수 회복이 2-지수 곡선을 따르는 것을 보장하도록 환자의 심박수 회복을 분석할 수 있다. 하나 이상의 실시 예들에서, 환자의 심박수 회복은 이전의 심박수 회복 데이터, 예를 들어 환자에 대한 베이스라인 심박수 회복과 비교될 수 있다. 시스템은 환자에 대한 심박수 회복 데이터를 곡선 피팅할 시에 2-지수 식의 k 값이 증가하는 것으로 결정함으로써 호흡 임계 값의 증가를 검증할 수 있다. 시스템은 환자에 대한 심박수 회복 데이터를 곡선 피팅할 시에 2-지수 식의 k 값이 감소하는 것으로 결정함으로써 호흡 임계 값의 감소를 검증할 수 있다.

[0200] 블록 855에서, 시스템은 원격 데이터 프로세싱 시스템에게 통지를 전송할 수 있다. 원격 데이터 프로세싱 시스템은 의료 서비스 제공자, 병원, 의사 등의 서버일 수 있다. 통지의 예는 텍스트 메시지, SMS(short message service) 메시지, 전자 메일 등을 포함하며, 이에 한정되지 않는다. 통지는 환자의 호흡 임계 값의 변화가 검출되었음을 나타낼 수 있다. 통지는 검증 데이터, 환자로부터 최근에 수집된 센서 데이터 등과 같은 추가 데이터를 포함할 수 있다.

[0201] 결과가 확실하지 않은 경우, 시스템은 그 결과가 확실하지 않다는 것을 나타내는 통지를 전송할 수 있으며, 이 통지는 검출된 교란인자(들), 센서 데이터 등과 같은 임의의 추가 데이터를 포함할 수 있다. 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 의료 서비스 제공자에게 사용자와 관련된 유용한 정보를 제공하기 위해, 사용자의 호흡 임계 값이 변경되지 않았다고 시스템이 결정한 경우에, 전송한 유형의 데이터를 특정하는 통지를 제공하도록 구성된다.

[0202] 논의된 바와 같이, 시스템에 의해 검출될 수 있는 생물학적 상태의 다른 예는 우울증이다. 표 2는 환자 건강 질문지(, PHQ)-2(PHQ-2)를 보여준다. PHQ-2는 우울증에 대한 개인 선별 목적으로 자주 사용된다. PHQ-2에는 지난 2주 동안의 환자의 기분과 관련된 두 가지 질문이 포함되어 있다. 환자에 의해 제공된 대답은 0, 1, 2 또는 3의 점수를 갖는다. PHQ-2는 두 가지 질문에 대한 점수를 합하여 점수가 매겨진다.

표 2

지난 2주일 동안 당신은 다음의 문제들로 인하여 얼마나 자주 방해 받았습니까?	전혀 방해 받지 않았다	매월 동안 방해 받았다	7일 이상 방해 받았다	거의 매일 방해 받았다
1. 어떤것을 하는데 흥미나 즐거움을 느끼지 못함	0	1	2	3
2. 기분이 가라앉거나, 우울하거나, 희망이 없음	0	1	2	3

[0203]

[0204] 아래의 표 3은 1, 2, 3, 4, 5 또는 6의 가능한 점수에 기반하여 주요 우울 장애 또는 임의의 우울 장애가 있는 환자의 확률을 나타낸 것이다.

표 3

PHQ-2 점수	주요 우울증 장애일 확률(%)	임의 우울증 장애일 확률(%)
1	15.4	36.9
2	21.1	48.3
3	38.4	75.0
4	45.5	81.2
5	56.4	84.6
6	78.6	92.9

[0205]

[0206]

PHQ-2는 우울한 행동의 상이한 측면들을 설명하기 위한 중요한 해결책이 없다. 이와 관련하여 PHQ-9가 보다 효과적이라고 생각된다. 아래의 표 4는 PHQ-9를 보여준다.

표 4

지난 2주일 동안 당신은 다음의 문제들로 인해서 얼마나 자주 방해 받았습니까?	전혀 방해 받지 않았 다	며칠 동안 방해 받았다	7일 이상 방해 받았다	거의 매일 방해 받았다
1. 어떤 것을 하는데 흥미나 즐거움을 느끼지 못함	0	1	2	3
2. 기분이 가라앉거나, 우울하거나, 희망이 없음	0	1	2	3
3. 잠이 들거나 계속 잠을 자는 것이 어려움, 또는 잠을	0	1	2	3
4. 피곤하다고 느끼거나 기운이 거의 없음	0	1	2	3
5. 입맛이 없거나 과식을 함	0	1	2	3
6. 자신을 부정적으로 봄 - 혹은 자신이 실패자라고 느끼 거나 자신 또는 가족을 실망시킴	0	1	2	3
7. 신문을 읽거나 텔레비전을 보는 것과 같은 일에 집중하 는 것이 어려움	0	1	2	3
8. 다른 사람들이 주목할 정도로 너무 느리게 움직이거나 말을 함, 또는 반대로 평상시보다 많이 움직여서, 너무 안 절부절 못하거나 들떠 있음	0	1	2	3
9. 자신이 죽는 것이 더 낫다고 생각하거나 어떤식으로든 자신을 해칠 것이라고 생각함	0	1	2	3

[0207]

[0208]

아래의 표 5는 PHQ-9의 점수 매김 방식을 보여준다.

표 5

PHQ-9 점수	우울증 측정치
1-4	아주 약한 우울증
5-9	약한 우울증
10-14	중도 우울증
15-19	약간 심한 우울증
20-27	심한 우울증

[0209]

- [0210] 아키텍처 100 또는 이와 유사한 아키텍처를 사용하는 시스템은 그 시스템의 다양한 센서들 또는 그것에 결합된 센서들을 사용하여 데이터를 수집할 수 있다. 또한, 시스템은 우울증에 대한 하나 이상의 지표를 식별 또는 검출하기 위해 센서 데이터를 분석할 수 있다.
- [0211] 우울증 지표들의 검출에 사용되는 베이스라인들은 각종 상이한 기술들 중 하나를 사용하여 결정될 수 있다. 일 실시 예에서는, 베이스라인들이 특정 환자군에 걸쳐 일반화될 수 있다. 예를 들어, 베이스라인들은 성별, 나이, 사회 경제적 조건, 합병증 등에 기반하여 결정될 수 있다. 이 경우, 이러한 베이스라인들은 시스템의 환자에게 고유한 것이 아니다.
- [0212] 다른 실시 예에서는, 사용되는 베이스라인들 중의 하나 이상 또는 베이스라인들 모두가 시스템의 환자에게 고유한 것일 수 있다. 예를 들어, 이러한 베이스라인들은, 환자가 우울한 기분을 경험하지 않는 시간 동안 환자의 센서 데이터를 분석함으로써 결정될 수 있다. 다른 실시 예에서, 지표가 검출되었는지 여부의 결정은 일일 단위의 평가를 위해 적응된 베이스라인들에 기초한다. 예를 들어, 베이스라인들은 수 일(예를 들어, 14일)에 걸쳐 센서 데이터를 평가하는 것과 대조적으로, 현재 날짜에 대한 센서 데이터를 평가하기 위해 조정된 것일 수 있다.
- [0213] 시스템은 우울증 지표들 중 하나 이상에 대하여 환자를 모니터링하는 것에 기반하여, 하나 이상의 설문 조사를 선택적으로 실시할 수 있다. 본 개시에서, "설문 조사"라는 용어는 "설문지(questionnaire)"라는 용어와 상호 교환적으로 사용된다. 일 예에서, 설문 조사는 PHQ-2 또는 그 파생물이다. 다른 예에서, 설문 조사는 PHQ-9 또는 그 파생물이다.
- [0214] 이하에서는 우울증에 대한 다양한 지표들 및 그러한 지표들의 검출에 대해 설명한다. 본 개시에서 설명된 바와 같은 시스템은 논의된 지표들을 검출하기 위해 센서 데이터를 분석할 수 있다. 우울증에 대한 하나의 예시적인 지표는 환자의 낮은 활동 레벨이다. 시스템은 가속도계 및/또는 모션 센서에 의해 생성된 센서 데이터를 사용하여 환자의 활동 레벨을 결정할 수 있다. 시스템은 환자의 활동 레벨을 베이스라인 활동 레벨과 비교할 수 있다. 환자의 활동 레벨이 적어도 최소 시간 동안 베이스라인 활동 레벨 아래로 유지되는 것으로 결정함에 따라, 예를 들어 시스템은 낮은 활동 레벨 지표를 검출한다.
- [0215] 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 환자의 활동을 분류할 수 있다. 이 분류는 공지된 기계 학습 기술들을 사용하여 수행될 수 있다. 예를 들어, 시스템은 운동과 같은 다른 더 능동적인 활동들에 비하여 더 적은 것을 필요로 하는 일상 잡무 등과 같은 활동들을 분류할 수 있다. 시스템은 활동의 다양성 부족을 검출할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 환자가 최소한의 일상 잡무를 수행하고 있음을 검출할 수 있다. 활동의 다양성 부족은 환자가 우울증 패턴에 관여되어 있음을 나타내는 낮은 활동 지표를 검출하는 또 다른 방법이다. 하나 이상의 다른 실시 예들에서, 시스템은 낮은 활동 레벨 지표를 검출할 시에 활동 분류와 조합하여 활동 레벨 모두를 사용할 수 있다.
- [0216] 우울증에 대한 다른 예시적인 지표는 실외에서 보내는 시간(예를 들어, 너무 많은 실내 시간)을 줄인 것이다. 시스템은 GPS 수신기에 의해 생성된 위치 데이터로부터 환자가 실외(또는 실내)에 있는지 여부를 결정할 수 있다. 시스템은 환자가 실내 및/또는 실외에 있는 시간의 양을 결정하고, 실외 시간의 양을 베이스라인 시간의 양과 비교할 수 있다. 환자가 실외에서 보낸 시간의 양이 베이스라인 시간의 양을 초과하지 않는다는 결정에 대응하여, 시스템은 실외에서 보내는 시간이 감소되었다는 지표를 검출한다.
- [0217] 우울증의 다른 예시적인 지표는 집에 틀어박혀 있는 것이다. 시스템은 위치 데이터를 사용하여 지정된 위치에서 보내고 있는 시간의 양을 베이스라인 시간의 양과 비교함으로써 환자가 집에 틀어박혀 있는지 여부(예를 들어, 집 또는 특정 위치)를 결정할 수 있다. 지정된 위치에서 보낸 시간의 양이 베이스라인 시간의 양을 초과한 것으로 결정함에 따라, 시스템은 홈바운드(homebound) 지표를 검출한다.
- [0218] 우울증의 다른 예시적인 지표는 다른 사람들과의 상호 작용 레벨이 낮은 것이다. 우울증을 앓고 있는 사람들은 다른 사람들이나 외부 세계와 상호 작용하는 시간을 줄이는 경향이 있다. 이러한 사람들은 내향적 프로파일을 나타내는 경향이 있으며, 이것은 정서적 지원이 가장 필요한 특징의 시기에 받을 수 있는 정서적 지원 양을 상당히 감소시킬 수가 있다.
- [0219] 상호 작용의 일 형태는 다른 환자들과 이야기하는 것이다. 일 실시 예에서, 시스템은 환자가 다른 사람들과 상호 작용하는 시간의 양을 결정하기 위해 오디오 데이터를 사용할 수 있다. 시스템은 마이크로폰을 사용하여 하

루 중 수시로, 주기적으로 또는 특정 이벤트에 반응하여 오디오를 샘플링할 수 있다. 예를 들어, 시스템은, 환자가 얼굴을 맞대고 대화할 때 마이크를 사용하여 오디오를 샘플링할 수 있다. 시스템은 예를 들어, 음성 분석 및/또는 음성 인식을 수행하는 등에 의해 오디오를 분석함으로써 환자가 말하고 있는지 여부 및/또는 환자가 다른 사람과 말하고 있는지 여부를 결정할 수 있다. 또한, 시스템은 이 분석에 기반하여 말한 시간의 양을 측정할 수 있다. 또한, 시스템은 샘플들이 획득되는 빈도 및/또는 획득되는 샘플들의 수에 기반하여, 말한 시간의 양을 근사화할 수 있다.

[0220] 다른 실시 예에서, 시스템은 본 개시의 목적을 위해 센서 데이터의 일부로 간주되는 통화 기록들을 분석함으로써, 환자가 다른 사람들과 이야기하는데 소요한 시간의 양을 결정할 수 있다. 시스템은 전술한 기술들 중 하나 또는 모두를 사용하여 총 시간의 양을 결정할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 통화 기록들 및 샘플링된 오디오 데이터로부터 결정되는 말하는데 소요한 시간을 합산할 수 있다.

[0221] 하나 이상의 다른 실시 예들에서, 시스템은 친구 및/또는 가족 구성원과의 자발적 대화를 통해 다른 사람들과 상호 작용하는데 소요한 시간의 양(예를 들어, 통화 기록을 통해)을 결정할 수 있다. 환자가 대화하고 있는 상대방 및 이 상대방과 환자와의 관계는 예를 들어 시스템 내에 저장된 연락처 목록 또는 시스템이 액세스할 수 있는 연락처 목록으로부터 결정될 수 있다. 시스템은 통화 상대방의 관계를 외부 세계와의 상호 작용에서의 환자의 열정 레벨에 대한 지시자로서 사용할 수 있다. 열정 부족은 외부 세계와의 개인적인 상호 작용 및 우울한 기분의 지시자와 관련된 잘 알려진 에너지 역학(dynamics)의 지표이다.

[0222] 시스템은 다른 사람들과 상호 작용하기 위해 소요한 시간의 양을 다른 사람과 상호 작용하기 위한 베이스라인 시간의 양과 비교할 수 있다. 또한, 시스템은 열정의 양을 결정하고, 그 열정 레벨을 에너지 역학 베이스라인과 비교할 수 있다. 다른 사람들과의 상호 작용에 소요된 시간의 양이 다른 사람과 상호 작용하기 위한 베이스라인 시간의 양 이하이고 및/또는 환자의 열정 레벨이 에너지 역학 베이스라인보다 낮은 것으로 결정함에 대응하여, 시스템은 낮은 레벨의 상호 작용 지표를 검출한다. 하나 이상의 다른 실시 예들에서, 환자와 호출 상대방과의 관계는 해당 환자와의 통화 시간에 대한 품질 팩터(예를 들어, 승수(multiplier))로서 사용될 수 있으며, 이에 따라 다른 통화보다도 훨씬 많이 친구 또는 가족들과의 통화에 가중치를 부여할 수 있다. 이와 유사하게, 예를 들어 비즈니스 통화 및/또는 텔레마케팅 통화와 같은 가족 및/또는 친구들 이외의 사람과 이루어진 것으로 결정된 통화들에 대하여는 가중치를 부여하지 않거나(1의 품질 계수를 가짐) 또는 베이스라인과의 비교 목적을 위해 1 보다 작은 품질 계수를 사용하여 가중치를 부여할 수 있다. 이러한 방식으로, 환자가 대화하고 있는 상대방과의 관계에 의거하여 베이스라인과 비교하기 위하여 통화가 다르게 평가될 수 있다.

[0223] 다른 실시 예에서, 시스템은 우울증 지표로서 환자의 음성의 톤 및/또는 억양을 분석할 수 있다. 환자의 음성의 톤 및/또는 억양은 환자의 기분을 나타내는 지시자이다. 예를 들어, 시스템은 울음 소리, 간청하는 말투, 냉담한(무관심한) 태도, 일시 중지 시간(평균), 보컬 피치, 평균 음량 및/또는 시간 경과에 따른 음량의 변화를 검출할 수 있다. 본 개시에서 언급된 환자의 음성 특성들 중의 하나 이상의 것을 결정함에 대응하여, 시스템은 우울증 지표를 검출한다. 우울증 지표는 우울증에 대한 독립적 지표이거나 또는 낮은 레벨의 상호 작용 지표의 부분 집합일 수 있다.

[0224] 우울증에 대한 또 다른 지표는 수면 감소이다. 우울증 환자는 불면증이나 수면 장애에 취약하며, 이것은 하나 이상의 센서를 사용하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 시스템은 HR 데이터와 가속도계 데이터를 사용하여 환자의 수면을 측정할 수 있다. 시스템은 환자가 수면을 취한 시간의 양을 결정하고, 이 수면을 취한 시간의 양을 베이스라인 시간의 양과 비교할 수 있다. 환자가 수면을 취한 시간의 양이 수면을 위한 베이스라인 시간의 양 이하인 것으로 결정함에 따라, 시스템은 수면 지표 감소를 검출한다. 정신생리학적 탄력성이 악화되는 또 다른 징후는 HR 또는 혈압(blood pressure, BP)의 측정을 통해서 수면 중에 검출될 수가 있으며, 그 이유는 수면 중에는 종종 건강한 사람들에 비해 디핑 현상(dipping phenomenon)(HR 또는 BP의 경우)이 훨씬 적기 때문이다.

[0225] 우울증에 대한 다른 예시적인 지표는 상당한 환자의 누움 시간이다. 시스템은 가속도계 데이터를 사용하여 환자가 누운 상태인지 여부 및 환자가 누워있는 시간의 양을 결정할 수 있다. 시스템은 환자가 누워있는 시간의 양을 베이스라인 누움 시간과 비교할 수 있다. 환자가 누워있는 시간의 양이 베이스라인 누움 시간을 초과하는 것으로 결정함에 따라, 시스템은 상당한 누움 시간 지표를 검출한다.

[0226] 우울증에 대한 다른 예시적인 지표는 낮은 ANS 각성이다. 우울증은 환자의 ANS 각성 프로파일에 영향을 줄 수 있다. 우울증에 걸리면 환자의 ANS 각성과 유인가는 감정 포물선 모델의 제3 사분면에 있게 된다. 제3 사분면에 있음은 통상적으로 동시에 떨어지는 경향이 있는 HR과 HRV 분석과 같은 ANS 각성과 유인가를 검출할 수 있는 다양한 방법들에 의해 결정될 수 있다. 일 실시 예에서, 시스템은 심박수 센서 데이터를 사용하여 HR 및/또는

HRV를 결정할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 환자의 HR(예를 들면, 에너지) 및 HRV(예를 들면, 기분)이 동시에 낮은 상태(예를 들면, HR에 대한 베이스라인 및/또는 HRV에 대한 베이스라인 미만)이고 및/또는 적어도 최소 시간 동안 낮은 상태로 유지되는 것에 기반하여, 사용자가 스트레스를 받는지 여부 및 스트레스 양이 베이스라인 스트레스 양을 초과하는지 여부를 결정할 수 있다.

[0227] 우울증에 대한 다른 예시적인 지표는 특히 외부 세계와 상호 작용하는 동안에 높은 스트레스이다. 일 실시 예에서, 시스템은 심박수 센서 데이터를 사용하여 HR 및/또는 HRV를 결정함으로써 스트레스를 검출할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 동시에 HR이 높고(특정 베이스라인 초과), HRV가 낮은(예를 들면, 베이스라인 미만) 상태이며 적어도 최소 시간 동안 지속된 환자의 HR(예를 들어, 에너지) 및 HRV(예를 들어, 기분)에 기반하여, 환자가 스트레스를 받는지 여부 및 스트레스의 양이 베이스라인 스트레스의 양을 초과하는지 여부를 결정할 수 있다. 다른 실시 예에서, 사용되는 HRV 방법은 교감-미주신경 균형(sympathovagal balance) 기반 HRV 방법일 수 있다. 하나 이상의 다른 실시 예들에서, 시스템은 사운드 분석에 의해 외부 세계와의 HRV 분석을 수행할 수 있다. 이들 실시 예에서, 일반적으로 사운드는 (전자 매체에서 나오는 사운드와 대조적으로) 라이브 소스로부터 생성된다. 우울증을 앓고 있는 환자는 대개 외부 세계와 상호 작용할 때 스트레스 각성인 경우들이 훨씬 더 많다. 시스템은 동일 또는 유사 사운드 분석을 통해 환자의 HRV를 베이스라인 HRV와 비교할 수 있다. 환자의 HRV가 베이스라인과 일치하는 것으로 결정함에 따라, 시스템은 ANS 각성 지표를 검출한다.

[0228] 다른 실시 예에서는, 환자의 GSR(galvanic skin response sensor)을 사용하여 그 자체로 또는 HR을 사용하여 각성 레벨을 검출하고, HRV를 사용하여 유인가를 검출할 수 있다. 일반적으로, 해당 유인가 및/또는 각성을 검출할 수 있는 임의의 방법을 사용하여 환자가 감정 포물선 모델의 제3 사분면에 위치하는지 여부를 확인할 수 있다. 환자의 움직임이 제한적이거나 강건한 EEG 방법이 있는 경우에는, EEG 기반 접근법을 사용하여 유인가 및 각성을 모두 제공할 수도 있다. 이러한 EEG 센서 중 하나는 캘리포니아주 샌프란시스코에 있는 Emotiv가 제공하는 잘 알려진 EEG 센서이다.

[0229] 다른 실시 예에서, 시스템은 LHPA 축을 활성화시킬 수 있는 환자의 HRV 프로파일 및 환자가 경험하는 만성 스트레스 에피소드의 양을 결정하도록 구성된 하나 이상의 센서, 예를 들어 바이오 센서를 포함한다. LHPA 축의 활성화는 하나 이상의 센서에 의해 검출될 수 있다.

[0230] 다른 예시적인 지표들은 감정 상태 등을 포함한다. 다른 실시 예에서, 시스템은 카메라 및/또는 얼굴 인식 센서로부터 획득되는 이미지 데이터를 사용하여 감정 상태를 측정할 수 있다. 시스템은 예를 들어 FACS(facial action coding scale)를 사용하여 이미지 데이터 내에서 환자 얼굴 표정의 특정 특징을 분석할 수 있다. 시스템은 우울한 기분(우울한 감정 상태)을 나타내는 얼굴 특징을 검출할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 시간 경과에 따라 이미지들 내에서 발견되는 특징들을 비교하여 환자가 특정 기분에서 보낸 시간의 양을 결정할 수 있다. 하나 이상의 그러한 얼굴 특징을 검출하고 및/또는 환자가 적어도 최소 시간 동안 그러한 상태 또는 기분에 있는 것으로 결정함에 따라, 시스템은 감정적 상태 지표를 검출한다.

[0231] 논의된 바와 같이, 환자에 대한 기분 회상은 종종 부정확하다. 환자의 현재 기분은 전날로부터 환자의 기분 회상에 색을 칠하거나 흐리게 하는 경향이 있다. 본 개시에서 설명된 하나 이상의 실시 예들에 따라, 시스템은 PHQ-2 및/또는 PHQ-9에 포함된 유형 및/또는 종류의 질문을 제공할 수 있다. 질문은 지난 2주간의 언급을 피하도록 수정될 수 있다. 예를 들어, 질문은 환자가 지난 2주 동안 그러한 기분을 얼마나 자주 경험했는지 여부보다는 환자가 현재 특정 기분을 느끼고 있는지 여부를 물을 수 있도록 재구성될 수 있다.

[0232] 도 9는 설문 조사를 제공하기 위한 예시적인 환자 인터페이스 900이다. 환자 인터페이스 900에 제공된 설문 조사는 표 2의 PHQ-2로부터 구성된 것이다. 도시된 바와 같이, 환자에게 지난 2주 동안의 기분을 묻는 대신에, 본 제공된 질문은 환자에게 현재의 기분에 대해 묻고 있다. 이와 같이, 다르게 가중치가 부여된 네 가지 답변 중 하나를 선택하는 대신에, 환자는 각 질문에 대한 대답으로 "예(Yes)" 또는 "아니오(No)"의 이진 선택 사항이 제공된다.

[0233] 일 실시 예에서, 우울증에 대한 하나 이상의 지표를 검출함에 대응하여, 시스템은 지난 2주에 대한 언급없는 PHQ-2 유형 질문(들)을 제시할 수 있다. 이러한 질문 세트는 2주 세트(예를 들어, 14개의 이러한 인스턴스를 가짐)의 일 구성요소인 것으로 간주될 수 있다. 환자의 응답은 이전 14일의 응답을 선행적으로 더함으로써 장기적 그림이 얻어질 수 있도록 카테고리화된 상기 정보를 갖는 데이터베이스 또는 다른 데이터 구조에 저장될 수 있다.

[0234] 임의의 주어진 시간에서(예를 들어 재할 기간 동안), 시스템은 이전 14일의 응답(들)(예를 들어, 설문 조사 데

이터)이 임계 값 점수를 초과하는지 여부를 결정할 수 있다. 일 예에서, 높은 민감도를 위해 임계 값 점수를 2로 설정할 수 있다. 다른 예에서, 높은 특이성을 위해 임계 값 점수를 4로 설정할 수 있다. 다른 실시 예에서, 임계 값 점수는 이용 가능한 자원들 및 환자 상태의 중요도에 기반하여 결정될 수 있다. 낮은 자원 또는 상대적으로 덜 극단적인 상태들의 경우, 보다 높은 특이성을 목표로 할 수 있다. 상대적으로 풍부한 모니터링 자원들 또는 보다 중요한 건강 상태가 있는 환경에서는, 더 높은 민감도를 목표로 할 수 있다.

[0235] 일 실시 예에서, 환자의 점수가 임계 값 점수를 초과할 경우, 시스템은 PHQ-9 및/또는 그 파생물을 제공할 수 있다. 또한, 환자의 마음 상태에 대한 분석은 PHQ-9를 기반으로 수행될 수 있다. 또한, PHQ-9는 PHQ-9의 일일 "슬라이스(slice)"만이 환자에게 제공되는 상기한 방식으로 행해질 수 있다. 2주 동안의 정보는 PHQ-2의 경우처럼 업데이트되고 평가된다. 또 다른 실시 예에서, 점수가 미리 정해진 임계 값을 초과하는 경우, 시스템은 자동적으로 환자를 의료 제공자에게 회부할 수 있다. 다른 실시 예에서는, 설문 조사 데이터가 의료 제공자에게 플래깅(flagging)될 수 있으며, 이에 따라 추가의 조사가 환자의 정신 상태에 대해 적절히 수행될 수 있다.

[0236] 환자들 및 종종 설문 조사를 작성하는데 어려움을 겪기 때문에(특히 우울증에 대한 설문 조사), 시스템은 하나 이상의 설문 조사를 자동으로 행할 수 있다. 설문 조사(들)는 예를 들어 주어진 시간 간격 내에서 하루 이상에 걸쳐 행해질 수 있다. 시스템은 검출된 지표들 중의 하나 이상에 기반하여 조건이 충족되는지를 결정함에 따라 설문 조사를 행하게 된다.

[0237] 도 10은 센서 보조 우울증 검출에 대한 예시적인 방법 1000이다. 방법 1000은 도 1의 아키텍처와 동일하거나 유사한 아키텍처를 갖는 시스템에 의해 구현되거나 또는 본 개시에서 달리 설명되는 시스템에 의해 구현될 수 있다. 일 실시 예에서, 방법 1000의 수행은 제1 설문 조사 또는 제2 설문 조사가 하루에 1 회 이하로 제공되도록 제한되거나 한정될 수 있다. 다른 양태들 및 세부 사항들에 대하여 도 10을 참조하여 이하 설명한다.

[0238] 1005 단계에서, 시스템은 환자에 대한 하나 이상의 측정을 수행함으로써 우울증 지표들 중 하나 이상을 결정한다. 예를 들어, 시스템은 센서들을 이용하여 센서 데이터를 생성 및/또는 수집한다. 또한, 시스템은 센서 데이터를 분석함으로써 우울증 지표들을 검출 또는 식별할 수 있다. 우울증 지표들을 식별 또는 검출할 시에, 시스템은 수집된 센서 데이터를 하나 이상의 베이스라인과 비교할 수 있다.

[0239] 1010 단계에서, 시스템은 제1 조건이 충족되는지 여부를 결정한다. 제1 조건의 충족으로 제1 설문 조사가 제공된다. 일 실시 예에서, 제1 조건은 제1 설문 조사가 환자에게 제공되기 전에 검출되어야 하는 우울증 지표들의 개수를 정의한다. 일 예에서, 시스템은 하루 동안 하나의 지표를 검출함으로써 제1 조건을 충족시킬 수 있다. 다른 예에서, 시스템은 하루 동안 둘 이상의 상이한 지표를 검출함으로써 조건을 충족시킬 수 있다. 어느 경우 에나, 제1 조건이 충족되면, 방법 1000은 1015 단계로 진행한다. 제1 조건이 충족되지 않으면, 방법 1000은 1005 단계로 되돌아갈 수 있다.

[0240] 1015 단계에서, 시스템은 제1 우울증 설문 조사와 관련된 환자 입력을 수신하기 위한 제1 환자 인터페이스를 디스플레이한다. 예를 들어, 시스템은 PHQ-2의 다양한 질문들 중 하나 이상을 디스플레이한다. 전술한 바와 같이, 질문은 이전 2주에 대한 언급이 없을 수 있다. 예를 들어, 시스템은 도 9와 관련하여 설명된 환자 인터페이스를 제공할 수 있다. 시스템은 제공된 환자 인터페이스를 통한 환자로부터의 질문에 대한 응답 형태로 설문 조사 데이터를 수신할 수 있다.

[0241] 1020 단계에서, 시스템은 제2 조건이 충족되는지 여부를 결정한다. 긍정적인 경우, 방법 1000은 1025 단계로 계속된다. 부정적인 경우, 방법 1000은 1005 단계로 되돌아간다. 일 실시 예에서, 시스템은 제1 설문 조사의 점수가 임계 값 점수를 초과하는지 여부를 결정한다. 임계 값 점수는 환자의 우울증을 나타내는 점수일 수 있다.

[0242] 1025 단계에서, 시스템은 제2 우울증 설문 조사와 관련된 환자 입력을 수신하기 위한 제2 환자 인터페이스를 디스플레이한다. 일 실시 예에서, 제2 설문 조사는 PHQ-9 또는 그 파생물이다. 예를 들어, 제2 환자 인터페이스에 의해 제시되는 질문은 제1 환자 인터페이스 및 제1 설문 조사의 경우와 같이 이전 기간에 대한 언급이 없을 수 있다.

[0243] 도 11은 센서 보조 우울증 검출에 대한 다른 예시적인 방법 1100이다. 방법 1100은 도 1의 아키텍처와 동일하거나 유사한 아키텍처를 갖는 시스템에 의해 구현되거나 또는 본 개시에서 달리 설명되는 시스템에 의해 구현될 수 있다. 일 실시 예에서, 방법 1100의 수행은 제1 설문 조사 또는 제2 설문 조사가 하루에 1 회 이하로 제공되도록 제한되거나 한정될 수 있다. 다른 양태들 및 세부 사항들에 대하여 도 11을 참조하여 이하 설명한다.

[0244] 1105 단계에서, 시스템은 센서 데이터를 생성한다. 예를 들어, 시스템의 하나 이상의 센서는, 하나 이상의 데이터 구조로서 시스템의 메모리에 저장될 수 있는 센서 데이터를 생성한다. 센서 데이터의 예들로는 가속도계

에 의해 생성되는 가속도계 데이터; 위치 프로세서 및/또는 모션 센서에 의해 생성되는 위치 데이터(예를 들어, GPS 좌표); 근접 센서에 의해 생성되는 근접 데이터; 카메라 서브시스템에 의해 생성되는 이미지 데이터; 오디오 서브시스템에 의해 생성되는 오디오 데이터; 심박수 센서에 의해 생성되는 심박수 데이터 등을 포함할 수 있다. 시스템은 복수 일 동안 센서 데이터를 생성 및 저장할 수 있다.

[0245] 1110 단계에서, 시스템은 센서 데이터 내에서 하나 이상의 지표를 검출할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 센서 데이터를 분석하여 하나 이상의 지표가 센서 데이터 내에 존재하는지 여부를 결정할 수 있다.

[0246] 1115 단계에서, 시스템은 제1 조건이 충족되는지 여부를 결정한다. 제1 조건의 충족으로 제1 설문 조사가 제시된다. 일 실시 예에서, 제1 조건은 제1 설문 조사가 환자에게 제공되기 전에 검출되어야 하는 우울증 지표들의 개수를 정의한다. 일 예에서, 시스템은 하루 동안 하나의 지표를 검출함으로써 제1 조건을 충족시킬 수 있다. 다른 예에서, 시스템은 하루 동안 둘 이상의 상이한 지표를 검출함으로써 조건을 충족시킬 수 있다. 어느 경우에도, 제1 조건이 충족되면, 방법 1100은 1120 단계로 진행한다. 제1 조건이 충족되지 않으면, 방법 1100은 1105 단계로 되돌아가서 센서 데이터를 계속 생성하고 센서 데이터 내의 우울증 지표(들)를 모니터링할 수 있다.

[0247] 1120 단계에서, 시스템은 제1 설문 조사를 제시한다. 시스템은 시스템의 환자 인터페이스를 통해 설문 조사의 질문을 제시할 수 있다. 일 실시 예에서, 시스템은 PHQ-2 또는 그 개작물(adaptation)을 제공한다. 전술한 바와 같이, 일 개작물은 환자가 지난 14일 동안 어떻게 느꼈는지와는 대조되는 환자가 현재 어떻게 느끼고 있는지에 대하여 질문하는 것이다.

[0248] 일 예에서, 시스템은 시각적 환자 인터페이스를 통해 설문 조사의 질문을 디스플레이한다. 예를 들어, 시스템은 도 9에 도시된 바와 같은 환자 인터페이스를 디스플레이할 수 있다. 도 9에는 두 질문이 동시에 제시되는 것으로 도시되어 있지만, 다른 실시 예에서, 시스템은 순차적 방식으로 한 번에 하나씩 질문을 제시할 수도 있다. 다른 실시 예에서, 시스템은 설문 조사의 질문을 환자에게 소리내어 읽을 수도 있다. 시스템을 통해 설문 조사를 제공하기 위해 사용된 특정 방식은 여기에 설명된 예시적인 실시 예들의 제한으로 의도되지 않는다는 것을 이해해야 한다.

[0249] 1125 단계에서, 시스템은 하나 이상의 수신된 환자 입력에 의해 지정되는 제1 설문 조사에 대한 설문 조사 데이터를 수신한다. 시스템의 환자 인터페이스는 설문 조사 데이터로 본 개시에서 지칭되는 질문들에 대한 대답을 제공하는 환자 입력을 수신하도록 구성된다. 환자 입력은 터치 환자 입력, 키보드 환자 입력, 음성 등일 수 있다. 설문 조사 데이터를 지정하는 환자 입력은 임의의 다양한 다른 양식(modality)들을 사용하여 제공될 수도 있다.

[0250] 일 실시 예에서, 시스템은 제1 설문 조사를 특정 기간 내에 1 회 이하로 제시하도록 구성된다. 예를 들어, 제1 조건이 충족된 것으로 결정함에 따라, 시스템은 제1 설문 조사를 제시한다. 시스템은 동일한 기간 동안 제1 조건이 다시 충족되는지 여부에 관계없이, 해당 기간 내에는 제1 설문 조사를 환자에게 다시 제공하지 않는다. 일 예에서, 기간은 역일(calendar day)이다. 다른 예에서, 기간은 24 시간이다. 제1 설문 조사를 다시 제시하여 추가 설문 조사 데이터를 얻기 위해, 시스템은 먼저 새로운 기간이 시작되었는지를 결정하고 제1 조건이 새로운 기간 내에 충족되었는지를 결정한다.

[0251] 또한, 시스템은 적어도 제1 및/또는 제2 설문 조사에 대한 점수를 결정하는데 필요한 시간의 양 동안 수신된 설문 조사 데이터를 저장할 수 있다. 예를 들어, 특정 설문 조사에 고려된 시간 윈도우가 14일인 경우, 시스템은 적어도 14일 동안 설문 조사 데이터를 저장할 수 있다. 시스템은 필요한 시간 윈도우보다 긴 설문 조사 데이터를 저장할 수 있으며 제1 및/또는 제2 설문 조사들에 대한 점수를 계산할 경우 시간 윈도우 내에 있는 설문 조사 데이터만을 이용할 수 있다. 알 수 있는 바와 같이, 시스템은 시간 및 날짜 스탬프와 연관되어 설문 데이터를 저장한다.

[0252] 1130 단계에서, 시스템은 제1 설문 조사에 대한 점수를 결정한다. 일 실시 예에서, 점수는 추정된 점수이다. 시스템은 설문 조사 데이터에서 제1 설문 조사의 각 질문에 대하여 환자가 긍정 대답(예를 들어, "예")을 제공했는지 여부를 결정한다. 아래의 표 6은 대답이 "아니오"였는지 또는 "예"였는지에 기반하여 제1 설문 조사의 각 질문에 점수가 매겨지는 방식을 나타낸다. 각 질문에 대한 점수는 합산되어 제1 설문 조사에 대한 점수를 결정한다. 표 6에서, N의 값은 제1 설문 조사에서 점수가 매겨진 특정 질문이 "M" 시간 윈도우 동안 긍정적으로 답변을 받은 날짜의 수이다.

표 6

대답	채점
아니오	0
예 ($1 \leq N \leq 7$)	$1+(N-1)/7$
예 ($8 \leq N \leq 12$)	$2+(N-8)/5$
예 ($13 \leq N \leq 14$)	3

[0253]

[0254]

예시의 목적을 위해, 환자에게 질문 1을 제시하고 예를 들어 "예"라는 긍정 대답을 얻은 경우를 고려한다. 또한, 환자는 설문 조사 1의 질문 1에 대하여 시간 윈도우 내의 다른 시간에서 한번 긍정적으로 대답하였다. 이 예에서는 시간 윈도우가 14일이다. 이 경우에 있어서는, 질문 1에 대한 N 값은 2이다. 시스템은 $N=2$ 인 $1+(N-1)/7$ 식을 사용하여 설문 조사 1의 질문 1에 대한 점수를 계산함으로써 질문 1에 대한 점수 0.286을 얻게 된다. 시스템은 시간 윈도우에 대한 설문 조사 데이터를 저장할 수 있다. 따라서, 각 날짜의 경과에 따라, 시간 윈도우는 슬라이딩 시간 윈도우이며, 예를 들어 본 예에서는 슬라이딩 14일 윈도우이다.

[0255]

시스템은 질문 1과 동일한 방식으로 제2 질문에 점수를 매긴다. 그러나 질문에 대한 N의 값은 그 질문에 고유한 것이며, 특정 질문에 대하여 시간 윈도우 동안 긍정적으로 답변을 받은 횟수에 의존한다는 것을 이해해야 한다. 시스템이 질문 1과 동일한 기술을 사용하여 질문 2에 점수를 매기지만 질문 2에 고유한 N의 값을 사용하기 때문에, 질문 2에 대한 점수를 결정하는데 사용된 특정 식이 질문 1에 대한 점수를 계산하는데 사용된 식과 다를 수 있다.

[0256]

다른 예시에 있어서, 환자에게 질문 2가 제시되고 예를 들어 "예"라고 긍정적으로 대답하는 경우를 고려한다. 환자는 설문 조사 1의 질문 2에 대하여 시간 윈도우 내의 다른 시간들에서 긍정적으로 8번 대답했다. 이 경우에 있어서, 질문 2에 대한 N 값은 9이다. 시스템은 $N=9$ 인 $2+(N-8)/5$ 식을 사용하여 설문 조사 1의 질문 2에 대한 점수를 계산함으로써 질문 2에 대한 점수 0.6을 얻게 된다. 다시, 시스템은 동일한 기술을 사용하여 제2 질문에 대한 점수를 매기게 되며, 여기서 N 값은 질문 2에 대해 독립적으로 결정된다. 따라서, 본 예에서, 질문 2에 대한 점수를 결정하는데 사용된 특정 식은 질문 1의 점수를 계산하는데 사용된 식과 상이하다.

[0257]

다른 예시에 있어서, 환자에게 질문 1이 제시되고 예를 들어 "예"라고 긍정적으로 대답하는 경우를 고려한다. 환자는 설문 조사 1의 질문 1에 대하여 시간 윈도우 내의 다른 시간들에서 긍정적으로 11번 대답하였다. 이 경우에 있어서, 질문 1에 대한 N 값은 12이다. 시스템은 설문 조사 1의 질문 1에 대한 점수가 3인 것으로 계산한다. 다시, 시스템은 동일한 기술을 사용하여 질문 2에 점수를 매기게 되며, 여기서 N 값은 질문 2에 대하여 독립적으로 결정된다.

[0258]

일 실시 예에서, 시간 윈도우(또는 "M")는 환자 기분이 평가되는 시간의 양 또는 날짜의 양으로 설정된다. 예를 들어, PHQ-2와 PHQ-9는, 종래의 방식으로 주어질 경우, 환자에게 이전 2주 기간 동안의 기분을 평가하도록 요청한다. PHQ-2 및/또는 PHQ-9는 2주 룩백 기간(look-back period)을 사용하여 한 번 주어진다. 도 4의 경우, 제1 설문 조사는 매일 제1 조건이 충족되는 것으로 주어져 있다. 점수는 슬라이딩(또는 롤링) 시간 윈도우를 사용하여 해당 날에 대해 계산되며, 여기서 N은 시간의 윈도우에 독립적으로 각 질문에 대해 결정된다. PHQ-2 및 PHQ-9의 룩백 기간이 2주이므로, 시간 윈도우는 14일로 설정된다.

[0259]

따라서, 1130 단계를 참조하여 설명된 바와 같은 시스템에 의해 수행되는 점수 매김은 환자가 예 또는 아니오의 이진 대답을 사용하여 설문 조사에 대답하는 경우에 구성되며, 설문 조사는 제1 조건이 충족되는 날마다 행해진다. PHQ-2는 통상 환자가 각 질문에 대해 네 가지 가능한 대답 중 하나를 선택하게 되는 두 가지 질문을 사용한다. 각 대답에는 서로 다른 점수가 표시된다. 제1 설문 조사의 질문들은 설문 조사가 실시되는 시점에서 환자가 느끼는 방식에 관한 것이기 때문에, 응답은 이진적인 것이며 전술한 점수 매김 메커니즘이 사용된다.

[0260]

표 6을 참조하여 설명한 식들은 N에 대한 더 높은 수의 상위 바이어스를 제공한다. 다른 실시 예에서는, 스케일링 팩터가 더해지지 않을 수 있다. 또 다른 실시 예에서, 사용된 표 6의 식은 질문에 대한 점수를 계산하기 위해 비선형일 수 있다.

[0261]

1135 단계에서, 시스템은 제2 조건이 충족되는지 여부를 결정한다. 긍정인 경우, 방법 1100은 예(브랜치 1) 또는 예(브랜치 2)로 계속된다. 부정인 경우, 방법 1100은 1105 단계로 되돌아가서 센서 데이터의 수집 및 분석

을 계속한다. 일 실시 예에서, 시스템은 제1 설문 조사의 점수가 임계 값 점수를 초과하는지 여부를 결정한다. 임계 값 점수는 환자의 우울감을 나타내는 점수일 수 있다.

[0262] 예(브랜치 1) 및 예(브랜치 2)는 방법 1100의 다른 구현들을 도시한다. 예(브랜치 1)로 계속되면, 예를 들어, 시스템은 1140 단계 내에 도시된 하나 이상의 선택적 동작을 수행할 수 있다. 일 실시 예에서, 1145 단계에서, 시스템은 선택적으로 원격 시스템에게 통지를 전송한다. 예를 들어, 시스템은 건강 관리 제공자, 의료 제공자, 정신 건강 전문가 등의 시스템 또는 장치에게 메시지를 전송할 수 있다. 메시지는 제1 설문 조사의 점수를 나타내거나 환자에게 후속 조치가 필요함을 나타내는 다른 데이터를 포함할 수 있다. 메시지는 전자 메일, 텍스트 또는 인스턴트 메시지, 자동화된 호출, 또는 다른 형태의 통신일 수 있다. 전송되는 메시지의 특정 타입은 본 개시에서 설명되는 실시 예들의 제한인 것으로 의도되지 않는다.

[0263] 다른 실시 예에서, 방법 1100은 1145 단계를 우회하여 1135 단계에서 1150 단계로 직접 진행할 수도 있다. 1150 단계에서, 시스템은 제2 설문 조사를 제시할 수 있다. 제2 설문 조사는 PHQ-9 또는 그 파생물일 수 있다. 일 양태에서, 시스템은 제2 설문 조사 질문들의 부분집합을 제시한다. PHQ-9 내에서, 질문 1 및 2는 PHQ-2의 질문 1 및 2와 동일하다. 따라서 PHQ-9의 처음 두 개의 질문은 제1 설문 조사로서 이미 환자에게 제시된 두 가지 질문이므로, 제2 설문 조사의 질문 1 및 2는 제시될 필요가 없다.

[0264] 예를 들어, 시스템은 PHQ-9의 질문 3, 4, 5, 6, 7, 8 및/또는 9 중 하나 이상을 제시할 수 있다. 일 실시 예에서, 전송한 바와 같이, 질문은 환자의 현재 기분에 대해 질의하도록 되어있다. 하나 이상의 다른 실시 예들에서, 시스템은 이미 수집된 센서 데이터에 기반하여 제2 설문 조사를 위한 질문의 일부에 대한 대답들을 추정할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 센서 데이터로부터 질문 3, 4, 6, 7, 8 및/또는 9에 대한 대답들을 추정할 수 있다. 예시적으로, 시스템은 가속도계 데이터 및 심박수 데이터 또는 환자의 ANS의 낮은 유인가 및 낮은 각성 상태를 검출할 수 있는 임의의 다른 적절한 센서 또는 생체 감지 시스템에 기반하여 질문 3에 대한 대답을 추정할 수 있다. 시스템은 가속도계 데이터 및/또는 환자의 움직임 또는 모션을 나타내는 임의의 데이터에 기반하여 질문 4에 대한 대답을 추정할 수 있다. 시스템은 HR 및/또는 HRV를 사용하여 질문 6에 대한 대답을 추정할 수 있다. 하나 이상의 실시 예들에서, 사용된 HRV 방법은 교감-미주신경 균형 기반 HRV 방법일 수 있다. 시스템은 환자의 활동 레벨에 기반하여 질문 7에 대한 대답을 추정할 수 있다. 시스템은 오디오 데이터, 가속도계 데이터(활동), 및/또는 환자의 움직임 속도와 같은 다른 모션 데이터에 기반하여 질문 8에 대한 대답을 추정할 수 있다. 시스템은 낮은 유인가와 낮은 ANS 각성(예를 들어, HR 및/또는 HRV로 표시될 수 있음)을 사용하여 질문 9에 대한 대답을 추정할 수 있다.

[0265] 다른 실시 예에서, 시스템은 제시된 질문(들)에 대한 설문 조사 데이터를 프롬프트하고 얻기 위해 환자에게 질문 3-9 중 적어도 하나를 제시하면서 질문 3-9 중 하나 이상에 대한 응답들을 추정할 수 있다. 시스템은 센서 데이터가 대답들의 추정에 덜 부정확한 제2 설문 조사의 하나 이상의 선택 질문들만을 제시할 수 있다. 일 예에서, 시스템은 제2 설문 조사를 위한 설문 조사 데이터를 얻기 위해 환자에게 질문 5 하나만을 제시할 수 있다. 다른 예들에서, 시스템은 질문 5 및 9만을 제시할 수 있고, 질문 5 및 6만을 제시할 수도 있고, 질문 5, 6 및 9만을 제시할 수도 있으며, 기타 이와 같다.

[0266] 1155 단계에서, 시스템은 제시된 제2 설문 조사의 각 질문들에 대한 설문 조사 데이터를 수신한다.

[0267] 1160 단계에서, 시스템은 제2 설문 조사의 점수를 결정한다. 논의된 바와 같이, 시스템은 제2 설문 조사에 대한 임의의 수신된 설문 조사 데이터, 제1 설문 조사의 점수(제1 질문 및 제2 질문의 점수가 합산된 것), 및/또는 센서 데이터로부터 결정되는 제2 설문 조사의 질문들에 대한 추정 대답들에 기반하여 점수를 계산한다. 대답이 추정되는 제2 설문 조사의 질문들의 경우, 시스템이 질문에 고유한 N 값을 결정하기 위해 그리고 본 개시에서 설명된 바와 같은 표 6 또는 그것의 파생물을 참조하여 기술된 식들을 사용하여 질문에 대한 점수를 결정하기 위하여, 시간 윈도우(예를 들어, 14일) 동안 센서 데이터를 분석할 수 있음을 이해해야 한다. 따라서, N 값은 질문에 대한 긍정 대답을 나타내는 지표들이 검출된 시간 윈도우 내의 날짜 수에 기반하여 독립적으로 제2 설문 조사의 각 질문에 대해 결정될 수 있다. 전송한 바와 같이, 일부 실시 예들에서, 지표를 검출하기 위해, 시스템은 하루 동안 또는 평가 기간(예를 들어, 24 시간)으로서 사용되는 임의의 시간 기간 중에 최소 시간량 동안 특정 특성을 검출할 필요가 있을 수 있다.

[0268] 방법 1100이 1135 단계에서 직접 1160 단계로 예(분기 2)를 따라 진행하는 경우, 시스템은 제2 설문 조사의 질문 3 내지 9 각각에 대한 대답을 추정할 수 있다. 일 실시 예에서, 시스템은 센서 데이터에 기반하여 질문 5에 대한 대답을 추정할 수 있다. 다른 실시 예에서, 시스템은 질문 5를 생략하고 이에 맞춰서 제2 설문 조사에 대한 채점을 조정할 수 있다. 어느 경우여나, 시스템은 제1 설문 조사의 점수와 센서 데이터로부터 결정된 제2

설문 조사의 질문에 대한 추정 답변만을 사용하여 제2 설문 조사에 대한 점수(예를 들어, 추정 점수)를 결정할 수 있다.

- [0269] 1165 단계에서, 시스템은 선택적으로 원격 시스템에게 통지를 전송한다. 예를 들어, 시스템은 건강 관리 제공자, 의료 제공자, 정신 건강 전문가 등의 시스템 또는 장치에게 메시지를 전송할 수 있다. 메시지는 제2 설문 조사의 점수를 나타내거나 또는 환자에게 후속 조치가 필요함을 나타내는 다른 데이터를 포함할 수 있다. 메시지는 전자 메일, 텍스트 또는 인스턴트 메시지, 자동화된 호출 또는 다른 형태의 통신일 수 있다. 전송되는 메시지의 특정 타입은 본 개시에서 설명되는 실시 예들의 제한인 것으로 의도되지 않는다.
- [0270] 하나 이상의 다른 실시 예들에서, 이용 가능한 경우, 점수와 함께 사용될 수 있는 측정치를 제공하도록 추가의 센서들이 통합될 수 있다. 의료 제공자는 시스템 및/또는 다른 센서들에 의해 계산된 지표들(예를 들어, 우울증 또는 일반적인 심리 상태)에 대한 정보를 제공받을 수 있다. 예를 들어, ECG, 카메라 및/또는 초음파는 RR 간격을 결정하고, 이에 따라 HR 및 HRV가 모두 하향 추세인지 여부를 결정하기 위한(우울증이 위치되는 공지의 감정 포물선 모델의 제3 사분면에 환자의 감정이 놓여 있음을 나타내는) 그러한 여러 가지 센서들이다. 일 실시 예에서, HRV 및 HR 변화의 크기는 주어진 사람의 생리학적 특성에 기반하여 비례 가중치를 할당받을 수 있다. 예를 들어, 베타 차단제를 복용하고 있는 고령자는 스트레스를 받을 때 HR의 큰 상승을 확인할 수는 없지만 HRV에 대한 영향이 상당히 크게 유지될 것이다. 이러한 정보는 ANS의 어떤 지표가 약물이나 현존하는 병리로 인해 약화되었는지를 알고 있는 의사에 의해서 시스템에 프로그래밍될 수 있다. 또한, 이 정보는 공개적으로 널리 사용 가능한 FDA가 승인한 의약품 및 그 부작용에 대한 데이터베이스를 사용하여 프로그래밍될 수도 있다.
- [0271] 하나 이상의 다른 실시 예들에서, 시스템은 PHQ-9의 수면 관련 부분(예를 들어, 질문 3)에 대한 정보를 얻기 위해, 수면 직전에 환자에게 질의하여 스트레스를 측정하고 및/또는 수면의 질을 측정할 수 있다.
- [0272] 하나 이상의 다른 실시 예들에서, 시스템은 환자의 활동 패턴(들)을 검사할 수 있다. 예를 들어 시스템은 다른 센서 기반 지표들의 수반되는 변화를 포함하는 총 활동의 감소에 따라 활성 기간 수가 급격히 감소한 것을 검출할 수 있다. 시스템은 이러한 정보를 사용하여 질문 4와 같은 PHQ-9의 활력 관련 부분에 대답할 수 있다.
- [0273] 하나 이상의 다른 실시 예들에서, 시스템은 매일 체중 관련 측정치를 얻을 수 있다. 시스템은 식욕의 변화와 관련된 PHQ-9의 부분(예를 들어, 질문 5)에 대한 대답을 추정할 수 있다.
- [0274] 본 개시는 예시적인 우울증 선별 툴로서 PHQ-2 및 PHQ-9를 사용한다. 그러나, 여기에 제시된 예들은 설명된 실시 예들의 제한으로 의도되지 않는다. PHQ-2 및/또는 PHQ-9 대신에 다른 우울증 선별 툴을 사용할 수도 있다. 하나 이상의 실시 예들에서, MDI(major depression inventory)와 같은 설문 조사가 선별 툴로서 사용될 수도 있다. 하나 이상의 다른 실시 예들에서는, 웹 기반 우울증 및 불안증 검사(web based depression and anxiety test, WB-DAT)와 같은 설문 조사가 선별 툴로서 사용될 수 있다. 각각의 경우에, 본 개시에서 설명된 점수 매김 메커니즘은 이러한 다른 선별 툴들에 사용되거나 및/또는 적용될 수 있다. 예를 들어, 본 개시에서 설명된 우울증에 대한 하나 이상의 지표를 자동으로 검출함에 대응하여, 시스템은 하나 이상의 선별 툴(예를 들어, 설문 조사)을 환자에게 제공할 수 있다.
- [0275] 본 개시에서는 교란인자로서 스트레스가 논의되었지만, 스트레스를 검출하기 위해 본 개시에서 설명된 다양한 기술들이 독립적인 생물학적 조건으로서 스트레스를 검출하는데 사용될 수 있다. 따라서, 본 개시에서 설명된 바와 같이 구현되는 시스템은 그 기술들이 교란인자로서의 스트레스 검출 측면에서 논의되었는지 여부와 관계없이, 전술한 스트레스를 검출하기 위한 기술들 중 임의의 것을 사용하여 독립한 생물학적 조건으로서 스트레스를 검출할 수 있다.
- [0276] 도 2를 참조하여 논의된 바와 같이, 상기한 프로세스의 제2 단계는 부종, 동공 확장, 환자의 특정 색 상태, 및 감정 상태와 같은 다양한 상태를 검출하기 위한 이미지 분석에 관한 것이다.
- [0277] 부종(예를 들어, 의존성 부종 또는 함몰 부종)은 거의 보편적으로 울혈성 심부전(congestive heart failure)을 수반하며 긴급한 치료를 필요로 한다. 본 개시에서 설명되는 이미지 분석은 부종의 정도 및 부종의 위치 모두를 검출하는데 사용될 수 있다. 이것은 부종이 의존성 부종인지 여부를 결정할 수 있게 한다. 또한, 시스템은 부종 검출과 활동 검출을 조합할 수도 있다. 따라서, 시스템은 부종이 의존성 부종인지 여부를 보다 정확하게 결정할 수 있다. 예시적인 예로서, 하루 중 대부분을 누워 있는 사람은 발보다는 엉덩이에 부종을 가질 수 있다.
- [0278] 심장의 펌핑(pumping) 효율이 점차적으로 저하됨에 따라 혈류량이 감소하면 환자의 피부색이 점차 창백해지거나

회색 또는 청색증을 띠게 된다. 이미지 처리를 사용할 경우에는, 피부색을 정확하게 검출하고 이것을 사용하여 환자의 심장의 펌핑 용량 및 환자의 상지(upper limbs)에 대한 혈액 흐름의 이상을 표시하거나 결정할 수 있다.

[0279] 동공 확장과 관련하여서는, 심부전이 악화되면 환자의 교감 신경계가 루틴하게 오버 활성화 상태로 된다. 이것은 알파 아드레날린 수용체에 대한 카테콜아민의 효과로 인해 환자의 눈으로의 혈류에 영향을 미치는 카테콜아민의 방출을 야기한다. 이로 인해 환자의 동공이 확장하게 된다. 이미지 분석은 환자의 동공 확장을 검출할 수 있다.

[0280] 감정 상태와 관련하여, 시스템은 이미지 분석을 수행하여 환자의 감정 상태를 검출할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 환자로부터의 이미지 데이터에 대해 얼굴 특징 검출을 수행함으로써 환자의 감정 상태를 결정할 수 있다.

[0281] 도 12는 동공 확장에 대한 이미지 분석의 예시적인 방법 1200을 도시한다. 방법 1200은 도 1과 관련하여 설명된 아키텍처와 동일하거나 유사한 아키텍처를 사용하는 시스템에 의해 수행될 수 있다. 일 양태에서, 방법 1200은 도 2를 참조하여 설명된 제2 단계의 일부로서 수행될 수 있다.

[0282] 방법 1200은 1205 단계에서 시작될 수 있으며, 여기서 시스템은 이미지 데이터를 캡처하도록 환자에게 프롬프트한다. 예를 들어, 본 개시에서 설명된 과정 1 분석을 수행하는 것에 기반하여, 시스템은 환자가 스트레스를 받고 있거나, 두려워하고 있거나, 통증을 느끼고 있는 등과 같은 감정 압력을 받고 있을 가능성이 있는 것으로 결정한다. 따라서, 시스템은 이미지 데이터를 캡처하도록 환자에게 프롬프트한다.

[0283] 이 예에서, 시스템은 이 시스템의 카메라 서브시스템(예를 들어, 휴대 전화 또는 기타 장치의 카메라)을 사용하여 환자의 사진을 하나 이상 촬영할 것을 환자에게 프롬프트한다. 시스템은 환자가 비교적 가까운 거리에서 환자의 눈 이미지를 촬영하도록 환자에게 프롬프트할 수 있다. 일 예에서, 시스템은 환자의 눈으로부터 대략 10-15 인치의 거리에서 이미지를 촬영하도록 환자에게 프롬프트한다.

[0284] 일 양태에서, 시스템은 다양한 상이한 환경에서 이미지가 분석 목적에 불충분하다는 것을 나타내는 프롬프트 또는 통지를 제공하도록 구성된다. 일 예에서, 시스템은 이미지 처리를 수행하여 이미지가 사용자의 눈인지 또는 이미지가 사용자의 눈의 일부만을 포함하는지 여부를 결정할 수 있다. 이미지가 사용자의 눈이 아니거나 사용자의 눈의 일부만이 이미지에 있다고 결정함에 대응하여, 시스템은 프롬프트를 제공할 수 있다. 프롬프트는 분석 결과를 표시하고, 사용자가 이미지를 다시 촬영할 것을 요청할 수 있다. 다른 예에서, 시스템은 이미지 분석을 수행하여 이미지가 최소 허용 가능한 품질인지(예를 들어, 충분한 양 또는 최소 양의 조명을 갖는지) 여부를 결정할 수 있다. 부정인 경우, 시스템은 분석 결과의 프롬프트를 제공하고, 사용자가 이미지를 다시 촬영할 것을 요청할 수 있다.

[0285] 일 실시 예에서, 시스템은 안구 검출 이미지 처리를 사용하여 환자의 눈의 대략적인 위치를 검출할 수 있으며, 또한 환자가 시스템의 카메라를 위치시켜 필요한 품질의 이미지를 캡처할 수 있도록 환자에게 하나 이상의 큐(cue)를 제공할 수 있다.

[0286] 1210 단계에서, 시스템은 이미지를 수신한다. 1215 단계에서, 시스템은 하나 이상의 컴퓨터 비전 기술(들)을 사용하여 이미지를 처리할 수 있다. 시스템은 환자의 동공 확장 양을 추정할 수 있다.

[0287] 예를 들어, 1215 단계의 일부로서, 시스템은 색 보정을 수행할 수 있다. 또한, 시스템은 색 보정 이후에 홍채 격리 또는 홍채 세그멘테이션을 수행할 수 있다. 시스템은 홍채 검출 이후에 동공 검출을 수행할 수 있다. 일 양태에서, 시스템은 하나 이상의 윤곽 또는 엣지 검출 및 형상 추정 방법들을 적용한다. 형상 추정 방법들은 시스템이 이미지 내에서 환자의 홍채 및 동공의 위치와 형상을 정확하게 검출할 수 있게 한다.

[0288] 1220 단계에서, 시스템은 홍채와 동공 모두에 대해 추출된 윤곽들을 사용하여 환자에게서 동공이 행해진 확장의 양을 추정한다. 따라서, 제2 단계 동안 이용되는 시각적 특성의 예는 동공 확장의 양이다. 일 양태에서, 확장 양은 확장 비율로서 계산된다. 시스템은 확장 비율(dr)=(동공 지름)/홍채 지름)로서 확장 비율을 계산할 수 있다.

[0289] 일 실시 예에서, 시스템은 추정된 확장 비율의 범위를 계산할 수 있다. 이 범위는 긍정 오류(false positive) 또는 부정 오류(false negative)를 최소화하기 위해 건강 추정을 계산할 때 시스템에서 사용할 수 있다. 추정된 확장 비율의 범위를 사용하여 시스템은 긍정 오류 또는 부정 오류를 최소화하도록 데이터를 해석할 수 있다. 예를 들어, 이미지가 고정되어 있지 않거나 고정될 수 없는 저품질인 경우, 확장 비율의 범위를 사용할 수 있다.

- [0290] 1225 단계에서, 시스템은 환자에 대한 확장 비율을 기준 확장 비율과 비교한다. 일 양태에서, 기준 확장 비율은 기준 이미지로부터 얻어진다. 기준 이미지는 데이터베이스로부터 얻어지거나 또는 시스템 상에 국부적으로 저장될 수 있으며, 건강한 환자에 대한 확장 비율을 예시할 수 있다. 일 양태에서, 기준 확장 비율은 예를 들어 의료 제공자로부터 제공될 수 있는 예상 값이거나 또는 예상 값의 범위일 수 있다. 일 양태에서, 기준 이미지는 알려진 또는 건강한 심장 상태의 환자의 것일 수 있으며, 알려진 확장 비율을 나타내는 베이스라인으로 사용될 수 있다. 다른 양태에서, 시스템은 비교를 위해 사용되는 기준 확장 비율을 저장할 수 있다. 따라서, 시스템은 경우에 따라, 환자 확장 비율 또는 환자 확장 비율 범위와 기준 확장 비율 또는 기준 확장 비율 범위 사이의 편차의 양을 정확하게 추정할 수 있다.
- [0291] 다른 양태에서, 시스템은 환자의 눈의 전체 형상을 분석함으로써 환자의 눈의 부종을 추정할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 본 개시에서 설명된 이미지 처리 기술들을 사용하여 환자의 눈의 크기를 결정(예를 들어, 추정)할 수 있다.
- [0292] 1230 단계에서, 시스템은 기준 확장 비율과 비교되는 환자의 동공 확장의 편차 추정치를 저장할 수 있다. 다른 양태에서, 시스템은 환자의 눈의 크기에 기반하여, 환자가 겪고 있는 부종의 양(눈에서)을 추정할 수 있다. 시스템은 환자의 눈의 크기, 동공 확장의 편차의 추정치 및/또는 이들 모두에 기반하여 부종의 양의 추정치를 제공할 수 있다.
- [0293] 도 13은 피부색에 대한 이미지 분석의 예시적인 방법 1300을 도시한다. 방법 1300은 도 1과 관련하여 설명된 아키텍처와 동일하거나 유사한 아키텍처를 사용하는 시스템에 의해 수행될 수 있다. 일 양태에서, 방법 1300은 도 2를 참조하여 설명된 제2 단계의 일부로서 수행될 수 있다. 방법 1300은 환자가 청색증 또는 피부 변색(창백한 피부)을 앓고 있는지 여부를 결정하기 위한 예시적인 방법을 도시한다.
- [0294] 방법 1300은 1305 단계에서 시작될 수 있으며, 여기서 시스템은 이미지 데이터를 캡처하도록 환자에게 프롬프트한다. 예를 들어, 본 개시에서 설명된 과정 1 분석을 수행하는 것에 기반하여, 시스템은 환자가 스트레스를 받고 있거나, 두려워하고 있거나, 통증을 느끼고 있는 등의 감정 압력을 받고 있을 가능성이 있는 것으로 결정한다. 따라서, 시스템은 이미지 데이터를 캡처하도록 환자에게 프롬프트한다.
- [0295] 이 예에서, 시스템은 피부 색 차이를 보이는 것으로 여겨지는 환자 피부 중의 하나 이상의 영역들에 대한 하나 이상의 사진 및/또는 비디오를 촬영하도록 환자에게 프롬프트한다. 중심 청색증(central cyanosis)의 경우, 이 영역들은 신체의 코어, 입술, 혀 주위의 부위를 포함한다. 말초 청색증(peripheral cyanosis)의 경우, 이 영역들은 신체의 손가락 또는 발단을 포함한다. 일 양태에서, 시스템은 환자 신체의 이러한 특정 영역들 중 하나 또는 모두에 대한 이미지 데이터를 캡처하도록 환자에게 프롬프트할 수 있다. 이미지 데이터가 수집될 경우, 시스템은 환자에게 캡처할 것을 지시한 신체 부위 또는 영역으로 특정 이미지 및/또는 비디오를 라벨링하거나 또는 이들을 상관시킨다.
- [0296] 1310 단계에서, 시스템은 이미지 데이터를 수신한다. 1315 단계에서, 시스템은 하나 이상의 컴퓨터 비전 기술(들)을 사용하여 이미지를 처리할 수 있다. 시스템은 전술한 바와 같은 품질에 대한 이미지 데이터를 분석하고, 이미지 데이터가 정확한 분석을 위해 불충분한 품질을 갖는 것으로 결정될 경우에는 사용자가 이미지 데이터를 다시 촬영하도록 프롬프트할 수 있다.
- [0297] 1315 단계로 계속되어, 시스템은 기준 피부 색과 비교하여 이미지에 나타나 있는 피부 색의 변화량을 추정할 수 있다. 일 양태에서, 시스템은 분석 시에 피부 타입을 설명한다. 따라서, 제2 단계 동안 이용되는 시각적 특성의 예는 환자의 피부 색이다.
- [0298] 시스템은 선택되어진 환자 신체의 부위 색을 기준 색 데이터와 비교함으로써 분석을 수행할 수 있다. 일 양태에서, 기준 색 데이터는 일반적으로 색 변화를 나타내지 않는 환자 신체의 다른 부위일 수 있다. 예를 들어, 시스템은 중심 청색증 및/또는 말초 청색증에 관한 색 변화를 특징적으로 나타내는 환자 신체 부위의 색을, 일반적으로 중심 청색증 및/또는 말초 청색증에 관한 색 변화를 나타내지 않는 환자 신체의 다른 부위와 비교할 수 있다. 이 경우, 시스템은 비교를 위하여 색 변화를 나타낼 것으로 예상되는 환자 신체 부위의 이미지 데이터, 및 색 변화를 나타낼 것으로 예상되지 않는 환자 신체 부위의 이미지 데이터를 취하도록 환자에게 지시한다.
- [0299] 다른 양태에서, 시스템은 선택되어진 환자 신체 부위의 색을 기준 데이터베이스로부터 얻어진 기준 색과 비교함으로써 분석을 수행할 수 있으며, 이 기준 데이터베이스는 건강한 또는 알려진 상태의 다른 환자들 또는 인스턴트 환자로부터 수집될 수 있다. 기준 색 데이터는 이러한 이미지들로부터 추출된 기준 이미지 및/또는 기준 데

이터일 수 있다. 어느 경우이든, 기준 색 데이터가 비교를 위해 시스템에 저장될 수 있다. 또한, 기준 색 데이터가 특정 신체 부위와 상관될 수 있으며, 이에 따라 시스템은 주어진 신체 부위(예를 들어, 손가락)에 대한 이미지 데이터의 색을 동일한 신체 부위에 대한 기준 색 데이터와 비교한다.

- [0300] 1320 단계에서, 시스템은 변색 스코어 계수를 결정한다. 일 양태에서, 시스템은 이미지 데이터에 있는 환자 신체 부위의 색을 상기 기준 색 데이터와 비교함으로써 변색 스코어 계수를 계산한다. 변색 스코어 계수는 건강한 피부색으로부터의 환자 피부색(창백하거나 청색증)의 편차 수준을 나타낸다.
- [0301] 1325 단계에서, 시스템은 변색 스코어 계수를 저장한다. 따라서, 변색 스코어 계수는 제2 단계 동안에 사용될 수 있는 시각적 특성의 다른 예이다.
- [0302] 도 14는 부종에 대한 이미지 분석의 예시적인 방법 1400을 도시한다. 방법 1400은 도 1과 관련하여 설명된 아키텍처와 동일하거나 유사한 아키텍처를 사용하는 시스템에 의해 수행될 수 있다. 일 양태에서, 방법 1400은 도 2를 참조하여 설명된 제2 단계의 일부로서 수행될 수 있다.
- [0303] 도 14는 환자가 자신의 신체 부위 또는 자신의 신체 일반의 이미지 데이터를 캡처하도록 프롬프트되는 일반적인 방법을 도시한다. 이미지 데이터는 복수의, 상이한 뷰포인트로부터 취해질 수 있다. 시스템은 이미지 데이터를 사용하여 환자의 신체 부위에 대한 3 차원(3D) 모델을 생성한다. 일 양태에서, 3D 모델은 시스템이 신체 부위의 함몰(pitting)의 양을 분석할 수 있게 하는 모피블 모델로 변환된다. 모피블 모델은 환자가 겪고 있는 부종의 수준을 평가하기 위해 환자 개입(예를 들어, 사용자 입력)을 통해 또는 프로그래밍 방식(예를 들어, 자동)으로 조작된다.
- [0304] 방법 1400은 1405 단계에서 시작될 수 있으며, 여기서 시스템은 이미지 데이터를 캡처하도록 환자에게 프롬프트한다. 예를 들어, 본 개시에서 설명된 과정 1 분석을 수행하는 것에 기반하여, 시스템은 환자가 스트레스를 받고 있거나, 두려워하고 있거나, 통증을 느끼고 있는 등과 같은 감정 압력을 받고 있을 가능성이 있는 것으로 결정한다. 따라서, 시스템은 이미지 데이터를 캡처하도록 환자에게 프롬프트한다.
- [0305] 시스템은 복수의 상이한 뷰포인트에서 이미지 데이터를 캡처하도록 환자에게 프롬프트한다. 일 양태에서, 시스템은 환자 인터페이스를 통해 환자에게 프롬프트한다. 프롬프트는 환자에 대한 시스템의 카메라 위치에 관한 지시를 제공할 수 있다. 이미지 데이터 캡처에 오류가 있는 경우, 시스템은 캡처 프로세스를 다시 시작하도록 환자에게 피드백을 제공한다.
- [0306] 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 이미지 데이터가 수집되어야 하는 특정 신체 부위를 선택할 수 있다. 예를 들어, 환자가 낮은 활동 레벨을 가지고 있거나 누운 자세로 더 많은 시간을 보낸다는 결정에 대한 응답으로(예를 들어, 예상 시간 양 또는 누운 자세로 보낸 베이스라인 시간 양과 비교), 시스템은 부종 평가를 위해 엉덩이를 후보 신체 부위로 선택할 수 있다. 시스템에서 제공되는 프롬프트는 이미지 데이터가 수집되어야 하는 특정 신체 부위를 나타낸다. 전술한 바와 같이, 환자가 비활동 상태인 것으로 센서 데이터로부터 결정될 경우, 부종은 의존성 부종일 수 있다. 시스템은 환자의 활동 레벨이 임계 값 미만인 것으로 결정한 것에 기반하여 및/또는 환자가 본 개시에서 설명된 부종 분석에 앞서 누운 자세로 최소 시간 양을 보낸 것으로 검출한 것에 기반하여, 검출된 부종이 의존성 부종인 것으로 결정할 수 있다.
- [0307] 환자가 활동 상태이고 및/또는 전술한 바와 같이 누운 자세로 있지 않은 것으로 결정하는 경우, 시스템은 이미지 데이터 수집 및 부종 평가를 위해 손가락, 팔 및/또는 다리와 같은 다른 신체 부위를 선택한다.
- [0308] 1410 단계에서, 시스템은 이미지 데이터를 수신한다. 수신된 이미지 데이터는, 환자가 캡처하도록 프롬프트된 특정 신체 부위에 따라 라벨링될 수 있다. 예를 들어, 환자의 팔의 이미지를 환자에게 프롬프트함에 대응하여 수신된 이미지는 프로세서에 의해서 메모리에 "팔"로 라벨링될 수 있다. 또한, 전술한 바와 같이, 시스템은 프롬프트의 일부로서, 복수의 상이한 뷰포인트로부터 선택되어진 신체 부위에 대한 하나보다 많은 이미지를 캡처하도록 환자에게 지시할 수 있다.
- [0309] 이미지 데이터를 수신함에 대응하여, 시스템은 하나 이상의 컴퓨터 비전 기술(들)을 사용하여 이미지 데이터를 처리할 수 있다. 일 양태에서, 이미지 처리는 복수의 과정을 포함한다. 시스템은 전술한 바와 같이 수신된 이미지 데이터의 품질을 분석하여, 이미지 데이터가 정확한 분석을 위해 불충분한 품질을 갖는 것으로 판정되는 경우, 이미지 데이터를 다시 촬영하도록 사용자에게 프롬프트할 수 있다.
- [0310] 1415 단계에서, 시스템은 저레벨 컴퓨터 비전 특징 분석을 사용하여 이미지 데이터를 분석할 수 있다. 시스템은 특징 검출을 수행하여 특징 디스크립터(feature descriptor)들을 추출할 수 있다. 검출 및/또는 추출될 수

있는 특징의 예들로는 SIFT(scale-invariant feature transform), HOG(histogram of oriented gradients) 등을 포함하며, 이에 한정되지는 않는다. 1420 단계에서, 시스템은 추출된 특징들로부터 특이치(outlier)들을 제거할 수 있다. 또한, 1420 단계의 일부로서, 시스템은 추출된 특징들에서 노이즈를 저감시킬 수 있다.

[0311] 1425 단계에서, 시스템은 매칭 및 재구성을 수행한다. 일 양태에서, 1425 단계 내에서, 시스템은 복수의 상이한 뷰포인트로부터의 부중에 대한 분석하에 있는 환자 신체의 선택된 부위(들)의 이미지들을 포함하는 이미지 데이터를 환자 신체 부위의 3D 모델로 결합한다. 모델링되는 환자의 신체 부위와 추출된 특징들을 알 경우, 시스템은 이미지 데이터를 결합하여 3D 모델을 생성할 수 있다. 불충분한 양의 특징 포인트들이 발견될 경우, 시스템은 분석하에 있는 환자 신체 부위에 대한 추가 이미지를 촬영하도록 환자에게 프롬프트할 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0312] 1430 단계에서, 시스템은 오차 분석을 수행할 수 있다. 일 양태에서, 시스템은 최소 제곱 오차 분석 프로세스를 수행하여 3D 모델의 오차를 추정한다. 예를 들어, 기준 인체 부위를 고려하여, 시스템은 재구성 오차를 계산할 수 있다. 1435 단계에서, 시스템은 오차가 미리 결정된 오차 임계 값을 초과하는지 여부를 결정한다. 재구성 오차가 미리 결정된 오차 임계 값을 초과하면, 시스템은 재구성 프로세스를 재개할 수 있다. 따라서, 방법 1400은 1415 단계로 되돌아가 처리를 계속한다. 재구성 오차가 미리 결정된 임계 값 이하이면, 시스템은 모퍼블 모델의 생성을 시작한다. 따라서, 방법 1400은 1440 단계로 계속된다.

[0313] 1440 단계에서, 시스템은 모퍼블 모델을 생성한다. 모퍼블 모델은 변형될 수 있는 모델을 나타낸다. 일 측면에서, 시스템은 3D 모델을 점군(point cloud)으로 변환한다. 시스템은 미리 결정된 텍스처, 와이어프레임 등을 사용하여 환자의 시스템 디스플레이 상에 모퍼블 모델을 렌더링할 수 있다. 모퍼블 모델은 소프트웨어로 구현될 수 있다. 시스템은 시스템에 포함된 가상 영역에 모퍼블 모델을 생성하고 디지털 입력을 사용하여 모퍼블 모델을 제어한다. 본 발명이 모퍼블 모델을 소프트웨어로서 설명하고 있지만, 모퍼블 모델은 하드웨어로 구현될 수도 있다. 시스템은 모퍼블 모델을 생성하는 장치를 사용하여 이 모델을 생성한다. 시스템은 물리적 입력을 사용하여 모퍼블 모델을 제어한다.

[0314] 1445 단계에서, 시스템은 분석하에 있는 신체 부위에 대하여 환자가 경험하고 있는 변형(deformation) 또는 함몰(pitting)에 비례하여 모퍼블 모델을 변형시키도록 환자에게 프롬프트한다. 예를 들어, 시스템은 시스템의 디스플레이 상에 모퍼블 모델을 표시하고, 모퍼블 모델을 변형시켜서 모델링된 신체 부위에 환자가 경험하고 있는 함몰을 모사하도록 환자에게 프롬프트한다. 1450 단계에서, 시스템은 변형에 관한 입력을 수신한다. 일부 실시 예들에서, 입력은 사용자 특정 입력일 수 있다. 예를 들어, 입력은 사용자의 의도에 따라 수동으로 결정될 수 있다. 다른 예로서, 입력은 사용자의 상태에 따라 적응적으로 결정될 수 있다. 사용자의 상태는 센서 데이터를 기반으로 결정된다. 시스템은 사용자의 상태와 관련하여 데이터베이스를 사용하여 입력 값을 결정할 수 있다. 표시된 모퍼블 모델을 조작하기 위한 터치 기반 입력일 수 있는 환자 입력(예를 들어, 데이터)은, 모퍼블 모델을 소정 양만큼 변형시킨다. 환자 지정 데이터는 모퍼블 모델에 대한 변형을 나타낸다. 변형은 사용자 지정 변형으로 지칭될 수 있다. 예를 들어 환자는 모퍼블 모델에 스트레스 입력을 적용할 수 있다.

[0315] 1455 단계에서, 시스템은 변형된 모퍼블 모델에 대한 기하학적 특성을 결정할 수 있다. 예를 들어, 모퍼블 모델에 대한 변형량을 고려하여, 시스템은 모퍼블 모델에 대한 기하학적 분석을 수행할 수 있으며, 이에 따라 변형의 기하학적 특성, 예를 들어 폭 및/또는 길이, 둘레, 깊이 등과 같은 함몰을 계산할 수가 있다. 계산된 기하학적 특성이, 결정된 기하학적 특성 중 하나 이상에 대해 확립된 미리 결정된 임계 값 이상인 경우, 시스템은 환자가 부종을 앓고 있다고 결정한다. 시스템은 사용자 신체 상의 하나 보다 많은 위치를 검사함으로써 하나보다 많은 함몰 변형을 계산할 수 있다는 것을 이해해야 한다. 시스템에 의해 검사되는 사용자 신체 상의 위치들은 사용자의 건강 관리 제공자로부터의 입력 또는 사용자(예를 들어, 환자)가 심각한 부종을 느끼는 영역에 대한 사용자의 평가에 기반하여 결정될 수 있다.

[0316] 1460 단계에서, 시스템은 생성된 기하학적 특성으로부터 함몰 스코어(PScore)를 결정할 수 있다. PScore는 환자가 겪고 있는 부종의 중증도에 대한 추정치이다. 시스템은 변형이 회복되는 깊이 및/또는 시간을, 현재 경험되고 있는 부종의 중증도와 상관시키는 다양한 함몰 스코어들 중의 임의의 것을 이용할 수 있다. 일 양태에서, 시스템은 추후 분석을 위해 의료 서비스 제공자 또는 의료 서비스 제공자의 시스템에 PScore를 전송할 수 있다.

[0317] 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 환자의 피부가 얼마나 빨리 함몰로부터 회복되는지 또는 "리바운드"하는지에 기반하여 부종을 평가할 수 있다. 예를 들어, 도 14를 참조하여 설명되는 프로세스는 초기에 만들어진 함몰의 크기를 평가하기 위한 제1 반복 동안에 수행될 수 있다. 환자는 주기적으로 또는 특정 시간(예를 들어, 10-40 초마다)에 추가 이미지 데이터를 캡처하도록 지시받을 수 있다.

- [0318] 일 양태에서, 시스템은 화상 분석을 수행하여 얼마나 빨리 함몰이 회복되는지를 평가할 수 있다. 이러한 분석은 환자가 모퍼블 모델에 변형을 가하는 것 없이 수집된 이미지 데이터에 기반하여 주기적으로(예를 들어, 10-40 초마다) 수행될 수 있다. 다른 양태에서, 시스템은 변형되지 않은 모퍼블 모델을 환자에게 주기적으로 제시할 수 있다. 환자는 이 모퍼블 모델에 환자가 현재 경험하고 있는 함몰 양을 나타내는 입력을 제공할 수 있다. 어느 경우이든, 시스템은 함몰에 대한 회복 비율을 결정할 수 있다. 이와 관련하여, 시스템은 부종의 중증도를 더 잘 평가하기 위해, 예를 들어, 함몰의 변화율(예를 들어, 회복 속도)을 계산할 수 있다.
- [0319] 이와 같이, 기하학적 특성, PScore 및/또는 회복 속도는 제2 단계 동안에 사용될 수 있는 시각적 특성의 예들이다.
- [0320] 도 15는 얼굴 특징들에 대한 이미지 분석의 예시적인 방법 1500을 나타낸다. 방법 1500은 도 1과 관련하여 설명된 아키텍처와 동일하거나 유사한 아키텍처를 사용하는 시스템에 의해 수행될 수 있다. 일 양태에서, 방법 1500은 도 2를 참조하여 설명된 제2 단계의 일부로서 수행될 수 있다. 도 15는 환자의 웰빙과 관련된 인간 감정의 범위를 분석 및 검출하기 위한 예시적인 프로세스를 도시한다.
- [0321] 방법 1500은 1505 단계에서 시작될 수 있으며, 여기서 시스템은 이미지 데이터를 캡처하도록 환자에게 프롬프트한다. 예를 들어, 본 개시에서 설명된 과정 1 분석을 수행하는 것에 기반하여, 시스템은 환자가 스트레스를 받고 있거나, 두려워하고 있거나, 통증을 느끼고 있는 등과 같은 감정 압력을 받고 있는 것으로 결정한다. 따라서, 시스템은 분석을 위해 환자의 얼굴 영상을 기록하도록 환자에게 프롬프트한다. 예를 들어, 시스템은 시스템의 전면 카메라 또는 다른 장치를 켜고 카메라를 환자의 얼굴 앞에 유지하도록 환자에게 지시할 수 있다. 시스템은 환자에게 기록을 시작하도록 지시한다.
- [0322] 일 양태에서, 시스템은 카메라 위치를 확정하기 위해(예를 들어, 환자의 얼굴이 이미지 데이터 내에 있음을 보장하기 위해) 얼굴 검출 데이터에 기반하여 피드백을 환자에게 제공할 수 있다. 카메라 위치가 확정되고 나면, 시스템은 카메라로부터 획득된 이미지 데이터에 기반하여 환자의 감정 압력 징후를 분석할 수 있다.
- [0323] 1510 단계에서, 시스템은 이미지 데이터를 수신한다. 시스템은 하나 이상의 컴퓨터 비전 기술(들)을 사용하여 이미지 데이터를 처리할 수 있다. 일 양태에서, 시스템은 얼굴 특징 검출 파이프라인을 통해 이미지 데이터를 분석한다. 시스템은 전술한 바와 같은 이미지 데이터의 품질을 분석할 수 있으며, 이미지 데이터가 정확한 분석을 위해 불충분한 품질을 갖는 것으로 판정되는 경우, 이미지 데이터를 다시 촬영하도록 사용자에게 프롬프트할 수 있다.
- [0324] 1515 단계에서, 시스템은 이미지 데이터 내에서 얼굴 검출을 수행할 수 있다. 시스템은 1510 단계에서 수신된 이미지 데이터 내에서 환자의 얼굴을 식별한다. 1520 단계에서, 시스템은 이미지 데이터 내에서 눈썹, 코, 입술 등과 같은 얼굴 표식의 위치를 검출할 수 있다. 일 실시 예에서, 시스템은 고급 기계 학습 및 분류 기술들과 함께 HOG 디스크립터들 및 다른 저레벨 비전 특징들을 결합할 수 있는 다양한 방법들 중 임의의 것을 사용하여 얼굴 표식 검출을 수행한다. 1525 단계에서, 시스템은 이들 얼굴 표식을 이용하여 국부적 얼굴 영역 추출을 수행할 수 있다. 시스템은 얼굴 표식들과 관련된 강도 변화에 대하여 국부적 얼굴 영역들을 분석할 수 있다.
- [0325] 1530 단계에서, 시스템은 국부적 얼굴 영역들을 분류할 수 있다. 일 양태에서, 시스템은 국부적 얼굴 영역들의 강도를, 저장된 예측 모델들과 비교할 수 있다.
- [0326] 일 실시 예에서, 예측 모델들은 다양한 레벨의 감정 압력하에 있는 광범위한 환자의 얼굴 영역들을 분석함으로써 생성될 수 있다. 예를 들어 통증, 스트레스 및 두려움과 같은 인간의 감정을 예측하는 예측 모델들이 구축될 수 있다. 또한, 행복, 흥분, 차분함 등의 인간의 감정을 예측하는 예측 모델들이 구축될 수도 있다. 일 양태에서, 예측 모델들은 얼굴간 특징 및 피부 색상 변화의 변형을 평가한다.
- [0327] 예를 들어, 예측 모델들을 생성하는 일환으로서, 다수 환자의 국부적 얼굴 영역들에 대한 기준 데이터베이스의 국부적 얼굴 영역들의 데이터를, "고통받는 환자", "스트레스받는 환자", "두려움에 잠긴 환자" 등과 같은 카테고리에 기반하여 그룹핑한다. 이러한 각각의 감정 상태들에 대해, 데이터가 그룹핑되어 특정 클래스에 속하는 것으로 라벨링된다. 기준 데이터베이스에 있는 환자의 처리되어진 국부적 얼굴 영역들로부터 추출되는 특징 표현으로부터 차별적 멀티-클래스 분류기(예를 들어, 감정 상태 분류기)가 구축된다. 일 양태에서는, 지원 벡터 머신과 같은 차별적 분류기가 n-폴드(n-fold) 교차 검증으로 광범위한 환자로부터의 데이터에 대해 훈련된다. 교차 검증 과정 동안에, 최적의 분류 파라미터들을 얻기 위해 파라미터들이 조정된다. 훈련된 예측 모델은 동작 중에 예측을 제공하도록 나중에 사용하기 위해서 시스템에 저장될 수 있다.

- [0328] 따라서, 동작 중에, 예를 들어 방법 1500의 수행 중에, 예측 모델들이 적용되어 환자가 스트레스, 공포 및/또는 통증을 경험하고 있을 가능성을 결정한다. 다른 실시 예에서, 시스템은 환자의 이력을 예측 모델들과 조합하여 사용함으로써 환자가 스트레스를 받고 있거나, 두려워하고 있거나, 통증을 가지고 있을 가능성을 결정할 수 있다. 예를 들어, 동작 중에, 시스템은 환자로부터의 이미지 데이터의 얼굴 영역들을 처리하여, 상기한 바와 같이 국부적 얼굴 영역들을 추출한다. 시스템은 국부적 얼굴 영역들을, 감정 상태 분류기를 통과하게 되는 특징 벡터들로 변환할 수 있다.
- [0329] 일 실시 예에서, 시스템은 바이오 센서와 함께 또는 바이오 센서 단독만을 사용하여 통증, 스트레스, 두려움 및/또는 긍정적인 기분과 같은 상태를 검출할 수 있다. 바이오 센서는 ANS 각성을 반영하는 지표들(예를 들어, 본 개시에서 설명된 바와 같은 것들)을 사용하여 사용자의 정신생리학적 상태를 측정하는 임의의 공지된 접근 방식의 사용을 포함할 수 있다.
- [0330] 1535 단계에서, 시스템은 본 개시에서 설명된 바와 같이 시스템에 의해 획득된 예측 모델들 및/또는 다른 메타 정보로부터의 출력을 사용하여, 감정적 안정성 지수(emotional stability quotient, ESQ)를 계산할 수 있다. 하나 이상의 실시 예들에서, 시스템은 주어진 시간 프레임 동안 환자의 감정 압력 레벨을 정확하게 추적하기 위해, 대규모 기계 학습 및/또는 일시적 필터링을 통합할 수 있는, 예측 모델을 사용할 수 있다.
- [0331] 일 실시 형태에서는, 시스템이 미가공 결정 스코어(예를 들어, 분류기 초평면으로부터의 거리)를 사용하며, 이 미가공 결정 스코어를 사용하여 각각의 감정 상태의 정도를 결정한다. 이와 같이, 시스템은 감정 상태의 결합 분포(joint distribution)를 모델링할 수 있다. 감정 상태의 결합 분포는 감정 압력의 중증도를 결정하는데 사용되는 결정 시스템의 기초가 될 수 있다. 예를 들어, ESQ를 사용하여 원격 건강관리 전문가나 응급 서비스에 의해 프롬프트되는 개입 수준을 추정하기 위한 피드백을 제공할 수 있다. ESQ는 ANS에 관한 기존 데이터와 결합될 시에 분류를 돕는데 사용될 수 있다. 또한, ANS와 결합되는 ESQ를 사용하여 긍정 오류를 배제할 수 있다.
- [0332] 1540 단계에서, 시스템은 스코어 융합(score fusion)을 수행한다. 일 양태에서, 감정 상태 분류기를 실행할 시에, 시스템은 감정 상태 분류기가 훈련되는 감정 상태 각각에 대한 예측을 제공할 수 있다. 예를 들어, 감정 상태 분류기는 환자가 20%의 두려움, 20%의 스트레스, 60%의 통증을 갖고 있을 가능성이 있는 것으로 나타낼 수 있다. 일 양태에서, 시스템은 인입(incoming) 특징 벡터와 초평면 사이의 거리를 분류기의 분류 신뢰도로서 사용하여 예측을 계산한다. 또 다른 양태에서, 시스템은 다수 투표법(majority voting)을 사용하여 예측 라벨(즉, 주어진 이미지 데이터가 스트레스/통증 또는 두려움이 있는 개인을 포함하는지의 여부를 결정하는 예측 카테고리)을 할당할 수 있다.
- [0333] 이와 같이, 1530 단계에서 결정된 분류, ESQ, 스코어 융합으로부터의 예측 등은 제2 단계 동안 사용될 수 있는 시각적 특성의 예이다.
- [0334] 제1 단계와 관련된 다양한 생물학적 상태 및 제2 단계의 일부로서 수행되는 이미지 분석에 대하여 설명하였지만, 시스템은 도 2의 230 단계에 도시된 바와 같이 환자의 심부전이 악화되고 있는지를 결정할 수 있다. 시스템은 환자가 부종을 앓고 있다는 결정만으로, 환자가 동공 확장을 보인다는 결정(예를 들어, 기준치로부터 동공 확장의 편차)만으로, 환자가 감정 압력을 받고있다는 결정(최소 양의 두려움, 스트레스 및/또는 통증 조합을 경험하고 있음)만으로, 또는 환자가 피부 변색을 보인다는 결정만으로, 이러한 결정에 기반하여 환자의 심부전이 악화되고 있다는 결정이 이루어질 수 있도록 조정될 수 있음을 이해해야 한다.
- [0335] 다른 양태에서, 시스템은 이미지 분석으로부터의 4가지 결정(부종, 동공 확장, 감정적 압력, 피부 변색의 존재) 중 임의의 2가지를 프롬프트하도록 조정될 수 있다. 다른 양태에서, 시스템은 이미지 분석으로부터의 4가지 결정 중 임의의 3가지를 프롬프트하도록 조정될 수 있다. 다른 양태에서, 시스템은 환자의 심부전이 악화되고 있는 것으로 결정하기 위해 4가지 결정 모두가 이루어질 것을 프롬프트하도록 조정될 수 있다. 환자에게서 발견되는 부종, 동공 확장 및 감정적 압력과 같은 더 많은 수의 항목들이 환자의 심부전이 악화되었다는 결정에 더 큰 정확성을 부여한다는 것을 이해해야 한다.
- [0336] 다양한 실시 예에 따르면, 심부전을 평가하기 위한 방법은 프로세서를 사용하여, 센서로부터 획득된 환자의 센서 데이터를 처리하여, 생물학적 상태를 검출하는 과정과(이 생물학적 상태는 정신생리학적 건강 및 심장 건강을 나타냄), 프로세서를 사용하여 센서 데이터로부터 생물학적 상태를 검출함에 대응하여 이미지 데이터를 수신하는 과정과, 프로세서를 사용하여 이미지 데이터로부터 시각적 특성을 검출하는 과정과(이 시각적 특성은 심장 건강을 나타냄), 또한 시각적 특성을 검출함에 대응하여, 프로세서를 사용하여 환자가 심부전 악화를 겪고 있다는 표시를 제공하는 과정을 포함한다.

- [0337] 일 예에서, 시각적 특성은 부종을 나타낸다.
- [0338] 다른 예에서, 시각적 특성은 환자의 눈의 크기를 나타낸다.
- [0339] 또 다른 예에서, 상기 방법은 센서 데이터로부터 검출된 환자의 활동에 기반하여 부종의 후보로서 환자의 신체 부위를 결정하는 과정과, 신체 부위의 이미지 데이터를 캡처하도록 환자에게 프롬프트하는 과정을 더 포함한다.
- [0340] 또 다른 예에서, 상기 방법은 이미지 데이터로부터 환자의 신체 부위의 모퍼블 모델을 생성하는 과정과, 입력에 의해 지정되는 모퍼블 모델에 대한 변형에 기반하여 신체 부위의 함몰의 기하학적 특성을 결정하는 과정을 더 포함한다.
- [0341] 또 다른 예에서, 시각적 특성은 피부색을 포함한다.
- [0342] 또 다른 예에서, 시각적 특성은 동공 확장을 포함한다.
- [0343] 또 다른 예에서, 시각적 특성은 감정 상태를 나타내는 환자의 얼굴 특징을 포함한다.
- [0344] 또 다른 예에서, 생물학적 상태는 심박수 변동부전을 포함한다.
- [0345] 또 다른 예에서, 생물학적 상태는 호흡 임계 값의 저하를 포함한다.
- [0346] 또 다른 예에서, 생물학적 상태는 스트레스를 포함한다.
- [0347] 또 다른 예에서, 생물학적 상태는 우울증을 포함한다.
- [0348] 다양한 실시 예들에 따르면, 사용자의 중증도 레벨을 평가하기 위한 방법은 사용자의 신체의 선택된 부위에 대한 이미지 데이터에 기반하여 모퍼블 모델을 생성하는 과정과, 생성된 모퍼블 모델에 대하여 사용자가 지정한 변형에 대한 입력을 얻는 과정과, 입력에 기반하여 사용자의 신체의 중증도 레벨을 결정하는 과정을 포함한다.
- [0349] 다른 예에서, 사용자가 지정한 변형은 사용자의 신체의 선택된 부위에 의해 경험하고 있는 함몰을 나타낸다.
- [0350] 또 다른 예에서, 중증도 레벨을 결정하는 것은 사용자의 함몰을 모사(replicating)함으로써 모퍼블 모델을 변환(transform)하는 것과, 변환된 모퍼블 모델의 변화에 기반하여 사용자의 신체의 중증도 레벨을 결정하는 것을 포함한다.
- [0351] 또 다른 예에서, 상기 방법은 모퍼블 모델에 대한 입력을 요청하기 위한 통지를 사용자에게 제공하는 과정을 더 포함한다.
- [0352] 하나 이상의 다른 실시 예들에서는, 본 개시에서 설명된 이미지 처리 기술들 중의 하나 이상의 것이 도 2를 참조하여 설명된 방법과 독립적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 도 12, 도 13, 도 14 및/또는 도 15와 관련하여 본 개시에서 설명된 예시적인 방법들은 경우에 따라 부종, 동공 확장, 감정 상태, 및/또는 피부 변색을 검출, 측정 및/또는 평가하기 위해 독립적으로 또는 서로 조합되어 수행될 수 있다. 따라서, 상기 방법들은 그렇게 행하도록 하는 수신 명령에 대응하여 및/또는 다른 트리거링 이벤트에 대응하여 수행될 수 있다.
- [0353] 본 개시에서 사용되는 용어는 특정 실시 예들만을 설명하기 위한 것이지, 제한하려는 것이 아니다. 그럼에도 불구하고, 본 명세서 전반에 걸쳐 적용되는 몇 가지 정의가 이제 제시될 것이다.
- [0354] 본 개시에서 정의되는 단수 형태 "일" 및 "그"는, 문맥이 명백하게 달리 지시하지 않는다면, 복수 형태를 포함하는 것으로 의도된다. 본 명세서에 정의되는 용어 "적어도 하나", "하나 이상", 그리고 "및/또는"은 명시적으로 달리 언급되지 않는다면, 결합 동작 및 분리 동작 양쪽 모두인 개방형 표현이다. 예를 들어, "A, B 및 C 중 적어도 하나", "A, B 또는 C 중 적어도 하나", "A, B 및 C 중 하나 이상", "A, B 또는 C 중 하나 이상", 및 "A, B 및/또는 C"는 A 단독, B 단독, C 단독, A 및 B 모두, A 및 C 모두, B 및 C는 모두, 또는 A, B 및 C 모두를 의미한다.
- [0355] 본 개시에서 정의되는 용어 "자동으로"는 환자 개입이 없이는 것을 의미한다.
- [0356] 본 개시에서 정의되는 용어 "컴퓨터 판독가능 저장 매체"는 명령 실행 시스템, 장치 또는 디바이스에 의해 또는 그와 연결되어 사용하기 위한 프로그램 코드를 포함하거나 저장하는 저장 매체를 의미한다. 본 개시에서 정의되는 "컴퓨터 판독가능 저장 매체"는 일시적인 전파 신호 그 자체가 아니다. 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 전자 저장 장치, 자기 저장 장치, 광학 저장 장치, 전자기 저장 장치, 반도체 저장 장치 또는 이들의 임의의 적절한 조합일 수 있으며, 이에 한정되지 않는다. 본 개시에서 설명되는 메모리 요소들은 컴퓨터 판독가능 저장 매체의 예들이다. 컴퓨터 판독가능 저장 매체의 보다 구체적인 예들에 대한 비한정적인 리스트는 휴대용 컴퓨터

디스켓, 하드 디스크, RAM(random access memory), ROM(read-only memory), 소거 가능 프로그래머블 판독 전용 메모리(EPROM 또는 플래시 메모리), SRAM(Static Random Access Memory), 휴대용 CD-ROM(compact disc read-only memory), DVD(digital versatile disk), 메모리 스틱, 플로피 디스크 등을 포함할 수 있다.

[0357] 본 개시에서 정의되는 용어 "일 실시 예", "실시 예", 또는 이와 유사한 언어는 그 실시 예와 관련하여 설명된 특정한 특징, 구조 또는 특성이 본 개시에서 설명된 적어도 하나의 실시 예에 포함됨을 의미한다. 따라서, 본 개시 전반에 걸쳐 "일 실시 예에서", "실시 예에서"와 같은 문구 및 이와 유사한 언어의 출현은 모두 동일한 실시 예를 지칭할 수 있지만, 반드시 그런 것은 아니다. "실시 예" 및 "구성"이라는 용어는 본 개시에서 상호 교환적으로 사용된다.

[0358] 본 개시에서 정의되는 용어 "프로세서"는 프로그램 코드에 포함된 명령들을 수행하도록 구성된 적어도 하나의 하드웨어 회로를 의미한다. 하드웨어 회로는 집적 회로일 수 있다. 프로세서의 예로는 중앙 처리 장치(CPU), 어레이 프로세서, 벡터 프로세서, 디지털 신호 프로세서(DSP), 필드 프로그래머블 게이트 어레이(FPGA), 프로그래머블 로직 어레이(PLA), 주문형 집적 회로(ASIC), 프로그래머블 로직 회로 및 제어기를 포함한다.

[0359] 본 개시에서 정의되는 용어 "실시간"은 사용자 또는 시스템이 특정 프로세스 또는 결정을 내리기에 충분히 즉각적으로 감지하거나, 프로세서가 일부 외부 프로세스에 따를 수 있게 하는 응답 처리 수준을 의미한다.

[0360] 본 개시에서 정의되는 용어 "환자"는 어떤 상태에 대한 치료를 받고 있는 인간을 의미한다. 일 양태에서, 환자는 심부전증을 가진 인간이다. 본 개시에서 정의되는 용어 "사용자"는 인간을 의미한다.

[0361] 제1, 제2 등의 용어는 본 개시에서 다양한 요소를 설명하기 위해 사용될 수 있다. 달리 언급되지 않는 한 또는 그 문맥이 달리 명시하지 않는 한 이들 용어는 하나의 요소를 구별짓기 위해서만 사용되는 것이므로, 이들 용어에 의해 제한되지 않아야 한다.

[0362] 컴퓨터 프로그램 제품은 프로세서로 하여금 본 발명의 양태들을 수행하게 하기 위한 컴퓨터 판독가능 프로그램 명령들을 갖는 컴퓨터 판독가능 저장 매체(또는 매체들)를 포함할 수 있다. 본 개시에서, "프로그램 코드"라는 용어는 "컴퓨터 판독가능 프로그램 명령"이라는 용어와 상호 교환적으로 사용된다. 본 개시에서 설명된 컴퓨터 판독가능 프로그램 명령들은 컴퓨터 판독가능 저장 매체로부터 반응적 컴퓨팅/프로세싱 장치들로 다운로드되거나 또는 네트워크, 예를 들어 인터넷, LAN, WAN 및/또는 무선 네트워크를 통해 외부 컴퓨터 또는 외부 저장 장치로 다운로드될 수 있다. 네트워크는 동 전송 케이블, 광 전송 섬유, 무선 전송 라우터, 방화벽, 스위치, 게이트웨이 컴퓨터 및/또는 에지 서버를 비롯한 에지 장치를 포함할 수 있다. 각각의 컴퓨팅/프로세싱 장치 내의 네트워크 어댑터 카드 또는 네트워크 인터페이스는 네트워크로부터 컴퓨터 판독가능 프로그램 명령들을 수신하고, 각각의 컴퓨팅/프로세싱 장치 내의 컴퓨터 판독가능 저장 매체에 저장하기 위해 컴퓨터 판독가능 프로그램 명령들을 전송한다.

[0363] 본 개시에서 설명된 발명 구성에 대한 동작들을 수행하기 위한 컴퓨터 판독가능 프로그램 명령은 어셈블리 명령, ISA(instruction-set-architecture) 명령, 기계 명령, 기계 의존 명령, 마이크로코드, 펌웨어 명령, 또는 소스 코드 또는 객체 지향 프로그래밍 언어 및/또는 절차적 프로그래밍 언어를 비롯한 하나 이상의 프로그래밍 언어의 임의의 조합으로 기록된 오브젝트 코드일 수 있다. 컴퓨터 판독가능 프로그램 명령은 상태-설정 데이터를 명시할 수 있다. 컴퓨터 판독가능 프로그램 명령은 환자의 컴퓨터 상에서 전체적으로 실행되거나, 독립형 소프트웨어 패키지로써 부분적으로 환자의 컴퓨터 상에서 실행되거나, 부분적으로는 환자의 컴퓨터 상에 그리고 부분적으로는 원격 컴퓨터 상에 또는 전체적으로 원격 컴퓨터 또는 서버 상에서 실행될 수도 있다. 후자의 시나리오에서, 원격 컴퓨터는 LAN 또는 WAN을 포함하는 임의의 유형의 네트워크를 통해 환자의 컴퓨터에 접속될 수 있거나 또는 외부 컴퓨터에 접속될 수 있다(예를 들어, 인터넷 서비스 제공자(internet service provider)를 사용하여 인터넷을 통해). 일부 경우들에 있어서, 예를 들어, 프로그래머블 로직 회로, FPGA 또는 PLA를 포함하는 전자 회로는, 본 개시에서 설명된 발명 구성들의 양태들을 수행하도록, 전자 회로를 개인화하는 컴퓨터 판독가능 프로그램 명령의 상태 정보를 이용함으로써 컴퓨터 판독가능 프로그램 명령을 실행할 수 있다.

[0364] 본 발명 구성의 특정 양태들은 방법, 장치(시스템) 및 컴퓨터 프로그램 제품의 흐름도 및/또는 블록도를 참조하여 여기에 설명된다. 흐름도 및/또는 블록도들의 각 블록, 및 흐름도 및/또는 블록도들의 블록들의 조합은 컴퓨터 판독가능 프로그램 명령, 예를 들어, 프로그램 코드에 의해 구현될 수 있음을 이해할 것이다.

[0365] 이들 컴퓨터 판독가능 프로그램 명령은 컴퓨터, 특수 목적 컴퓨터 또는 다른 프로그래밍 가능한 데이터 프로세싱 장치의 프로세서에 제공됨으로써, 컴퓨터 또는 다른 프로그래밍 가능한 데이터 프로세싱 장치의 프로세서를 통해 실행되는 명령들이 흐름도 및/또는 블록도 블록 또는 블록들에 지정된 기능들/동작들을 구현하도록 하는

머신을 생성할 수 있다. 이러한 방식으로, 프로세서를 프로그램 코드 명령들에 동작 가능하게 커플링시키면 프로세서의 머신이 그 프로그램 코드의 명령들을 수행하는 특수 목적 머신으로 변환된다. 이들 컴퓨터 관독가능 프로그램 명령은 또한 컴퓨터, 프로그래밍 가능한 데이터 프로세싱 장치 및/또는 다른 장치가 특정 방식으로 기능하도록 지시할 수 있는 컴퓨터 관독가능 저장 매체에 저장될 수 있으며, 내부에 명령들이 저장되는 이러한 컴퓨터 관독가능 저장 매체는 흐름도 및/또는 블록도 블록 또는 블록들에 지정된 동작들의 양태들을 구현하는 명령들을 포함하는 제조 물품을 포함한다.

[0366] 또한, 컴퓨터로 관독가능 프로그램 명령은 컴퓨터, 다른 프로그래밍 가능 데이터 프로세싱 장치 또는 다른 장치 상에 로딩됨으로써, 일련의 동작들이 컴퓨터, 다른 프로그래밍 가능 장치 또는 다른 디바이스 상에서 수행되어 컴퓨터 구현 프로세스를 생성하게 할 수 있으며, 이러한 컴퓨터, 다른 프로그래밍 장치, 또는 다른 디바이스 상에서 실행되는 명령들은 흐름도 및/또는 블록도 블록 또는 블록들에 지정된 기능들/동작들을 구현한다.

[0367] 다양한 실시 예에 따르면, 심부전을 평가하기 위한 프로그램 코드가 저장된 컴퓨터 관독가능 저장 매체를 포함하는 컴퓨터 프로그램 제품이 제공된다. 동작들을 수행하도록 프로세서에 의해 실행 가능한 프로그램 코드는 센서로부터 획득된 환자의 센서 데이터를 처리하여, 생물학적 상태를 검출하는 동작과(이 생물학적 상태는 정신 생리학적 건강 및 심장 건강을 나타냄), 센서 데이터로부터 생물학적 상태를 검출함에 대응하여 이미지 데이터를 수신하는 동작과, 이미지 데이터로부터 시각적 특성을 검출하는 동작과(이 시각적 특성은 심장 건강을 나타냄), 또한 시각적 특성을 검출함에 대응하여, 환자가 심부전 악화를 겪고 있다는 표시를 제공하는 동작을 포함한다.

[0368] 일 예에서, 시각적 특성은 부종을 나타낸다.

[0369] 다른 예에서, 시각적 특성은 환자의 눈의 크기를 나타낸다.

[0370] 또 다른 예에서, 프로그램 코드는 센서 데이터로부터 검출된 환자의 활동에 기반하여 부종의 후보로서 환자의 신체 부위를 결정하는 동작과, 신체 부위의 이미지 데이터를 캡처하도록 환자에게 프롬프트하는 동작을 더 포함하는 동작들을 수행하도록 프로세서에 의해 실행될 수 있다.

[0371] 또 다른 예에서, 프로그램 코드는 이미지 데이터로부터 환자의 신체 부위의 모퍼블 모델을 생성하는 동작과, 입력에 의해 지정되는 모퍼블 모델에 대한 변형에 기반하여 신체 부위의 함몰의 기하학적 특성을 결정하는 동작을 더 포함하는 동작들을 수행하도록 프로세서에 의해 실행될 수 있다.

[0372] 또 다른 예에서, 시각적 특성은 피부색을 포함한다.

[0373] 또 다른 예에서, 시각적 특성은 동공 확장을 포함한다.

[0374] 또 다른 예에서, 시각적 특성은 감정 상태를 나타내는 환자의 얼굴 특징을 포함한다.

[0375] 또 다른 예에서, 생물학적 상태는 심박수 변동부전을 포함한다.

[0376] 또 다른 예에서, 생물학적 상태는 호흡 임계 값의 저하를 포함한다.

[0377] 또 다른 예에서, 생물학적 상태는 스트레스를 포함한다.

[0378] 또 다른 예에서, 생물학적 상태는 우울증을 포함한다.

[0379] 도면의 흐름도 및 블록도는 본 발명 구성의 다양한 양태들에 따른 시스템, 방법 및 컴퓨터 프로그램 제품의 가능한 구현예의 구조, 기능 및 동작을 도시한다. 이와 관련하여, 흐름도 또는 블록도 내의 각 블록은 지정된 동작들을 구현하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 명령들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 명령의 일부를 나타낼 수 있다. 일부 다른 구현 예들에서는, 단계들에서 언급된 동작들이 도면들에서 언급된 순서를 벗어나 발생할 수도 있다. 예를 들어, 연속적으로 도시된 두 개의 블록들이 실질적으로 동시에 수행될 수 있으며, 또는 관련된 기능에 따라 이 블록들이 때때로 역순으로 실행될 수도 있다. 또한, 블록도 및/또는 흐름도의 각각의 블록, 및 블록도 및/또는 흐름도의 블록들의 조합은 지정된 기능들 또는 동작들을 수행하거나 또는 특수 목적 하드웨어 및 컴퓨터 명령들의 조합들을 수행하는 특수 목적 하드웨어 기반 시스템에 의해 구현될 수 있음을 알 것이다.

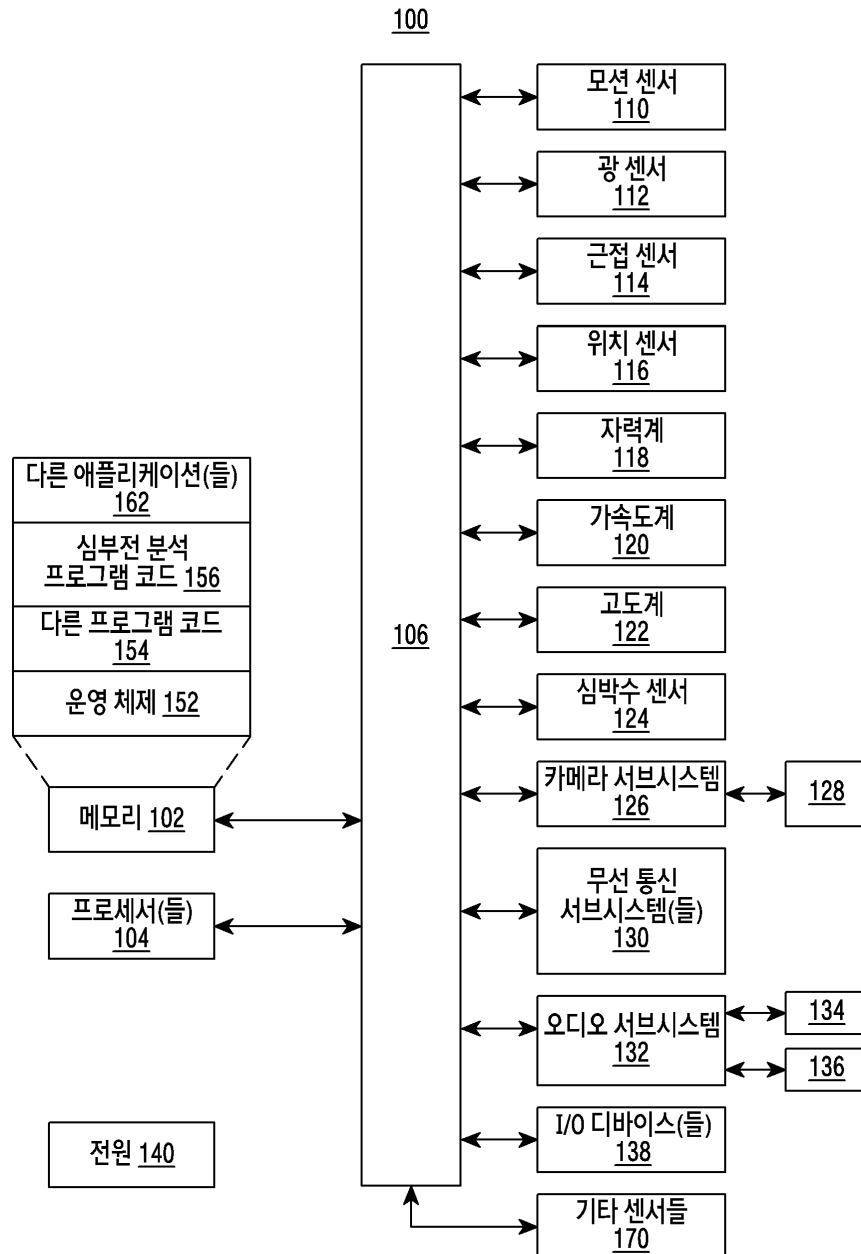
[0380] 아래의 청구범위에서 발견될 수 있는 모든 수단 또는 과정과 기능 요소의 대응하는 구조, 재료, 동작 및 등가물은 구체적으로 청구된 다른 청구 요소들과 조합하여 기능을 수행하기 위한 임의의 구조, 재료 또는 동작을 포함하는 것으로 의도된다.

[0381]

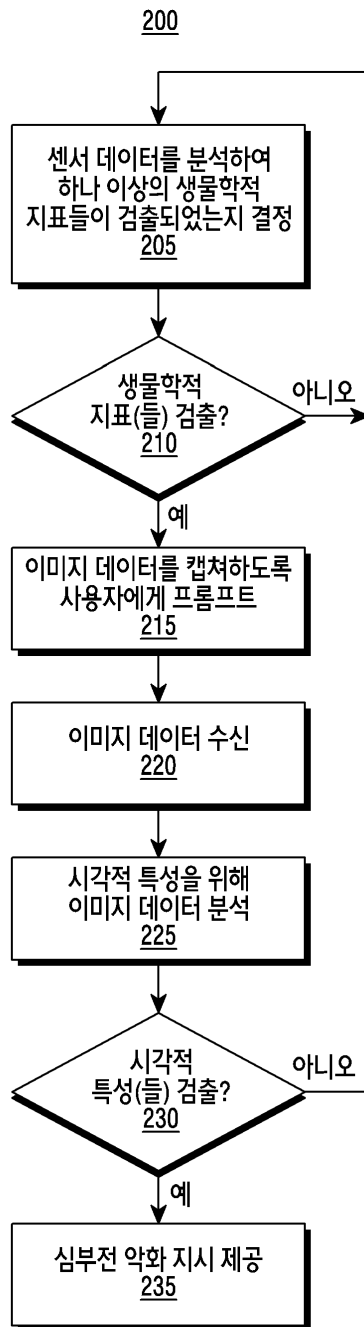
본 명세서에 제공된 실시 예들의 설명은 예시의 목적을 위한 것이지 완전한 것으로 의도되지 않으며, 본 개시된 형태 및 실시 예로 한정되지 않는다. 본 개시에서 사용된 용어는 발명 구성의 원리, 시장에서 발견되는 기술에 대한 실제 적용 또는 기술적 개선을 설명하고 및/또는 당업자가 본 명세서에 개시된 실시 예들을 이해할 수 있도록 선택되었다. 본 발명 구성의 범위 및 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서의 수정 및 변형이 당업자에게는 명백할 수 있다. 따라서, 전술한 개시 이외의 이러한 특징 및 구현의 범위를 나타내는 이하의 청구범위가 참조되어야 한다.

도면

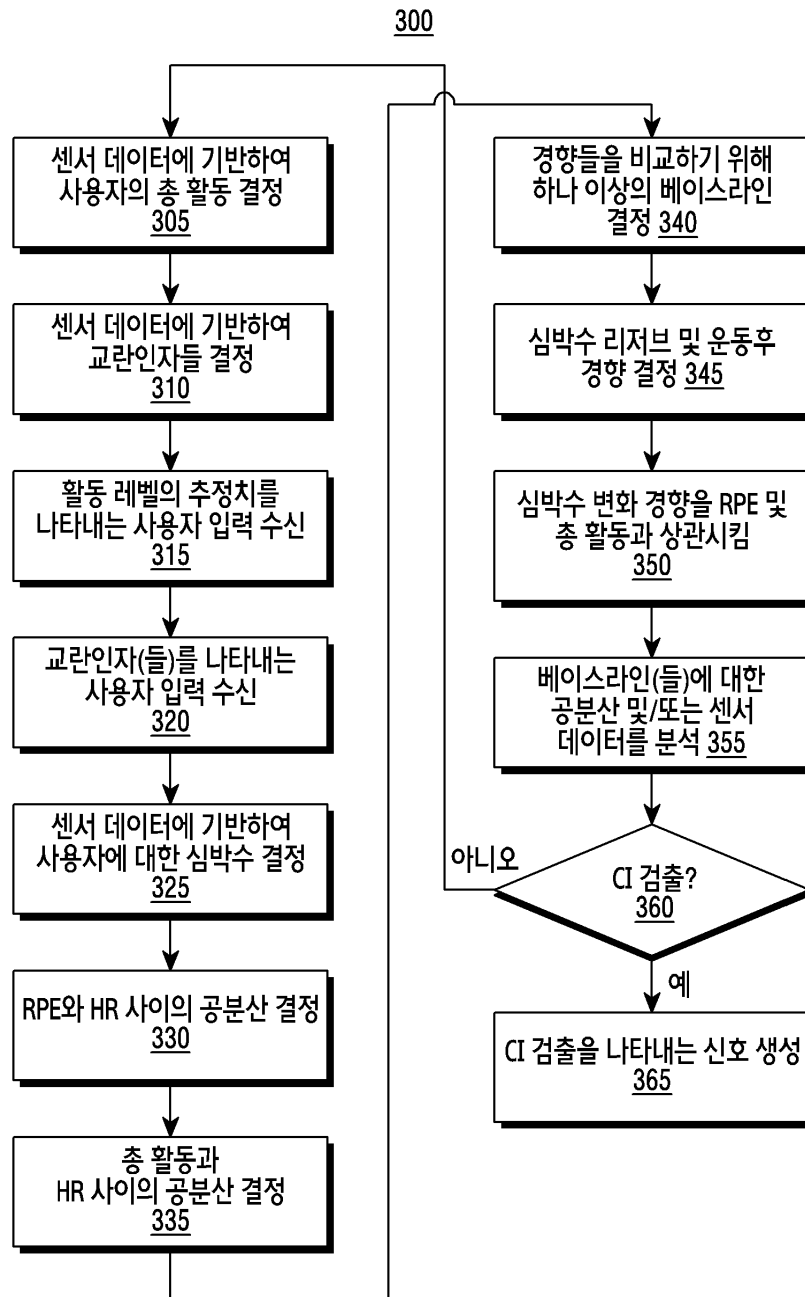
도면1



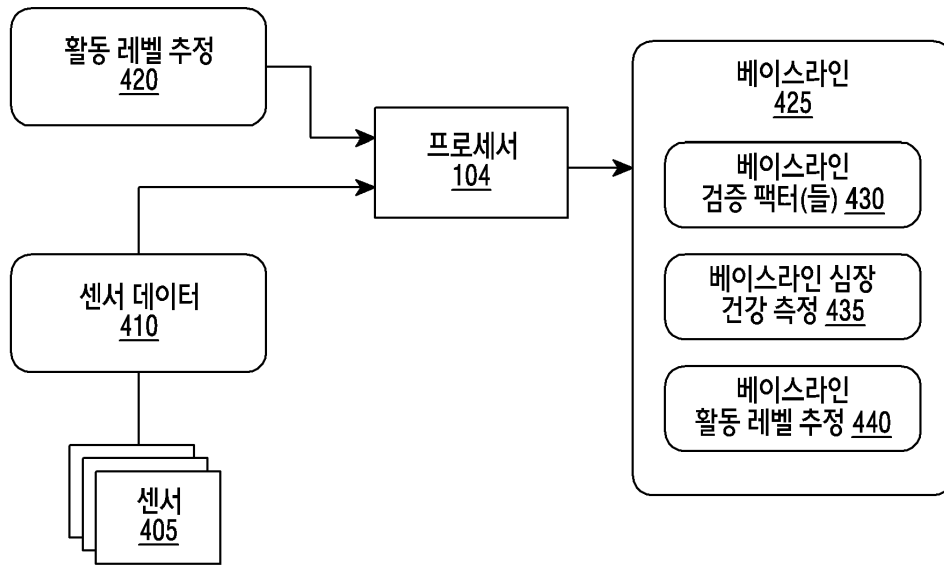
도면2



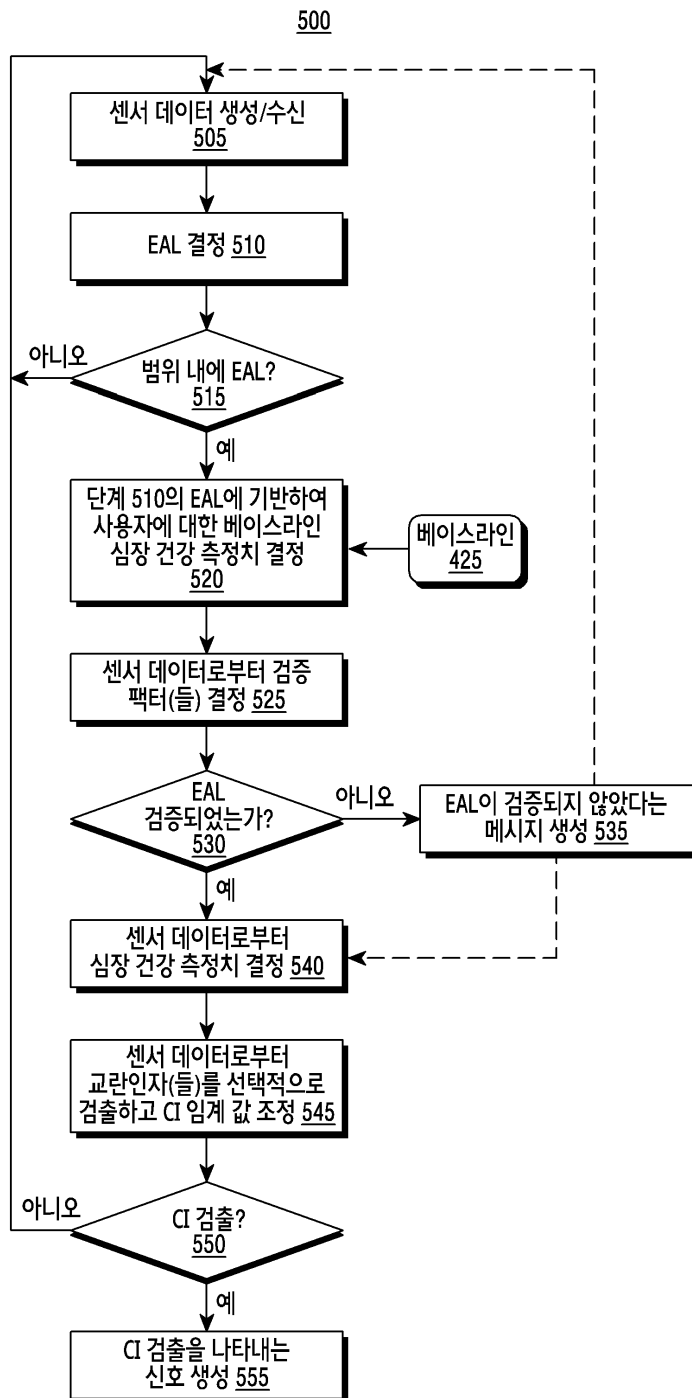
도면3



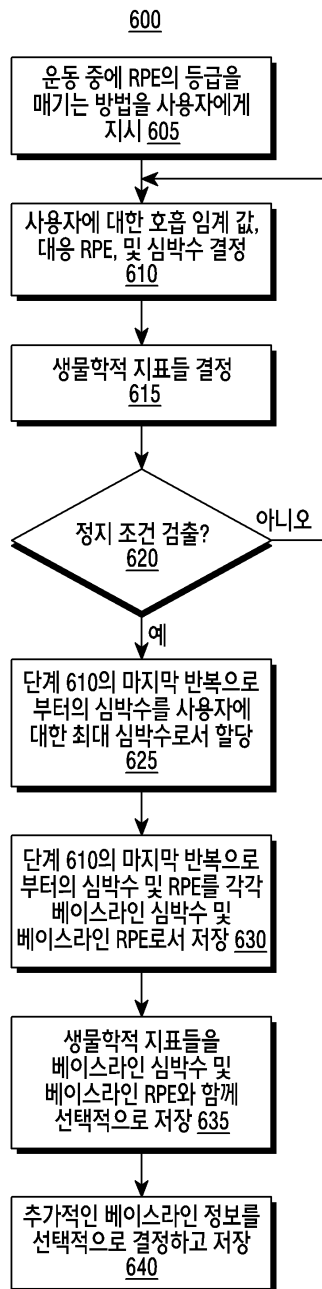
도면4



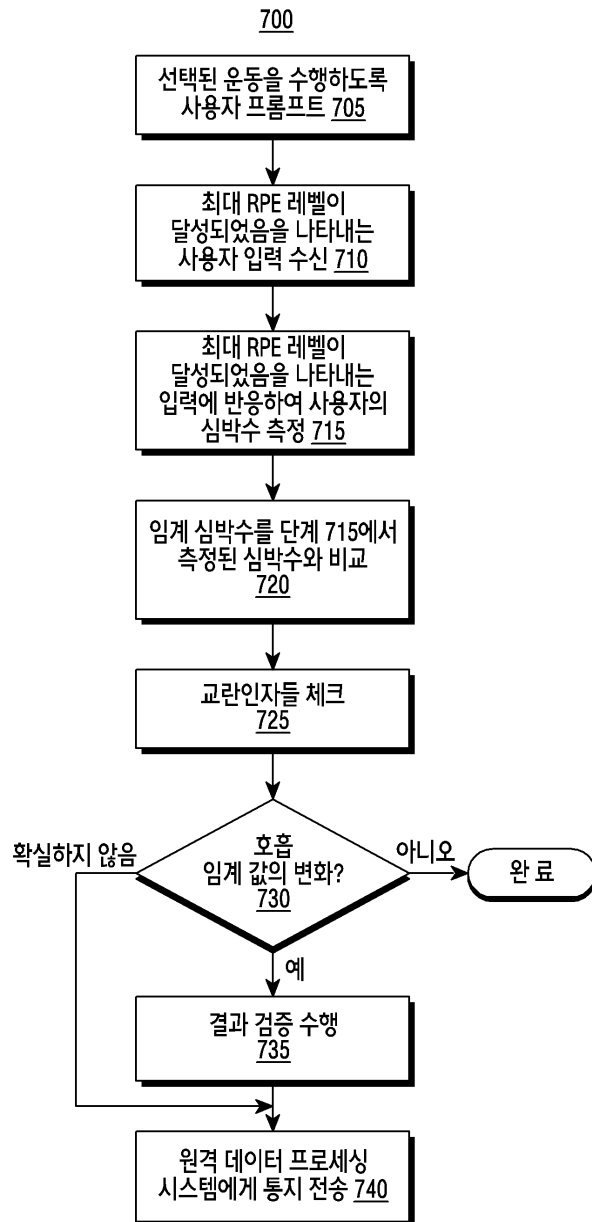
도면5



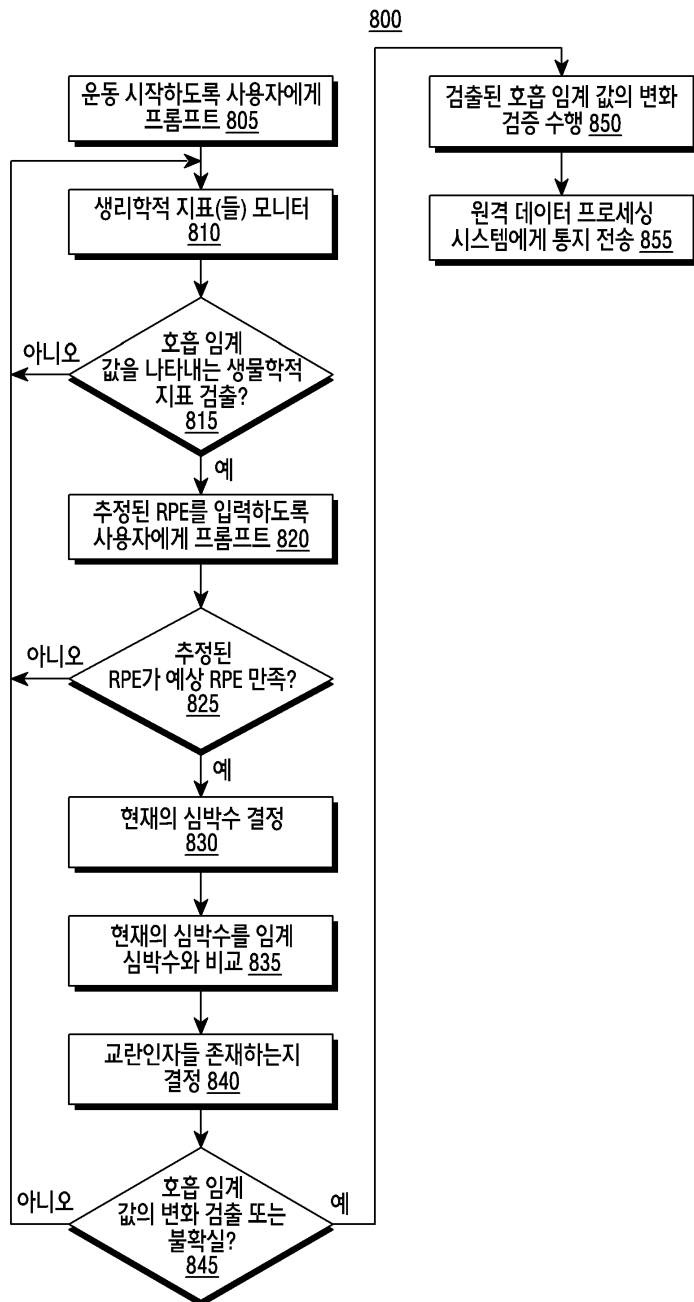
도면6



도면7



도면8



도면9

900

다음 문제들에 의해 방해를 받았는가?

1. 어떤 일을 하는데 흥미나 즐거움을 느끼지 못함

예

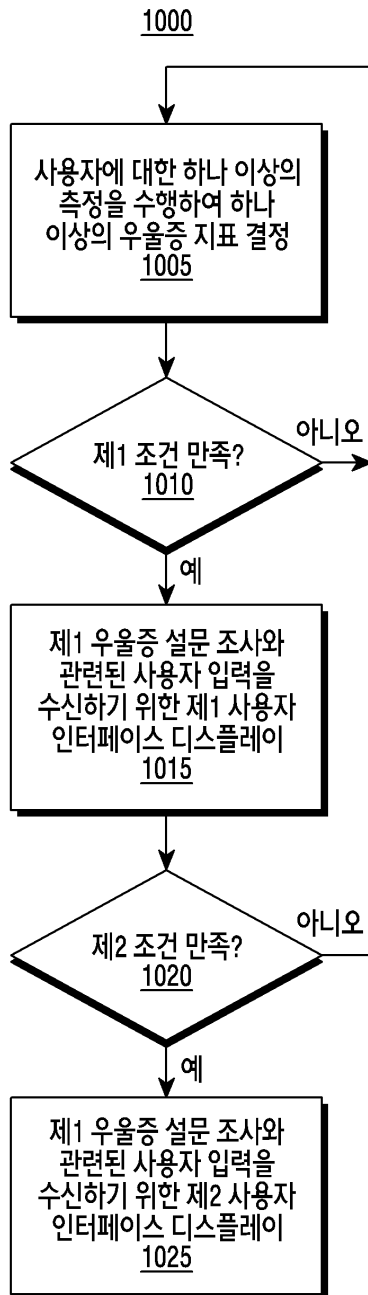
아니오

2. 기분이 가라앉거나, 우울하거나, 희망이 없음

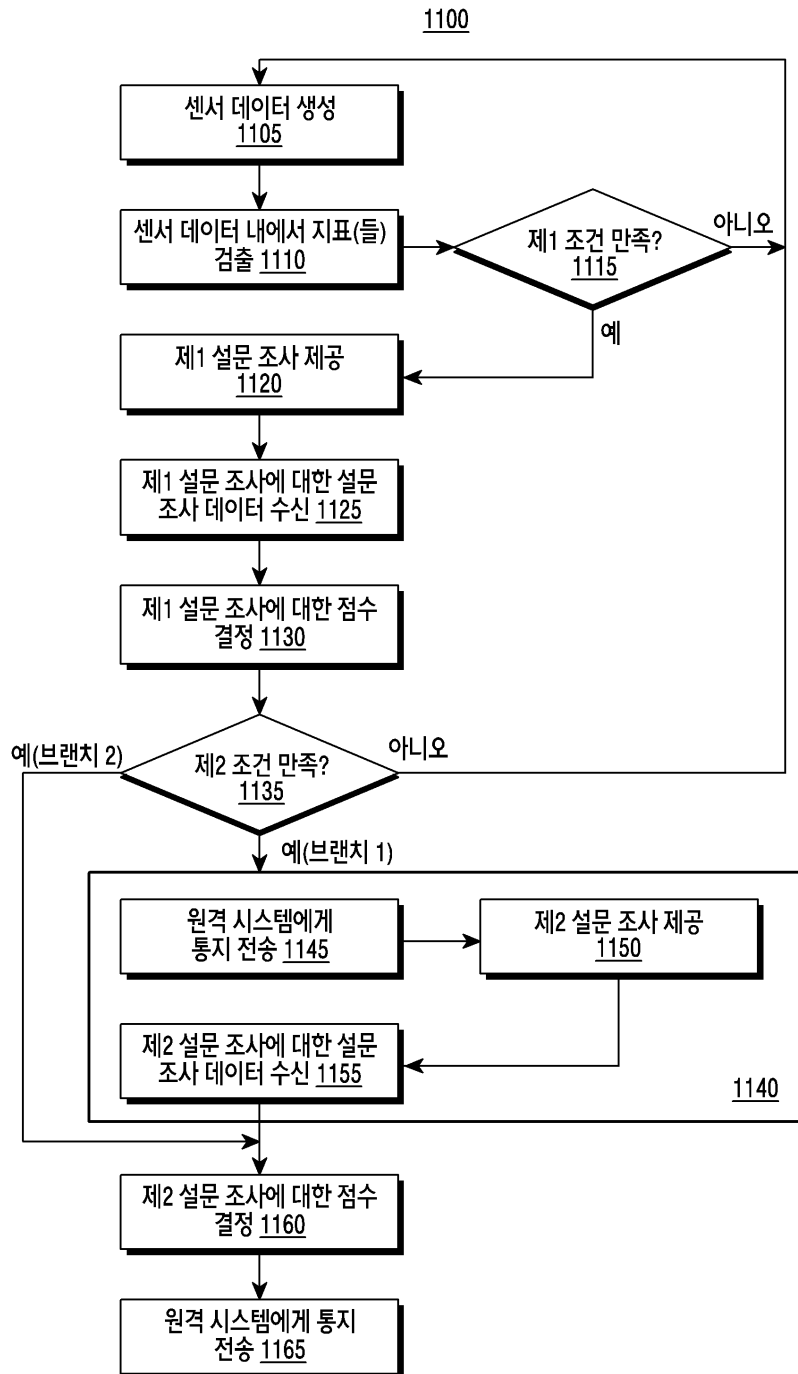
예

아니오

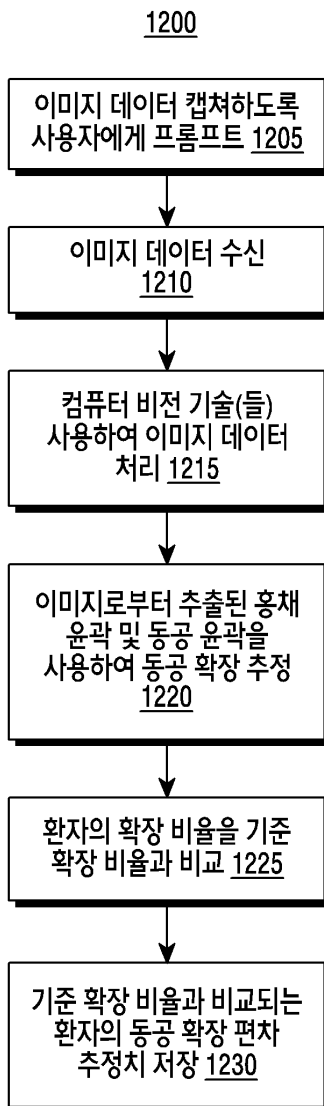
도면10



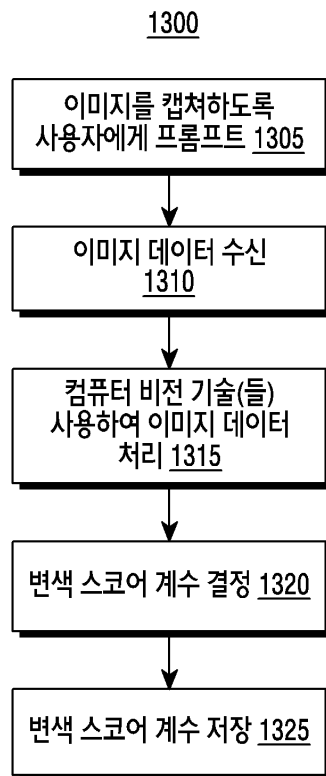
도면11



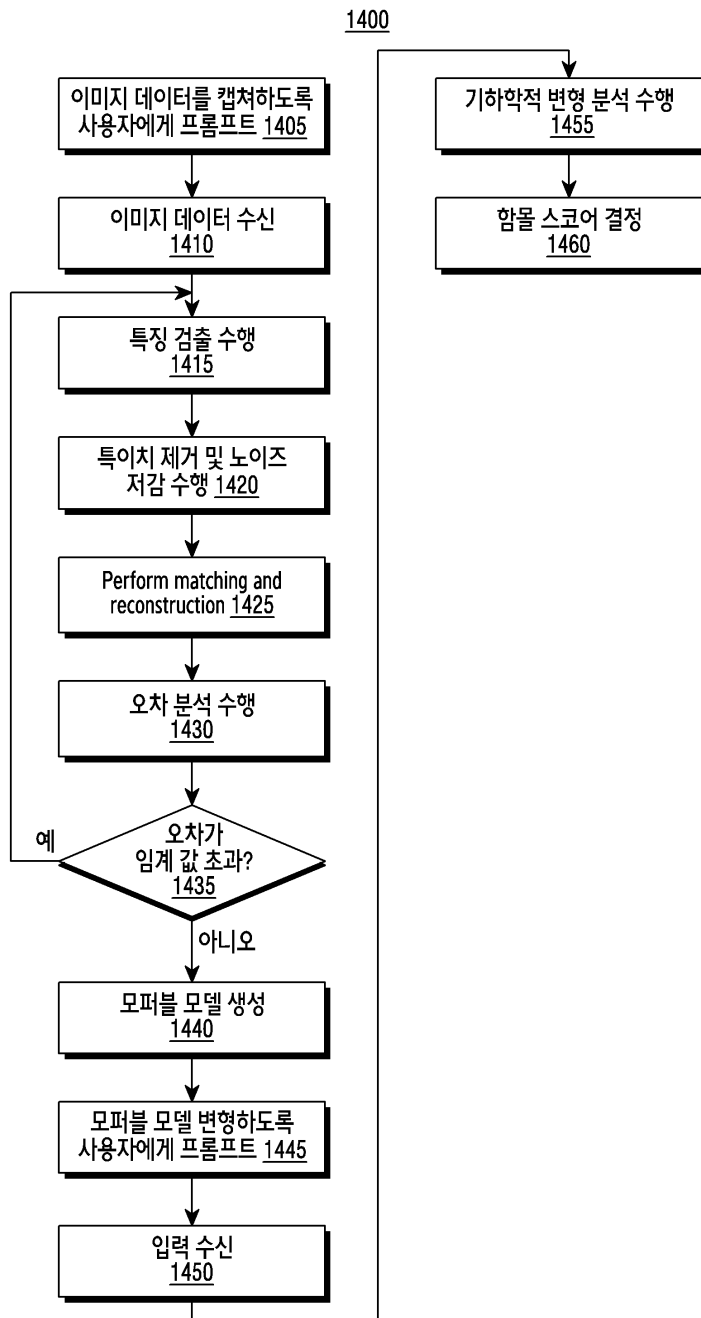
도면12



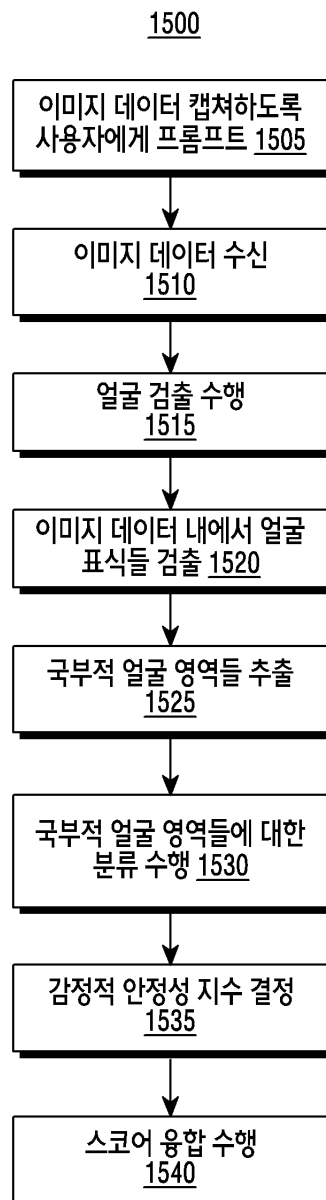
도면13



도면14



도면15



专利名称(译)	用于评估心力衰竭的装置和方法		
公开(公告)号	KR1020180110100A	公开(公告)日	2018-10-08
申请号	KR1020187026187	申请日	2017-02-24
[标]申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司		
[标]发明人	JAIN JAWAHAR 자인자바하르 WORTHAM CODY 워섬코디 YOUNG JAMES 영제임스 SADI SAJID 사디사지드 MISTRY PRANAV 미스트리프라나브 BENDALE ABHIJIT Z 벤데일아비짓지		
发明人	자인자바하르 워섬코디 영제임스 사디사지드 미스트리프라나브 벤데일아비짓지.		
IPC分类号	A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0077 A61B5/02028 A61B5/02405 A61B5/1118 A61B5/163 A61B5/165 A61B5/441 A61B5/4842 A61B5/7221 A61B5/746 A61B5/747 A61B5/7275 A61B5/0002 A61B5/004 A61B5/087 A61B5/44 A61B5/4875		
代理人(译)	Gwonhyeokrok Yijeongsun		
优先权	62/300028 2016-02-25 US 62/300038 2016-02-25 US 62/300020 2016-02-25 US 62/300024 2016-02-25 US 62/299960 2016-02-25 US 15/436920 2017-02-20 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

根据各种实施例，一种用于评估心力衰竭的装置包括：图像传感器，被配置为捕获用户的图像数据；传感器，被配置为捕获用户的传感器数据；存储器，被配置为存储图像数据和传感器数据，图像传感器，传感器和耦合到存储器的处理器。处理器基于传感器数据检测与用户相关的生物状况，响应于检测到生物状况获取用户的图像数据，从图像数据中检测用户的心脏健康的视觉特征，响应于检测，向用户提供心力衰竭信息。

