



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0078333
(43) 공개일자 2016년07월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2006.01) A61B 5/01 (2006.01)
G06T 7/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/0064 (2013.01)
A61B 5/0091 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7008081
(22) 출원일자(국제) 2014년08월25일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2016년03월25일
(86) 국제출원번호 PCT/IL2014/050759
(87) 국제공개번호 WO 2015/029022
국제공개일자 2015년03월05일
(30) 우선권주장
1315375.4 2013년08월29일 영국(GB)

(71) 출원인
리얼 이미징 리미티드
이스라엘 7019802, 에어포트 시티, 피오 박스
1145, 베이트 바레켓 넘버 1, 골란 스트리트 1
(72) 발명자
나이미, 예알
이스라엘 베트 셰메쉬 9909210 나샬-나쉬순 스트
리트 30
아르논, 이스라엘 보아즈
이스라엘, 할라미쉬 7194500 하샤케드 스트리트
31
에리엘리, 요엘
이스라엘 예루살렘 9318536 라비 메이르 스트리트
14
(74) 대리인
특허법인다나

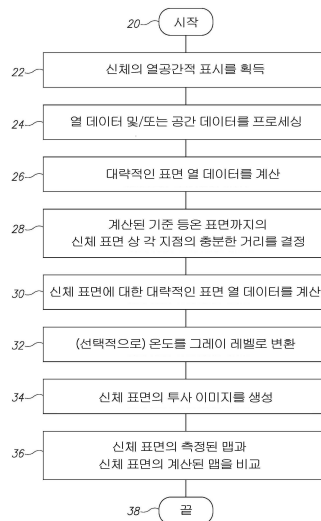
전체 청구항 수 : 총 32 항

(54) 발명의 명칭 표면 시뮬레이션

(57) 요약

굴곡진 신체 영역에 대한 공간적 열 표시(spatial thermal representation)를 수신하는 단계; 그리고 상기 굴곡진 신체 영역의 이론상 열 시뮬레이션을 생성하는 단계를 포함하고, 상기 공간적 열 표시는 공간 데이터와 연관되는 열 이미지를 포함하고, 상기 이론상 열 시뮬레이션을 생성하는 단계는 상기 표시의 공간 데이터 및 상기 굴곡진 신체 영역의 유형에 대한 미리 결정된 열역학 로직에 기초하는 이미징 방법이 개시된다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

A61B 5/015 (2013.01)

G06T 7/0012 (2013.01)

G06T 2207/10048 (2013.01)

G06T 2207/30068 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

굴곡진 신체 영역에 대한 공간적 열 표시(spatial thermal representation)를 수신하는 단계; 그리고
 상기 굴곡진 신체 영역의 이론상 열 시뮬레이션을 생성하는 단계를 포함하고,
 상기 공간적 열 표시는 공간 데이터와 연관되는 열 이미지를 포함하고,
 상기 이론상 열 시뮬레이션을 생성하는 단계는 상기 표시의 공간 데이터 및 상기 굴곡진 신체 영역의 유형에 대한 미리 결정된 열역학 로직에 기초하는 이미징 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 공간적 열 표시와 상기 이론상 열 시뮬레이션을 비교하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 굴곡진 신체 영역에 대한 이상(abnormality)을 검출하는 단계를 더 포함하며,
 상기 검출하는 단계는 상기 공간적 열 표시 및 상기 이론상 열 시뮬레이션을 비교하는 단계에 기초하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 굴곡진 신체 영역 내 이상(abnormality)의 파라미터를 역추적(back-solving)하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 역추적(back-solving)하는 단계는:
 상기 굴곡진 신체 영역 내 이론상 종양(tumor)에 대한 복수의 추가적인 이론상 열 시뮬레이션을 생성하는 단계;
 그리고
 상기 공간적 열 표시와 상기 복수의 추가적인 이론상 열 시뮬레이션을 비교하여, 상기 복수의 추가적인 이론상 열 시뮬레이션 중 어느 시뮬레이션이 상기 표시와 가장 가까운지를 결정하는 단계
 를 포함하며,
 상기 복수의 추가적인 이론상 열 시뮬레이션의 각 시뮬레이션에, 이론상 종양에 대한 파라미터가 적용되는 방법.

청구항 6

제4항 또는 제5항에 있어서,
 상기 이상의 파라미터는 상기 굴곡진 신체 영역 내 이상의 위치, 이상의 크기, 이상의 형태 및 이상의 유형으로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 방법.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 공간적 열 표시는 저온 스트레스 테스트에 대한 반응인 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

미리 결정된 열역학 로직은 이론상 저온 스트레스 테스트의 영향 아래에 있는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 굴곡진 신체 영역의 유형의 상기 미리 결정된 열역학 로직은 건강한 피험자에 기초하여 계산되는 방법.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 굴곡진 신체 영역은 하나 이상의 유방을 포함하는 방법.

청구항 11

이미징 장치; 그리고

하드웨어 데이터 프로세서를 포함하며,

상기 하드웨어 데이터 프로세서는 (a) 굴곡진 신체 영역에 대한 공간적 열 표시(spatial thermal representation)를 생성하고, (b) 상기 굴곡진 신체 영역의 이론상 열 시뮬레이션을 생성하며, 상기 공간적 열 표시는 공간 데이터와 연관되는 열 이미지를 포함하고, 상기 이론상 열 시뮬레이션의 생성은 상기 표시의 공간 데이터 및 상기 굴곡진 신체 영역의 유형에 대한 미리 결정된 열역학 로직에 기초하는 것으로 설정되는 이미징 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 하드웨어 데이터 프로세서는 상기 공간적 열 표시와 상기 이론상 열 시뮬레이션을 비교하도록 더 설정되는 이미징 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 하드웨어 데이터 프로세서는 상기 굴곡진 신체 영역에서의 이상(abnormality)을 검출하도록 더 설정되며,

상기 검출은 상기 공간적 열 표시 및 상기 이론상 열 시뮬레이션의 비교에 기초하는 이미징 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 하드웨어 데이터 프로세서는 상기 굴곡진 신체 영역 내 이상(abnormality)의 파라미터를 역추적(back-solving)하도록 더 설정되는 이미징 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 역추적(back-solving)은:

상기 굴곡진 신체 영역 내 이론상 종양(tumor)에 대한 복수의 추가적인 이론상 열 시뮬레이션을 생성하고, 상기 공간적 열 표시와 상기 복수의 추가적인 이론상 열 시뮬레이션을 비교하여, 상기 복수의 추가적인 이론상 열 시

플레이션 중 어느 시뮬레이션이 상기 표시와 가장 가까운지를 결정하며,

상기 복수의 추가적인 이론상 열 시뮬레이션의 각 시뮬레이션에서, 이론상 종양에 대한 파라미터가 적용되는 이미징 시스템.

청구항 16

제14항 또는 제15항에 있어서,

상기 이상의 파라미터는 상기 굴곡진 신체 영역 내 이상의 위치, 이상의 크기, 이상의 형태 및 이상의 유형으로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 이미징 시스템.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 공간적 열 표시는 저온 스트레스 테스트에 대한 반응이며, 이에 따라 상기 이상 및 상기 이상에 가까운 정상 조직 간 차이를 뚜렷하게 하는 이미징 시스템.

청구항 18

제17항에 있어서,

미리 결정된 열역학 로직은 이론상 저온 스트레스 테스트의 영향 아래에 있는 이미징 시스템.

청구항 19

제11항에 있어서,

상기 굴곡진 신체 영역의 유형의 상기 미리 결정된 열역학 로직은 건강한 피험자에 기초하여 계산되는 이미징 시스템.

청구항 20

제 11항 내지 제19항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 굴곡진 신체 영역은 하나 이상의 유방을 포함하는 이미징 시스템.

청구항 21

제11항 내지 제19항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이미징 장치는 열 이미징 장치 및 가시광선 이미징 장치를 포함하는 이미징 시스템.

청구항 22

굴곡진 신체 영역에 대한 공간 데이터를 수신하는 단계;

상기 굴곡진 신체 영역의 이론상 열 시뮬레이션을 생성하는 단계를 포함하고,

상기 이론상 열 시뮬레이션을 생성하는 단계는 상기 표시의 공간 데이터 및 상기 굴곡진 신체 영역의 유형에 대한 미리 결정된 열역학 로직에 기초하는 이미징 방법.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 굴곡진 신체 영역의 공간적 열 표시(spatial thermal representation)를 수신하는 단계를 더 포함하고, 상기 공간적 열 표시는 상기 공간 데이터 및 상기 공간 데이터와 연관되는 열 이미지를 포함하는 방법.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 공간적 열 표시와 상기 이론상 열 시뮬레이션을 비교하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 25

제24항에 있어서,

상기 굴곡진 신체 영역에 대한 이상(abnormality)을 검출하는 단계를 더 포함하며,

상기 검출하는 단계는 상기 공간적 열 표시 및 상기 이론상 열 시뮬레이션을 비교하는 단계에 기초하는 방법.

청구항 26

제35항에 있어서,

상기 굴곡진 신체 영역 내 이상(abnormality)의 파라미터를 역추적(back-solving)하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 27

제26항에 있어서,

상기 역추적(back-solving)하는 단계는:

상기 굴곡진 신체 영역 내 이론상 종양(tumor)에 대한 복수의 추가적인 이론상 열 시뮬레이션을 생성하는 단계; 그리고

상기 공간적 열 표시와 상기 복수의 추가적인 이론상 열 시뮬레이션을 비교하여, 상기 복수의 추가적인 이론상 열 시뮬레이션 중 어느 시뮬레이션이 상기 표시와 가장 가까운지를 결정하는 단계

를 포함하며,

상기 복수의 추가적인 이론상 열 시뮬레이션의 각 시뮬레이션에서, 이론상 종양에 대한 파라미터가 적용되는 방법.

청구항 28

제26항 또는 제27항에 있어서,

상기 이상의 파라미터는 상기 굴곡진 신체 영역 내 이상의 위치, 이상의 크기, 이상의 형태 및 이상의 유형으로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 방법.

청구항 29

제25항에 있어서,

상기 공간적 열 표시는 저온 스트레스 테스트에 대한 반응성인 방법.

청구항 30

제29항에 있어서,

상기 미리 결정된 열역학 로직은 이론상 저온 스트레스 테스트의 영향 아래에 있는 방법.

청구항 31

제22항에 있어서,

상기 굴곡진 신체 영역의 유형의 상기 미리 결정된 열역학 로직은 건강한 피험자에 기초하여 계산되는 방법.

청구항 32

제22항 내지 제31항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 굴곡진 신체 영역은 하나 이상의 유방을 포함하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 표면 시뮬레이션에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 본 발명의 실시예는 IR(Infra Red) 이미지 및 방사 측정 데이터에 관한 것으로, 이에 한정되지는 않으나, 보다 상세하게는 IR 이미지, IR 데이터 및 방사 측정 데이터의 모델링 및 분석과 같은 계산에 의한 창작에 관한 것이다.

[0003] 진단 의학에 이미징을 사용하는 것은 1900년대 초반까지 거슬러 올라간다. 현재, 의사의 관점에서 간단하고 부드러운 조직을 이미징하고, 정상 및 병적 조직을 특징짓도록 하는 매우 다양한 이미징 양상들이 있다.

[0004] 적외선 카메라는 IR(Infra Red) 이미지로 알려진 이차원 이미지를 생성한다. 일반적으로 IR 이미지는 몇몇 적외선 파장 범위 중 하나에서 신체로부터 대상 방사능을 수신하고, 방사능을 분석하는 것에 의하여 얻어지며, 표면의 이차원 방사 측정 지도(즉, 온도)를 제공한다. IR 이미지는 시각적 이미지 및 이에 대응하는 방사 측정 데이터 모두 또는 이들 중 하나의 형태일 수 있다.

[0005] 여기서 레퍼런스로 포함되는 US 특허 제7,072,504호는 두 개의 적외선 카메라(좌우)와 두 개의 가시광선 카메라(좌우)를 사용하는 방법을 개시한다. 적외선 카메라는 3차원 서모그래픽 이미지(thermographic image)를 제공하는데 이용되고, 가시광선 카메라는 3차원 가시광선 이미지를 제공하는데 이용된다. 3차원 온도기록 및 3차원 가시광선 이미지는 오버래핑(overlapping)되도록 사용자에게 디스플레이된다.

[0006] 여기서 레퍼런스로 포함되는 US 특허 제7,292,719호는 생체 내 하나 이상의 열적 구분 가능한 오브젝트의 존부를 결정하기 위한 시스템을 개시한다.

[0007] 또한, US 특허 제6,442,419호는 오브젝트로부터 360° 데이터 추출을 수행하는 적외선 검출 메커니즘 및 신호 디코딩 메커니즘을 포함하는 스캐닝 시스템을 개시하며, 이는 적외선 검출 메커니즘으로부터 전기적인 신호를 수신하고, 이 신호를 오브젝트의 3차원 프로파일의 데이터로 통합한다.

[0008] US 특허 제6,850,862호는 전파로부터 적외선까지의 파장 범위에 대하여 오브젝트 내 다양한 층들로부터 방사선을 검출하기 위한 방사측정 센서를 사용하는 장치를 개시한다.

[0009] US 특허 제5,961,466호는 피부의 다양한 영역에 걸쳐 체온 조절성 주파수의 분포 상 변화를 검출하기 위하여 분석되는 고속 연사(rapid time series) 적외선 이미지로부터 유방암을 검출하는 것이 개시된다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0010] 다음 실시예 및 양태는 예시적이고 서술적인 의미에서 시스템, 툴 및 방법과 결합하여 기술되고 서술되나, 범위를 제한하는 것은 아니다.

[0011] 한 실시예에 따르면, 굴곡진 신체 영역에 대한 공간적 적외선(IR, Infra-red) 표시(representation)를 수신하는 단계; 그리고 상기 굴곡진 신체 영역의 계산된 열 시뮬레이션을 생성하는 단계를 포함하고, 상기 공간적 IR 표시는 공간 데이터와 연관되는 IR 이미지를 포함하고, 상기 이론상 열 시뮬레이션을 생성하는 단계는 상기 표시의 공간 데이터 및 상기 굴곡진 신체 영역의 유형에 대한 미리 결정된 열역학 로직에 기초하는 이미징 방법이 제공된다.

[0012] 또한, 한 실시예에 따르면, 이미징 장치; 그리고 하드웨어 데이터 프로세서를 포함하며, 상기 하드웨어 데이터 프로세서는 (a) 굴곡진 신체 영역에 대한 공간적 열 표시(spatial thermal representation)를 생성하고, (b) 상기 굴곡진 신체 영역의 이론상 열 시뮬레이션을 생성하며, 상기 공간적 열 표시는 공간 데이터와 연관되는 열 이미지를 포함하고, 상기 이론상 열 시뮬레이션의 생성은 상기 표시의 공간 데이터 및 상기 굴곡진 신체 영역의 유형에 대한 미리 결정된 열역학 로직에 기초하는 것으로 설정되는 이미징 시스템이 제공된다.

[0013] 또한, 본 발명의 한 실시예에 따르면, 굴곡진 신체 영역에 대한 공간 데이터를 수신하는 단계; 상기 굴곡진 신체 영역의 이론상 열 시뮬레이션을 생성하는 단계를 포함하고, 상기 이론상 열 시뮬레이션을 생성하는 단계는 상기 표시의 공간 데이터 및 상기 굴곡진 신체 영역의 유형에 대한 미리 결정된 열역학 로직에 기초하는 이미징

방법이 제공된다.

- [0014] 실시예에서, 상기 굴곡진 신체 영역의 공간적 열 표시(spatial thermal representation)를 수신하는 단계를 더 포함하며, 상기 공간적 열 표시는 상기 공간 데이터 및 상기 공간 데이터와 연관되는 열 이미지를 포함한다.
- [0015] 실시예에서, 상기 공간적 열 표시와 상기 이론상 열 시뮬레이션을 비교하는 단계를 더 포함한다.
- [0016] 실시예에서, 상기 굴곡진 신체 영역에 대한 이상(abnormality)을 검출하는 단계를 더 포함하며, 상기 검출하는 단계는 상기 공간적 열 표시 및 상기 이론상 열 시뮬레이션을 비교하는 단계에 기초한다.
- [0017] 실시예에서, 상기 굴곡진 신체 영역 내 이상(abnormality)의 파라미터를 역추적(back-solving)하는 단계를 더 포함한다.
- [0018] 실시예에서, 상기 역추적(back-solving)하는 단계는: 상기 굴곡진 신체 영역 내 이론상 종양(tumor)에 대한 복수의 추가적인 이론상 열 시뮬레이션을 생성하는 단계; 그리고 상기 공간적 열 표시와 상기 복수의 추가적인 이론상 열 시뮬레이션을 비교하여, 상기 복수의 추가적인 이론상 열 시뮬레이션 중 어느 시뮬레이션이 상기 표시와 가장 가까운지를 결정하는 단계를 포함하며, 상기 복수의 추가적인 이론상 열 시뮬레이션의 각 시뮬레이션에 이론상 종양에 대한 파라미터가 적용된다.
- [0019] 실시예에서, 상기 이상의 파라미터는 상기 굴곡진 신체 영역 내 이상의 위치, 이상의 크기, 이상의 형태 및 이상의 유형으로 구성되는 그룹으로부터 선택된다.
- [0020] 실시예에서, 상기 공간적 열 표시는 저온 스트레스 테스트에 대한 반응성이며, 이에 따라, 이상과 이상에 가까운 정상 조직 간 차이를 뚜렷하게 한다.
- [0021] 실시예에서, 미리 결정된 열역학 로직은 이론상 저온 스트레스 테스트의 영향 아래에 있다.
- [0022] 실시예에서, 상기 굴곡진 신체 영역의 유형의 상기 미리 결정된 열역학 로직은 건강한 피험자에 기초하여 계산된다.
- [0023] 실시예에서, 상기 굴곡진 신체 영역은 하나 이상의 유방을 포함한다.
- [0024] 실시예에서, 하드웨어 데이터 프로세서는 상기 공간적 열 표시와 상기 이론상 열 시뮬레이션을 비교하도록 더 설정된다.
- [0025] 실시예에서, 상기 하드웨어 데이터 프로세서는 상기 굴곡진 신체 영역에서의 이상(abnormality)을 검출하도록 더 설정되며, 상기 검출은 상기 공간적 열 표시 및 상기 이론상 열 시뮬레이션의 비교에 기초한다.
- [0026] 실시예에서, 상기 하드웨어 데이터 프로세서는 상기 굴곡진 신체 영역 내 이상(abnormality)의 파라미터를 역추적(back-solving)하도록 더 설정된다.
- [0027] 실시예에서, 상기 역추적(back-solving)은: 상기 굴곡진 신체 영역 내 이론상 종양(tumor)에 대한 복수의 추가적인 이론상 열 시뮬레이션을 생성하고, 상기 공간적 열 표시와 상기 복수의 추가적인 이론상 열 시뮬레이션을 비교하여, 상기 복수의 추가적인 이론상 열 시뮬레이션 중 어느 시뮬레이션이 상기 표시와 가장 가까운지를 결정하며, 상기 복수의 추가적인 이론상 열 시뮬레이션의 각 시뮬레이션에 이론상 종양에 대한 파라미터가 적용된다.
- [0028] 상기 이미징 장치는 열 이미징 장치 및 가시광선 이미징 장치를 포함한다.
- [0029] 이상에서 기술된 실시예에 더하여, 추가의 양태 및 실시예가 도면 및 아래 상세한 설명을 참조하여 분명해질 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 실시예는 도면을 참조하여 기술된다. 도면에 도시된 구성 및 특징의 치수는 표현의 편의 및 명확성을 위하여 일관적으로 선택된 것이며, 제한적인 크기는 아니다. 도면은 아래와 같다.

도 1A는 본 발명의 한 실시예에 따른, 비평면 표면으로 그려지는 삼차원 공간 표시를 도시하고;

도 1B는 본 발명의 한 실시예에 따른, 평면 등온선으로 그려지는 온도기록 이미지를 도시하며;

도 1C는 본 발명의 한 실시예에 따른, 삼차원 공간 표시의 표면 상 온도기록 이미지를 매핑하는 것에 의하여 형

성되는 합성 IR 공간 이미지를 도시하고;

도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른, 신체 영역의 열 이미지를 분석하기에 적합한 방법의 플로우챗트를 도시하며;

도 3은 본 발명의 한 실시예에 따른, 신체 영역의 열 이미지를 분석하기에 적합한 다른 방법의 플로우챗트를 도시하고;

도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른, 신체 영역의 열 이미지를 분석하기에 적합한 다른 방법의 플로우챗트를 도시하며;

도 5는 본 발명의 한 실시예에 따른, 신체 영역의 열 이미지를 분석하기에 적합한 다른 방법의 플로우챗트를 도시하고;

도 6A는 본 발명의 한 실시예에 따른, IR 공간 이미징 시스템의 개요도를 도시하며;

도 6B는 본 발명의 한 실시예에 따른, IR 공간 이미징 시스템의 동작 원리를 도시하고;

도 6C는 본 발명의 한 실시예에 따른, IR 공간 이미징 시스템의 다른 동작 원리를 도시하며;

도 7A는 본 발명의 한 실시예에 따른, IR 공간 이미징 시스템의 다른 동작 원리를 도시하고;

도 7B는 본 발명의 한 실시예에 따른, IR 공간 이미징 시스템의 다른 동작 원리를 도시하며;

도 7C는 본 발명의 한 실시예에 따른, IR 공간 이미징 시스템의 다른 동작 원리를 도시하고;

도 7D는 본 발명의 한 실시예에 따른, IR 공간 이미징 시스템의 다른 동작 원리를 도시하며;

도 7E는 본 발명의 한 실시예에 따른, IR 공간 이미징 시스템의 다른 동작 원리를 도시하며;

도 8A는 건강한 피험자의 유방의 공간적 열 표시의 도면을 도시하고;

도 8B는 건강한 피험자의 유방의 이론상 열 시뮬레이션의 도면을 도시하며;

도 8C는 건강한 피험자의 유방의 공간적 열 표시와 건강한 피험자의 유방의 이론상 열 시뮬레이션 간을 비교하는 도면을 도시하고;

도 9A는 건강하지 않은 피험자의 유방의 공간적 열 표시의 도면을 도시하며;

도 9B는 건강하지 않은 피험자의 유방의 이론상 열 시뮬레이션의 도면을 도시하고;

도 9C는 건강하지 않은 피험자의 유방의 공간적 열 표시와 건강하지 않은 피험자의 유방의 이론상 열 시뮬레이션 간을 비교하는 도면을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 여기에서 굴곡진 신체 영역의 열 시뮬레이션을 생성하기 위한 이미징 방법이 개시된다. 본 발명의 실시예는 열 이미지에 관한 것이며, 이에 한정되는 것은 아니나, 보다 상세하게는, IR 이미지와 열 데이터의 생성 및 분석에 관한 것이다.

[0032] 본 발명의 적어도 하나의 실시예를 상세하게 설명하기 전에, 본 발명은 도면 및/또는 실시예에서 기술되거나 및/또는 다음의 상세한 설명에 기술된 구성 및/또는 방법의 구조 및 배치에 관한 상세한 설명에 대하여 반드시 한정하는 것은 아님이 이해되어야 한다. 본 발명은 다른 실시예로 적용될 수 있으며 다양한 방법으로 실행되거나 수행될 수 있다.

[0033] 실시예에 따르면, 이미징 방법은 하나 이상의 여성 유방과 같은, 굴곡진 신체 영역의 공간적 열 표시를 생성하거나, 미리 생성된 공간적 열 표시를 수신한다. 이러한 공간적 열 표시는 굴곡진 신체 영역의 공간 데이터와 연관되는 열(IR) 이미지를 포함한다. 그리고, 굴곡진 신체 영역의 이론상 열 시뮬레이션이 표시의 공간 데이터 및 굴곡진 신체 영역의 유형의 미리 결정된 열역학 로직에 기초하여 생성된다. 예를 들어, 굴곡진 신체 영역의 유형의 열역학 로직은 여성 유방의 열역학 특성일 수 있다. 바람직하게는, 열역학 로직은 여성 유방의 일반 케이스의 수학적 모델링에 기초하며, 건강한 피험자의 유방의 열역학 특성에 기초하여 구성된다.

[0034] 실시예에서, 공간적 열 표시 및 이론상 열 시뮬레이션이 비교된다. 공간적 열 표시 및 이론상 열 시뮬레이션 각각은 3차원 열 지도(heat map)으로 구성될 수 있으며, 이는 굴곡진 신체 영역의 다른 영역에서의 온도를 나타낸

다. 따라서, 이러한 비교는 공간적 열 표시로부터 이론상 열 시뮬레이션을 추정하며, 이에 따라 굴곡진 신체 영역에 의하여 실제로 나타나는 열 특성과 건강한 굴곡진 신체 영역의 이론상 열 특성 간의 열 차이에 관한 3차원 열 지도를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 차이는, 예를 들어 유방에 하나 이상의 종양이 존재하는 것과 같은, 굴곡진 신체 영역의 이상을 지시할 수 있다. 여기에서 언급되는 용어 “종양(tumor)”은, 악성이거나, 악성이 되기 전이거나, 양성인지에 관계 없이, 조직의 이상 덩어리에 관련될 수 있다.

[0035] 실시예에서, 방법은 굴곡진 신체 영역 내 이상(abnormality)에 관한 파라미터를 역추적(back-solving)하는 단계를 더 포함할 수 있다. 여기서 언급되는 용어 “역추적(back-solving)”은 “목표 추적(goal seeking)”으로도 알려진 컴퓨팅 방법에 관한 것으로, 이는 종종 주어진 출력을 도출하는 입력을 획득하기 위하여 역 방향으로 계산하기 위한 능력으로 정의된다. 본 실시예의 맥락에서, 출력은 하나 이상의 유방에 종양이 존재한다는 결정 및 획득된 공간적 열 표시 중 종양의 표시이다. 역추적의 목적은 공간적 열 표시 내 징후에 기초하여, 굴곡진 신체 영역 내 종양의 실제 (또는 실제에 가까운) 3차원 위치, 크기, 형상 및/또는 밀도를 결정하거나 적어도 추정하는 것일 수 있다. 즉, 역추적 프로세스에 의하여 추적되는 입력은 유방 내 종양의 실제 위치이며, 이용 가능한 출력은 공간적 열 표시 내 종양의 징후이다. 역추적의 추가적인 목표는 이상의 유형을 평가, 즉 양성인지 또는 악성 종양인지를 분류하고, 부가적으로 종양이 악성이라면 그 단계를 결정하는 것이다.

[0036] 역추적은 다음과 같이 진행될 수 있다: 먼저, 본 방법은 굴곡진 신체 영역 내 이론상 종양에 관한 복수의 추가적인 이론상 열 시뮬레이션을 생성한다. 다시 말해서, 본 방법은 많은(예를 들어 수십(dozens), 수백, 수천 이상) 가능한 입력을 생성하며, 각각은 굴곡진 신체 영역 내 다르게 구성되고 위치한 이론상 이상(종양)일 수 있다. 즉, 이상의 파라미터는 각각의 연속하는 입력의 생성을 위하여 적용된다. 예를 들어, 파라미터는 굴곡진 신체 영역 내 이상의 위치, 형상 및/또는 크기일 수 있다.

[0037] 그리고, 본 방법은 공간적 열 표시 및 복수의 입력(즉, 추가적인 이론상 열 시뮬레이션)을 비교하여, 어느 입력이 표시 중 하나와 가장 가까운지를 결정할 수 있다. 예를 들어, 좌표 B에 위치하고 A 형상 및 크기에 의하여 특정 지워진 종양은 공간상 열 표시에서 시각화된 이상일 가능성이 있는 것으로 결정될 수 있다.

[0038] 실시예에서, 피험자는 열 이미지 및 공간 데이터의 입수 전 및/또는 입수 동안 저온 스트레스 테스트의 대상이 될 수 있다. 예를 들어, 저온 스트레스 테스트는 피험자에게 한 손 또는 양 손으로 냉동 액체로 채워진 용기와 같은, 차가운 물체를 쥐도록 지시하는 것을 포함할 수 있다. 이에 따라, 결과로 얻어진 공간적 열 표시는 저온 스트레스 테스트에 대한 피험자의 신체 반응이다. 저온 스트레스 테스트는 이상 및 이상에 인접하는 정상 조직 간의 차이를 뚜렷하게 할 수 있으며, 이는 저온이 이상에 인접하는 정상 조직으로 혈액 흐름을 줄이는 것보다 높은 수준으로 이상 조직(abnormality)으로 흐르는 혈액에 영향을 미치지 않기 때문이다.

[0039] 실시예에서, 본 발명 또는 본 발명의 적어도 일부는 이미징 장치 및 하드웨어 데이터 프로세서를 포함하는 이미징 시스템에 의하여 수행될 수 있다. 프로세서는, 예를 들어 (a) 공간적 열 표시를 생성하고, (b) 굴곡진 신체 영역의 이론상 열 시뮬레이션을 생성하도록 설정될 수 있다.

[0040] 본 발명의 실시예는 열 이미지 분석이 가능한 접근을 제공하며, 이는 이미지가 열적으로 구분 가능한 영역의 존재를 나타낼 가능성을 결정하기 위함이다. 열 이미지가 여성의 유방과 같은 신체 영역의 것인 경우, 본 실시예의 분석은 기저 조직의 특성을 추출하기 위하여 사용될 수 있다. 예를 들어, 열적으로 구분되는 영역이 신체 영역에 존재할 가능성에 대한 결정은 신체 영역이 종양과 같은 병을 가질 수 있는지 아닌지를 평가하는데 사용될 수 있다.

[0041] 본 발명의 실시예에 따른 분석은 신체 영역의 표면으로부터 획득된 표면 정보에 기초할 수 있다. 일반적으로, 측정된 표면 정보는 예측되거나 계산된 표면 정보와 비교될 수 있다. 본 발명의 실시예에서 표면 비교는 열적으로 구분 가능한 영역, 즉 종양 또는 염증이 신체 영역에 존재할 가능성에 관한 것이다.

[0042] 높은 온도 또는 불균일한 온도 또는 불균일한 온도 패턴은 종양에 및/또는 종양 근처에 그리고 유방 표면 상에 혈관의 급증(혈관 형성) 및 종양의 대사 이상으로 인하여 일반적으로 종양과 연관될 수 있다. 암성 종양에서 세포는 더 빨리 두 배가 되며, 이에 따라 더욱 활성화될 수 있으며 더욱 많은 열을 생성할 수 있다. 이는 종양 자체 및 둘러싸는 온도 간 온도 차를 뚜렷하게 하는 경향이 있다. 그러므로, 본 실시예는 암, 특히 이에 한정되지는 않으나 유방암의 진단에 유용하게 사용될 수 있다.

[0043] 분석을 위하여 사용되는 표면 정보는 공간 정보뿐만 아니라 선택적으로 열 정보를 포함할 수 있다.

[0044] 공간 정보는 3차원적 부피를 적어도 일부 감쌀 수 있는 비평면(즉, 굴곡진) 표면의 기하학적 특징에 관계된 데이터를 포함할 수 있다. 일반적으로, 비평면 표면은 3차원 공간에 놓인 2차원 오브젝트일 수 있다. 공식적으로,

비평면 표면은 부드럽게 연결되고 콤팩트한 리만 2-다양체(Riemannian 2-manifold)에 의하여 유도된 거리 공간 일 수 있다. 이상적으로, 비평면 표면의 기하학적 특징은, 예를 들어 비평면 표면의 모든 포인트들에 대한 경사도(slope) 및 곡률(또는 다른 공간적 유도체 또는 이들의 조합)으로 명확하게 제공된다. 그러나, 이러한 정보는 쉽게 얻어질 수 있는 것이 아니며, 공간 정보는 비평면 표면의 표본 버전, 즉 리만 2-다양체 상의 포인트 세트이고 2-다양체의 토폴로지를 기술할 정도로 제공된다. 일반적으로, 비평면 표면의 공간 정보는 3차원 공간 표시의 축약된 버전일 수 있으며, 이는 포인트 클라우드(point cloud)이거나, 포인트 클라우드에 기초한 (다각형 메쉬이거나 곡선 메쉬와 같은) 삼차원 재건일 수 있다. 삼차원 공간 표시는 직각, 구형, 타원형, 3차원 포물선 또는 포물면 좌표 삼차원 시스템과 같은 삼차원 좌표 시스템일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0045] 여기서, 용어 “표면”은 용어 “비평면 표면”의 약어로 사용될 수 있다.

[0046] 본 발명의 몇 가지 실시예에서, 공간 데이터는 이미지의 형태일 수 있다. 공간 데이터는 표면을 나타낼 수 있으므로, 이러한 이미지는 일반적으로 신체의 측면 크기를 나타내는 것에 더하여, 이미징 장치의 위치와 같은 기준 포인트로부터 신체 또는 그 일부의 상대적 또는 절대적 거리를 더 나타낼 수 있는 이차원 이미지이다. 그러므로, 일반적으로 이미지는 반드시 전체적일 필요는 없으며, 삼차원 신체의 비평면 표면에 존재하는 정보를 포함할 수 있다. 하지만, 비평면 표면이 좌표의 삼차원 시스템에 대하여 정의되므로, 이러한 이미지를 “삼차원 이미지”로 칭하는 것이 일반적이다. 그러므로, 다음과 같이 본 명세서 및 특허청구범위를 통하여 용어 “삼차원 이미지” 및 “삼차원 표시(representation)”는 근본적으로 표면 개체(surface entities)에 관련된다.

[0047] 열 정보는 표면으로부터 방출된 IR(Infra Red) 방사선 및/또는 표면에 의하여 흡수되거나 표면으로부터 방출된 열과 관련된 데이터를 포함할 수 있다. 일반적으로 표면의 다른 부분들은 다른 양의 열을 방출하거나 흡수하기 때문에, 열 정보는 한 세트의 튜플(tuples)을 포함할 수 있으며, 각각은 표면 상 영역 또는 지점의 좌표 및 그 지점 또는 영역과 연관되는 열적 수치 값(예, 온도, 열 에너지)을 포함할 수 있다. 열 정보는 시각적 신호로 변형될 수 있으며, 이러한 경우 열 정보는 서모그래픽 이미지(thermographic image)의 형태일 수 있다. 용어 “서모그래픽 이미지”, “IR 이미지”, “열 이미지”, 그리고 “열 정보”는 본 발명의 범위를 제한하지 않는 한 본 명세서 내에서 상호 교환 가능하게 사용된다. 특히, 다르게 정의되지 않는 한, “서모그래픽 이미지”는 열 정보를 시각적 이미지로 변형한 것에 제한하는 것으로 여겨지지 않는다. 예를 들어, 서모그래픽 이미지는 위에서 기술된 바와 같이 한 세트의 튜플로 컴퓨터 판독 가능한 매체의 메모리에 저장될 수 있다.

[0048] 일반적으로 신체의 (열 및 공간적) 표면 정보는 표면을 나타내는 공간 데이터 및 IR 이미지를 나타내는 IR 데이터를 모두 포함할 수 있는 합성된 표시의 형태일 수 있으며, IR 데이터는 공간 데이터(여기서, 공간 데이터 튜플은 IR 데이터의 열 관련 값과 연관된다)와 연관될 수 있다. 이러한 표시는 IR-공간 표시로 언급될 수 있다. IR-공간 표시는 디지털 데이터(예를 들어, 열의 양을 나타내는 디지털 데이터와 연관되는 튜플 리스트)의 형태 또는 이미지(예를 들어, IR 데이터에 따라 컬러 코드 또는 그레이 레벨 코드된 삼차원 이미지)의 형태일 수 있다. 이미지 형태의 IR-공간 표시는 이하에서 IR-공간 이미지라 불린다.

[0049] IR 공간 이미지는 신체의 삼차원 공간 표시에 대하여 정의될 수 있으며, 삼차원 공간 표시와 연관되고, 복수의 화소(예를 들어, 픽셀, 픽셀의 배열)에서 표면에 대하여 그리드 방식으로 배열되며, 각각은 그리드에 대한 강도 값 또는 그레이 레벨로 나타내어지는 열 데이터를 가진다. 다양한 강도 값의 수는 그레이 레벨의 수와 상이할 수 있다. 예를 들어, 8비트 디스플레이는 256개의 다른 그레이 레벨을 나타낼 수 있다. 그러나, 원칙적으로, 열 정보에 대응하는 다양한 강도 값의 수는 더욱 클 수 있다. 대표적인 예로, 열 정보가 37℃의 범위에 걸쳐 있으며, 0.1℃의 해상도로 디지털화될 수 있는 것을 가정한다. 이러한 경우, 370개의 다른 강도 값이 있을 수 있으며, 그레이 레벨을 사용할 경우 대략 1.4배로 정확성이 줄어들 수 있다. 본 발명의 실시예에서, 열 데이터를 프로세싱하는 것은 강도 값 및 온도 값을 사용하여 수행될 수 있으며, 본 발명의 실시예에서, 열 데이터를 프로세싱하는 것은 그레이 레벨을 사용하여 수행될 수도 있다. 둘의 조합(더블 프로세싱)도 고려될 수 있다.

[0050] 용어 “픽셀”은 때때로 화소(picture element)를 나타내는 약어일 수 있다. 그러나, 이미지의 구성 단위를 나타내는 용어 “화소”로 제한하도록 의도되지는 않는다.

[0051] IR 공간 표시가 디지털 데이터의 형태인 경우, 열 특성을 나타내는 디지털 데이터는 위에서 기술된 바와 같이 강도 또는 그레이 레벨로 표현될 수도 있다. 디지털 IR 공간 표시는 또한 각 튜플이 이미지의 화소에 대응하는 IR 공간 이미지에 대응할 수도 있다.

[0052] 일반적으로, 측정되거나 계산된, 하나 이상의 IR 이미지는 삼차원 공간 표시의 표면 상에 그려져 IR 공간 표시를 형성할 수 있다. 삼차원 공간 표시의 표면 상에 그려진 IR 이미지는 열 데이터 및/또는 IR 데이터를 포함할

수 있으며, 이는 삼차원 공간 표시로써 동일한 좌표 시스템 상에 표현될 수 있다. 열 데이터의 어떠한 타입이라도 사용될 수 있다. 한 실시예에서, 열 데이터는 절대 온도 값을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 열 데이터는 상대 온도 값을 포함할 수 있으며, 각각은, 예를 들어 기준 지점과 표면 상 각 지점 간 온도 차를 의미할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 열 데이터는 국부 온도 차를 포함할 수 있다. 또한, 온도 데이터의 상기 유형들의 조합, 예를 들어 열 데이터가 절대 및 상대 온도 값을 모두 포함하는 것도 고려할 수 있다.

[0053] 일반적으로, 그러나 필수적이지는 않게, 서모그래픽 이미지 내 정보는 하나 이상의 기준 마커에서의 열 조건(예를 들어, 온도)를 포함할 수도 있다.

[0054] 삼차원 공간 표시의 표면 상에 서모그래픽 이미지를 매핑하는 것은 기준 마커를 포지셔닝(예를 들어, 삼차원 공간 표시 상 좌표와 IR 이미지 내 좌표를 비교)하는 것에 의하여 행해질 수 있으며, 이에 따라 다른 지점들도 매핑할 수 있으며, 합성된 IR 공간 표시를 형성할 수 있다.

[0055] 선택적으로, IR 이미지의 매핑은 열 방사율이 적용될 수 있는 정정 절차(correction procedure)에 의하여 수행될 수도 있다.

[0056] 신체의 열 방사율은 신체의 표면으로부터 방출되는 IR 방사능의 양 및 신체와 동일한 온도를 가지는 흑체로부터 방출되는 IR 방사능의 양 간의 비로 정의되는 단위 없는 값이다. 그러므로, 이상적인 흑체의 열 방사율은 1이고, 다른 신체의 열방사율은 0에서 1 사이이다. 일반적으로 신체의 열 방사율은 열 흡수 인자와 동일한 것으로 추정된다.

[0057] 정정 절차는 관심있는 신체의 열 특징 추정치를 사용하여 수행될 수 있다. 특히, IR 이미지는 신체 표면 상 영역들의 방사율 차 및 방사율의 각도 의존성을 고려하여 신체를 나타내는 비평면 표면 상에 매핑될 수 있다. 주변부와 비교하여 다른 방사율 값을 가지는 영역은, 예를 들어 흉터 영역, 색소 침착 영역, 유방 상 유두 영역, 모반 등일 수 있다. 또한, 사람의 피부가 완벽한 램버트 소스가 아님을 가정하면, 방사율은 각도 의존성을 가진다. 또한, 피부 색깔에 따라 대상의 방사율 값이 달라질 수 있음도 고려되어야 한다.

[0058] 본 발명의 실시예에서, IR 이미지는 표면의 다양한 방사율 값에 따라 가중치가 적용될 수 있다. 예를 들어, IR 이미징 장치에 의하여 얻어진 정보가 온도 또는 에너지 값을 포함할 때, 온도 또는 에너지 값의 적어도 일부는 신체 표면 상 각 영역의 방사율 값에 의하여 나뉠 수 있다. 당업자는 이러한 절차가 IR 이미징 장치에 의하여 얻어진 값과 다른, 효과적인 온도 또는 에너지 값을 도출함을 알 수 있다. 다른 영역들은 다른 방사율 값에 의하여 특징지을 수 있으므로, 가중치가 적용된 IR 이미지는 신체의 표면으로부터 방출된 열에 관한 더욱 나은 추정치를 제공할 수 있다.

[0059] 신체가 여성의 유방을 포함하는 케이스에 대하여 합성된 IR 공간 이미지의 대표적인 실시예가 도 1A-C에서 그려지며, 이는 비평면 표면으로 그려진 삼차원 공간 표시(도 1A), 평면 등온선으로 그려진 서모그래픽 이미지(도 1B), 그리고 삼차원 공간 표시의 표면 상에 서모그래픽 이미지를 매핑하는 것에 의하여 형성되는 합성된 IR 공간 이미지(도 1C)를 나타낸다. 도시된 바와 같이, IR 공간 이미지의 IR 데이터는 102에서 일반적으로 도시된 그리드 상 그레이 레벨 값으로 나타낼 수 있으나, 필수적인 것은 아니다. 그레이 레벨 값에 따른 표시는 예시적인 목적인 것이며, 제한의 목적은 아니다. 위에서 기술된 바와 같이, 열 데이터의 프로세싱은 강도 값을 사용하여 수행될 수도 있다. 도 1A-C에서 도시된 바와 같이, 레퍼런스 마커 101이 매핑을 위하여 사용될 수는 있으나, 필수적인 것은 아니다.

[0060] 삼차원 공간 표시, 서모그래픽 이미지 및 합성 IR 공간 이미지는 공지된 기술에 의하여 얻어질 수 있으며, 이는 국제 특허 공개 WO 2006/003658, 미국 출원 공개 No.20010046316, 미국 특허 Nos. 6,442,419, 6,765,607, 6,965,690, 6,701,081, 6,801,257, 6,201,541, 6,167,151, 6,167,151, 6,094,198 및 7,292,719 등에 개시되어 있다.

[0061] 본 발명의 실시예는 방법 단계를 수행하기 위한 컴퓨터(또는 “하드웨어 데이터 프로세서”)와 같은 유형의 매체 상에 포함될 수 있다. 본 발명의 실시예는 방법 단계를 실행하기 위한 컴퓨터 판독 가능한 지시를 포함하는, 컴퓨터 판독 가능한 매체 상에 포함될 수도 있다. 본 발명의 실시예는 유형의 매체 상에서 컴퓨터 프로그램을 실행하거나 컴퓨터 판독 가능한 매체 상의 지시를 실행하기 위한 디지털 컴퓨터 능력을 가지는 전자 장치 상에 포함될 수도 있다. 본 실시예의 방법 단계를 실행하는 컴퓨터 프로그램은 유형의 배포 매체 상에서 사용자에게 흔히 배포될 수 있다. 배포 매체로부터, 컴퓨터 프로그램은 하드 디스크 또는 이와 유사한 중간 저장 매체로 복사될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 그들의 배포 매체 또는 그들의 중간 저장 매체로부터 컴퓨터의 실행 메모리로 컴퓨터 지시를 로딩하는 것에 의하여 실행될 수 있으며, 컴퓨터는 본 발명의 방법에 따라 동작하도록 설정된

다. 이러한 오퍼레이션은 모두 컴퓨터 시스템에 관한 당업자에게 공지되어 있다.

[0062] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른, 신체 영역의 열 이미지를 분석하기에 적합한 방법의 플로우챗트를 나타낸다. 다음 설명 및 도 2의 플로우챗트 다이어그램에서 나타나는 몇몇 방법 단계는 선택적인 것이며, 실행되지 않을 수도 있다.

[0063] 방법은 단계 20에서 시작하고, 굴곡진 신체 영역의 공간적 열 표시(spatial thermal representation)(IR 공간 표시라고도 불릴 수 있다)가 얻어지는 단계 22까지 계속될 수 있다. 나타낸 바와 같이, IR-공간 표시는 열 이미지를 표시하는 IR 데이터 및 굴곡진 신체 영역의 비평면 표면을 표시하는 공간 데이터를 포함할 수 있고, 여기서 IR 데이터는 공간 데이터와 연관될 수 있다. IR 공간 표시는 상기 방법에 의하여 얻어지거나, IR 공간 표시가 상기 방법에 의하여 읽혀질 수 있는 시스템 또는 다른 방법에 의하여 생성될 수 있다.

[0064] 선택적으로, 상기 방법은 IR 공간 표시 내의 데이터가 전처리되는 단계 24까지 계속될 수 있다. 전처리는 열 데이터, 공간 데이터 또는 공간 및 IR 데이터 모두를 위하여 행해질 수 있다.

[0065] IR 데이터의 전처리는, 한정되는 것은 아니나, 파워링(powering)(예를 들어, 적산(squaring), 노멀라이징(normalizing), 인헨싱(enhancing), 스무딩(smoothing) 등을 포함할 수 있다. 공간 데이터의 전처리는, 한정되는 것은 아니나, 화소의 제거, 대체 및 보간을 포함할 수 있으며, 이는, 한정되는 것은 아니나, 모폴로지 연산(예, 이로전(erosion), 딜레이션(dilation), 오픈닝(opening), 클로징(closing)), 리사이징 연산(익스팬딩(expanding), 쉬링크킹(shrinking)), 패딩 연산, 이퀄리제이션 연산(예, 누적 밀도 이퀄리제이션(cumulative density equalization), 히스토그램 이퀄리제이션(histogram equalization)) 및 에지 검출(예, 그래디언트(gradient) 에지 검출) 등의 다양한 프로세싱 방법을 사용한다.

[0066] 상기 방법은 분석학적인 방법 또는 어떠한 다른 공지된 방법으로 표면 위의 이론상 열 시뮬레이션을 계산하기 위한 첫 번째 단계인 단계 26을 진행할 수 있다. 외부 신체 표면의 온도를 계산하기 위한 두 가지 주요 방법이 있을 수 있다; 적절한 경계 조건으로 열 전달 식을 분석학적으로, 그리고 유한 요소 계산 또는 다른 수학적 계산 기법에 의하여 수치적으로 해결한다. 분석학적 열 전달 식의 솔루션은 오직 평면 표면 또는 구형 또는 원통형의 대칭 바디에 대해서만 존재한다. 비대칭 바디에 대해서는 유한 요소 기법이 적용되어야 한다. 그러나, 유한 요소 기법은 실시간 또는 다양한 형상의 대규모 형상 및 경계 조건에서 작업할 때 너무 복잡할 수 있다. 그러므로, 다른 접근이 적용될 수 있다. 본 접근에서, 표면 상의 이론상 열 시뮬레이션은 굴곡진 신체 영역의 비평면 표면을 나타내는 공간 데이터와 정상적인 건강한 신체의 행동 특성에 기초하여 공지된 분석학적 열 전달 식의 솔루션(미리 결정된 열역학 로직이라 지칭될 수도 있다)에 기초하여 분석학적으로 계산될 수 있다. 계산에서의 첫 번째 단계는 신체 내 기준 지점 또는 등온 표면을 정의할 수 있다.

[0067] 신체의 레퍼런스 등은 표면이 정의되면, 상기 방법은 계산된 기준 등온 표면까지의 신체 표면의 각 지점에서의 충분한 거리가 결정되는 단계 28로 계속될 수 있다. 일반적으로, 계산된 기준 등온 표면까지의 신체 표면의 각 지점에서의 충분한 거리는 신체 표면의 포인트와 계산된 기준 등온 표면 상 가장 가까운 지점 간의 거리일 수 있다. 충분한 거리는 다른 함수에 의하여 결정될 수도 있다. 이는 시행착오 유한요소 소프트웨어(예를 들어, ANSYS) 계산에 기초하여 개선될 수도 있다.

[0068] 계산된 기준 등온 표면까지의 신체 표면 상 각 지점의 충분한 거리가 결정된 후, 상기 방법은 이론상 열 시뮬레이션 및/또는 표면 상 IR 데이터가 계산되는 단계 30까지 계속될 수 있다. 일반적으로, 그러나 이에 한정되지는 않게, 신체 열 지도의 계산은 미리 결정된 열역학 로직, 예를 들어 Pennes's 바이오-히트 식에 기초할 수 있다. 적절한 경계 조건을 가진 Pennes's 바이오-히트 식의 솔루션은 좌표 함수로써 신체 내 각 지점의 온도를 결정할 수 있다.

[0069] 예를 들어, 원기둥 좌표에서 인간의 신체의 Pennes's 바이오-히트 식은 다음과 같다:

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r \frac{dT}{dr} \right) - \frac{W_b C_b}{K_t} (T - T_{art}) = 0$$

[0070]

[0071] 여기서:

[0072] W_b 는 용적 측정의 혈액 관류율(Kg/sm³)

[0073] C_b 는 혈액 비열(J/kg°C)

- [0074] K_t 는 조직 열 전도성(W/mK)
- [0075] Tart는 동맥 혈액 온도($^{\circ}\text{C}$)
- [0076] r-반경(m)
- [0077] 소정의 경계 조건에 대한 이러한 미분 방정식을 푸는 것은 원기둥 축으로부터 한 지점까지의 거리 r의 함수로써 온도를 줄 수 있는 식을 이룰 수 있다.
- [0078] Pennes's 바이오-히트 식은 오직 대칭적인 바디에 대해서만 적용될 수 있으므로, 많은 연구에서 인간 신체의 열적 행동 특성은 인간 신체의 표면의 일부가 원통에 의하여 근사화되는 경우 Pennes's 바이오-히트 식의 솔루션을 사용하여 계산된다. 이들 연구에서, Pennes's 바이오-히트 식에 기초하여 계산된 신체 표면에 관한 표면 열 데이터는 95% 이상의 호환성으로 측정된 표면 열 데이터와 비교될 수 있음이 발견되었다. 표면 열 데이터의 계산의 정확성을 높이기 위하여, 본 방법은 인간 신체 표면에 관한 실제적인 공간 데이터와 공지된 미리 결정된 열역학 로직(여기에서 예시된 대칭 바디를 위한 Pennes's 바이오-히트 식의 분석학적 솔루션)을 결합하는 것에 의하여 이론상 열 시뮬레이션을 얻을 수 있다. 이들 근사치에서, 신체 표면 상 각 지점의 온도는 실제적인 공간 좌표를 기준 등은 표면에 대한 공간 좌표로 간주하고, 이들을 Pennes's 바이오-히트 식에 세팅하는 것에 의하여 계산될 수 있다. 예를 들어, 원통형 좌표에서 인간 신체의 Pennes's 바이오-히트 식을 풀고자 하는 경우, 기준 등은 표면까지의 신체 표면의 각 지점의 적절한 거리는 r로 간주하고, 솔루션에서 이를 세팅하면, 각 지점에서의 온도가 계산될 수 있다. 이러한 방법은 각 지점의 공간 좌표를 r로 간주하고, 이를 솔루션 내에 세팅하며 그 지점에서의 온도를 계산하는 것에 의하여 신체 내 온도를 대략적으로 계산하는데 사용될 수도 있다. 따라서, 다른 경계 조건들에 대한 Pennes's 바이오-히트 식의 다른 분석학적 솔루션은 반구에 대한 분석학적 솔루션과 같이, 표면 열 데이터 계산에 사용될 수 있다. 이러한 솔루션을 사용하면, 반구는 최소 자승 기법에 의하여 신체의 표면에 맞추어질 수 있으며, 신체 표면의 각 지점에서의 온도는 반구 내 동일한 좌표를 자기는 적절한 지점에서 분석학적으로 계산된 온도로 정의될 수 있다. 다른 실시예에서, 타원형 경계 조건에 대한 Pennes's 바이오-히트 식의 분석학적 솔루션은 표면 열 데이터 계산을 위하여 사용될 수 있다. 이러한 솔루션을 사용하면, 적절한 반타원체는 최소 자승 기법에 의하여 신체의 표면에 맞추어질 수 있으며, 신체의 표면의 각 지점에서의 온도는 반타원체 내 동일한 좌표를 가지는 적절한 지점에서의 분석학적으로 계산된 온도로 정의될 수 있다. 이러한 방법은 솔루션에서 각 포인트의 공간적 좌표를 세팅하고 그 지점에서의 온도를 계산하는 것에 의하여 신체 내 온도를 대략적으로 계산하는데 사용될 수 있다. 적절한 반타원체는 사용자에게 의하여 결정될 수도 있다. 신체의 표면 상의 몇몇 지점들을 마킹하는 것에 의하여, 자동 소프트웨어는 신체의 표면에 반타원체를 가장 잘 맞출 것이다.
- [0079] 신체 표면의 각 지점에서의 온도 맵을 계산한 후, 상기 방법은 온도가 그레이 레벨로 전환되는 단계 32로 계속될 수 있다. 변환 스케일은 캘리브레이션 타겟에 기초할 수 있다.
- [0080] 다음 단계 34는 계산된 온도 맵을 3D 모델로 매치할 수 있다. 예를 들어, 신체 표면의 투사 이미지를 만들어 이론상 열 시뮬레이션을 만들 수 있다(즉, 열 카메라에 의하여 보여지는 장면을 모사한다). 이 단계에서, 정정 절차는 관심 대상인 신체에 대한 추정된 열 특성을 사용하여 수행될 수 있다. 특히, 방사율의 각도 의존성이 고려될 수 있다.
- [0081] 다음 단계 36은 IR 카메라에 의하여 얻어진 신체 표면의 열 이미지와 신체 표면의 이론상 열 시뮬레이션을 비교한다. 이러한 비교에 의하여, 굴곡진 신체 영역이 종양과 같은 이상(abnormality) 및/또는 병적 측면을 가지고 있는지 아닌지를 결정하게 된다.
- [0082] 상기 방법은 단계 38에서 끝날 수 있다.
- [0083] 도 3은 본 발명의 실시예에 따라, 굴곡진 신체 영역의 열 이미지를 분석하기에 적합한 다른 방법의 플로우차트를 나타낸다. 도 3의 플로우차트 다이어그램 또는 다음의 설명에서 나타내는 몇 가지 방법은 선택적이며, 실행되지 않을 수도 있다.
- [0084] 상기 방법은 단계 40에서 시작하며, 굴곡진 신체 영역의 공간적 열 표시(IR 공간 표시라 지칭될 수도 있다)가 얻어지는 단계 42로 진행한다. 기재된 바와 같이, IR 공간 표시는 굴곡진 신체 영역의 비평면 표면을 나타내는 공간 데이터 및 열 이미지를 나타내는 IR 데이터를 포함할 수 있으며, 열 데이터는 공간 데이터와 연관될 수 있다. 이 IR 공간 표시는 이후의 계산을 위한 초기 경계 조건으로 기능할 수 있다. IR 공간 표시는 상기 방법에 의하여 얻어지거나, IR 공간 표시가 상기 방법에 의하여 읽혀질 수 있는 시스템 또는 다른 방법에 의하여 생성

될 수 있다.

- [0085] 선택적으로, 상기 방법은 IR 공간 표시 내의 데이터가 전처리되는 단계 24로 진행될 수 있다. 전처리는 열 데이터, 공간 데이터 또는 공간 및 IR 데이터 모두를 위하여 행해질 수 있다.
- [0086] 열 데이터의 전처리는, 한정되는 것은 아니나, 파워링(powering)(예를 들어, 적산(squaring)), 노멀라이징(normalizing), 인헨싱(enhancing), 스무딩(smoothing) 등을 포함할 수 있다. 공간 데이터의 전처리는, 한정되는 것은 아니나, 화소의 제거, 대체 및 보간을 포함할 수 있으며, 이는, 한정되는 것은 아니나, 모폴로지 연산(예, 이로전(erosion), 딜레이션(dilation), 오픈링(opening), 클로징(closing)), 리사이징 연산(익스팬딩(expanding), 쉬링크잉(shrinking)), 패딩 연산, 이퀄리제이션 연산(예, 누적 밀도 이퀄리제이션(cumulative density equalization), 히스토그램 이퀄리제이션(histogram equalization)) 및 에지 검출(예, 그래디언트(gradient) 에지 검출) 등의 다양한 프로세싱 방법을 사용한다.
- [0087] 상기 방법은 열 충격이 인간 신체에 적용될 수 있는 단계 46을 진행할 수 있다.
- [0088] 상기 방법은 시간의 함수로 표면에 대한 이론상 열 시뮬레이션을 분석학적으로 계산하기 위한 첫 번째 단계인 단계 48을 포함할 수 있다. 언급한 바와 같이, 외부 신체 표면의 온도를 시간의 함수로 계산하기 위한 두 가지 주요 방법이 있을 수 있다; 적절한 경계 조건으로 시간 의존성 차분 열 전달 식을 분석학적으로, 또는 FDTD(Finite Differences Time Domain) 계산 또는 다른 수학적 계산 기법에 의하여 수치적으로 해결한다. 분석학적 열 전달 시간 의존성 식의 솔루션은 오직 평면 표면 또는 구형 또는 원통형의 대칭 바디에 대해서만 존재한다. 비대칭 바디에 대해서는 FDTD 방법이 적용되어야 한다. 본 접근에서, 표면에 대한 이론상 열 시뮬레이션은 굴곡진 신체 영역의 비평면 표면을 나타내는 공간 데이터, 초기 열 데이터, 정상적인 건강한 신체의 행동 특성에 기초하여 공지된 분석학적 열 전달 시간 의존성 식의 솔루션(미리 결정된 열역학 로직이라 지칭될 수도 있다)에 기초하여 분석학적으로 계산될 수 있다. 계산에서의 첫 번째 단계는 신체 내 기준 등은 표면을 정의할 수 있다. 신체 내 기준 등은 표면은 신체 영역의 비평면 표면을 나타내는 공간 데이터로부터 실제 유방을 가상으로 “제거” 하고, 주변 공간 데이터를 이용하여 빈 곳에서의 표면을 추론하는 것에 의하여 얻어질 수 있다. 신체 내 기준 등은 표면은 또한 평면 표면 또는 어떤 다른 비평면 표면으로 빈 곳에서의 표면을 근사화하는 것에 의하여 얻어질 수도 있다. 충분한 비평면 표면 정의는 시행착오 유한요소 소프트웨어(예를 들어, ANSYS) IR 공간 계산에 기초하여 개선될 수도 있다.
- [0089] 신체 내 기준 등은 표면이 정의되면, 상기 방법은 계산된 기준 등은 표면까지의 신체 표면의 각 지점에서의 충분한 거리가 결정되는 단계 50로 계속될 수 있다. 일반적으로, 계산된 기준 등은 표면까지의 신체 표면의 각 지점에서의 적절한 거리는 신체 표면의 지점과 계산된 기준 등은 표면 상 가장 가까운 지점 간의 거리일 수 있다. 적절한 거리는 다른 함수에 의하여 결정될 수도 있다. 이는 시행착오 유한요소 소프트웨어(예를 들어, ANSYS) 계산에 기초하여 개선될 수도 있다.
- [0090] 계산된 기준 등은 표면까지의 신체 표면 상 각 지점에서의 충분한 거리가 결정된 후, 표면에 대한 이론상 열 시뮬레이션이 시간의 함수로 계산될 수 있다. 일반적으로, 시간의 함수로써 신체 열 지도의 계산은 미리 결정된 열역학 로직, 예를 들어 대류 및 방사성의 경계 조건 하에서 적절한 인간 조직 및 혈액 열 파라미터를 가지는 차분 열 전달 식에 기초할 수 있다. 상기 차분 열 전달 식의 솔루션은 신체 내 한 지점의 공간 좌표와 그 온도 간의 관계를 시간의 함수로 결정할 수 있다.
- [0091] 상기 차분 열 전달 식의 솔루션은 간단한 신체에 대해서만 적용 가능하기 때문에, 본 방법은 인간 신체 표면에 대한 실제 공간 데이터와 공지된 미리 결정된 열역학 로직(여기에서 예시된 상기 차분 열 전달 식의 분석학적 솔루션)을 결합하는 것에 의하여 시간 의존성 이론상 열 시뮬레이션을 얻을 수 있다. 이러한 근사치에서, 소정 시간에서 신체 표면 상 각 지점의 온도는 기준 등은 표면에 대한 공간 좌표를 실제 공간 좌표로 간주하고, 상기 차분 열 전달 식의 솔루션에 이들 및 시간을 세팅하는 것에 의하여 계산될 수 있다. 예를 들어, 대류 및 방사성 경계 조건 하에 두께 L을 가진 평면에 대하여 초기 온도 경계 조건을 가지는 차분 열 전달 식은 분석학적으로 해결될 수 있다. 각 표면 지점에서 측정된 온도는 경계 조건에 대하여 초기 온도로 간주될 수 있다. 신체 표면의 각 지점에서 기준 등은 표면까지의 적절한 온도는 L로 간주될 수 있다. 이와 함께, 적절한 초기 온도 및 시간을 솔루션 내에 설정하면, 각 지점에서의 온도는 시간의 함수로 계산될 수 있다. 이에 따라, 다른 기하학적 신체에 대한 차분 열 전달 식의 다른 분석학적 솔루션이 반구에 대한 분석학적 솔루션과 같이, 표면 열 데이터 계산을 위하여 사용될 수 있다. 이러한 솔루션을 사용하면, 반구는 최소 자승 기법에 의하여 신체 표면에 맞추어질 수 있으며, 각 표면 지점에서 측정된 온도가 경계 조건에 대한 초기 온도로 간주되는 경우 시간의 함수로, 반구 내에서 동일한 좌표를 가지는 적절한 지점에서의 분석학적 계산 온도로 정의될 수 있다. 다른 방법에서,

차분 열 전달 식은 대류 및 방사상 경계 조건 및 초기 온도 경계 조건 하에서 반경 L 을 가지는 반구로 해결될 수 있으며, 신체 표면 상 각 지점과 기준 등은 표면 간 적절한 거리는 L 로 간주될 수 있으며, 이와 함께 이 솔루션 내에 초기 온도 및 시간을 설정하는 것에 의하여 각 지점에서의 온도가 시간의 함수로 계산될 수 있다. 다른 실시예에서, 타원형 신체에 대한 차분 열 전달 식의 분석학적 솔루션은 표면 열 데이터 계산을 위하여 사용될 수 있다. 이 솔루션을 사용하면, 적절한 반타원체가 최소 자승 기법에 의하여 신체 표면에 맞추어질 수 있으며, 시간의 함수로써 신체 표면의 각 지점에서의 온도는 솔루션 내에 초기 조건을 설정하는 경우 반타원체 내 동일한 좌표를 가지는 적절한 지점에서의 시간의 함수로써 분석학적 계산 온도로 정의될 수 있다.

- [0092] 적절한 반타원체는 사용자에게 의하여 정의될 수도 있다. 신체 표면 상에 몇몇 지점들을 마킹하는 것에 의하여, 자동 소프트웨어는 가장 잘 맞추어진 반타원체를 신체 표면에 맞출 수 있다.
- [0093] 신체 표면의 각 지점에서 온도 지도를 계산한 후, 본 발명은 온도가 그레이 레벨로 변환되는 단계 52로 진행될 수 있다. 변환 스케일은 캘리브레이션 타겟에 기초할 수 있다.
- [0094] 다음 단계 54는 계산된 온도 맵을 3D 모델에 매치할 수 있다. 예를 들어, 신체 표면의 투사 이미지를 만들어 이론상 열 시뮬레이션을 만들 수 있다(즉, 열 카메라에 의하여 보여지는 장면을 모사한다). 이 단계에서, 정정 절차는 관심 대상인 신체에 대한 추정된 열 특성을 사용하여 수행될 수 있다. 특히, 방사율의 각도 의존성이 고려될 수 있다.
- [0095] 다음 단계 56은 열 카메라에 의하여 얻어진 신체 표면의 측정된 열 이미지(그레이 레벨 맵)와 신체 표면의 이론상 열 시뮬레이션(그레이 레벨 맵)을 비교한다. 이러한 비교에 의하여, 신체 영역이 종양과 같은 이상(abnormality) 및/또는 병적 측면을 가지고 있는지 아닌지를 결정하게 된다.
- [0096] 상기 방법은 단계 58에서 끝날 수 있다.
- [0097] 도 4는 본 발명의 실시예에 따라, 굴곡진 신체 영역의 열 이미지를 분석하기에 적합한 다른 방법의 플로우차트를 나타낸다. 도 4의 플로우차트 다이어그램 또는 다음의 설명에서 나타내는 몇 가지 방법은 선택적이며, 실행되지 않을 수도 있다.
- [0098] 상기 방법은 단계 60에서 시작하며, 적어도 두 명의 동일한 굴곡진 신체 영역에 대한 공간적 열 표시(IR 공간 표시라 지칭될 수도 있다)가 얻어지는 단계 62로 진행한다.
- [0099] 선택적으로, 상기 방법은 IR 공간 표시 내의 데이터가 전처리되는 단계 64로 진행될 수 있다. 전처리는 열 데이터, 공간 데이터 또는 공간 및 IR 데이터 모두를 위하여 행해질 수 있다.
- [0100] 상기 방법은 적어도 두 사람에게 대한 일련의 IR 공간 표시가 굴곡진 신체 영역의 공간적 특성에 따라 적어도 두 그룹으로 그룹핑되는 단계 66으로 진행한다. 각 그룹은 거의 동일한 공간 치수(spatial dimensions)를 가지는 신체 표면의 IR 공간 표시를 포함할 수 있다. “동일한 공간 특징”이라는 문구는 부피, 또는 표면 영역, 또는 높이, 또는 길이, 또는 폭, 형상 등을 의미할 수 있다.
- [0101] 상기 방법은 단계 68로 진행한다. 이 단계에서, 각 그룹에 대하여, 모든 IR 공간 표시가 등록되며, 변형 소프트웨어에 의하여 대표적인 신체 영역으로 변형될 수 있다. 대표적인 신체 영역에서 각 지점에서의 온도는 모든 IR 공간 표시의 대응 지점에서의 열 데이터를 평균하는 것에 의하여 계산될 수 있다. 얻어진 열 이미지는 기준 IR 공간 표시로 간주될 수 있다.
- [0102] 기준 IR 공간 표시의 온도 지도를 계산한 후, 상기 방법은 온도가 선택적으로 그레이 레벨로 변환되는 단계 70으로 진행된다. 변환 스케일은 캘리브레이션 타겟에 기초할 수 있다. 이 단계에서, 정정 절차는 표면의 방사율의 각도 의존성을 고려하여 수행될 수 있다.
- [0103] 신체의 그레이 레벨 기준 IR 공간 표시가 획득된 후, 상기 방법은 검사된 신체 영역의 하나 또는 연속의 IR 공간 표시가 생성되는 단계 72로 진행한다.
- [0104] 검사된 신체 영역에 대한 연속의 IR 공간 표시를 생성한 후, 상기 방법은 단계 74로 진행한다. 이 단계에서, 검사된 신체 영역은 그 공간 특성에 따라 상기 그룹 중 하나가 될 수 있다. 신체 영역은 등록되며, 변형 소프트웨어에 의하여 해당 그룹의 대표적인 신체 영역으로 변형될 수 있다.
- [0105] 다음 단계 76은 검사된 신체 표면에 대하여 얻어진 이론상 열 시뮬레이션(그레이 레벨 맵)을 기준 IR 공간 표시에 대하여 측정된 열 이미지(그레이 레벨 맵)와 비교할 수 있다. 이러한 비교에 의하여, 신체 영역이 종양과 같은 이상 및/또는 병적 측면을 가지는지 아닌지를 결정할 수 있다.

- [0106] 상기 방법은 단계 78에서 끝난다.
- [0107] 도 5는 본 발명의 실시예에 따라, 굴곡진 신체 영역의 열 이미지를 분석하기에 적합한 다른 방법의 플로우차트를 나타낸다.
- [0108] 상기 방법은 단계 80에서 시작하며, 열충격의 적용이 시간의 함수로 얻어진 후, 적어도 두 사람의 동일한 굴곡진 신체 영역에 대한 공간적 열 표시(IR 공간 표시라 지칭될 수도 있다)가 얻어지는 단계 82로 진행된다.
- [0109] 선택적으로, 상기 방법은 IR 공간 표시 내의 데이터가 전처리되는 단계 84로 진행될 수 있다. 전처리는 열 데이터, 공간 데이터 또는 공간 및 IR 데이터 모두를 위하여 행해질 수 있다.
- [0110] 상기 방법은 적어도 두 사람에 대하여 시간의 함수로 연속적인 IR 공간 표시가 굴곡진 신체 영역의 공간적 치수에 따라 적어도 두 그룹으로 그룹핑되는 단계 86으로 진행된다. 각 그룹은 거의 동일한 공간 특징(spatial characteristics)를 가지는 신체 영역에 대한 IR 공간 표시를 포함할 수 있다. “동일한 공간 특징”이라는 문구는 부피, 표면 영역, 높이, 길이, 폭, 형상 등을 의미할 수 있다.
- [0111] 상기 방법은 단계 88로 진행된다. 이 단계에서, 각 그룹에 대하여, 모든 IR 공간 표시가 등록되며, 변형 소프트웨어에 의하여 대표적인 신체 영역으로 변형될 수 있다. 시간의 함수로, 대표적인 신체 표면에서 각 지점에서의 온도는 모든 IR 공간 표시의 대응 지점 및 시간에서의 열 데이터를 평균하는 것에 의하여 계산될 수 있다. 시간의 함수로 얻어진 열 이미지는 기준 IR 공간 표시로 간주될 수 있다.
- [0112] 시간의 함수로 기준 IR 공간 표시에 관한 온도 지도를 계산한 후, 상기 방법은 온도가 그레이 레벨로 변환되는 단계 90으로 진행된다. 변환 스케일은 캘리브레이션 타겟에 기초할 수 있다. 이 단계에서, 정정 절차는 표면의 방사율의 각도 의존성을 고려하여 수행될 수 있다.
- [0113] 시간의 함수로 신체의 그레이 레벨 기준 IR 공간 표시가 획득된 후, 상기 방법은 시간의 함수로 검사된 신체 영역에 대한 연속의 IR 공간 표시가 생성되는 단계 92로 진행된다.
- [0114] 검사된 신체 영역에 대한 연속의 IR 공간 표시를 생성한 후, 상기 방법은 단계 94로 진행된다. 이 단계에서, 검사된 신체 영역은 그 공간 특성에 따라 상기 그룹 중 하나에 속할 수 있다. 신체 영역은 등록되며, 변형 소프트웨어에 의하여 해당 그룹의 대표적인 신체 영역으로 변형될 수 있다.
- [0115] 다음 단계 96은 검사된 신체 표면에 대하여 소정 시간에서 얻어진 이론상 열 시뮬레이션(그레이 레벨 지도)을 기준 IR 공간 표시에 대하여 측정된 열 이미지(그레이 레벨 지도)와 비교할 수 있다. 이러한 비교에 의하여, 신체 영역이 종양과 같은 이상 및/또는 병적 측면을 가지는지 아닌지를 결정할 수 있다.
- [0116] 상기 방법은 단계 98에서 끝난다.
- [0117] 앞서 언급된 모든 방법에서, 신체 영역 내에 열적으로 구별 가능한 영역이 존재할 것이라는 가능성을 결정하기 위한 하나 이상의 방법이 있다.
- [0118] 실시예에서, 시간 별 신체 표면에 대한 기준 그레이 레벨 지도와 시간 별 열 카메라에 의하여 얻어진 신체 표면에 대한 측정된 그레이 레벨 지도의 차이 또는 비율이 임계 값과 비교될 수 있으며, 비교는 열적으로 구별 가능한 영역(이상(abnormality)라고도 지칭된다)이 존재할 가능성을 결정하기 위하여 사용될 수 있다. 일반적으로, 이에 필수적인 것은 아니나, 차이 또는 비교가 임계 값보다 낮은 경우, 열적으로 구별 가능한 영역은 존재하지 않는다. 임계 값은 시간 별로, 그리고 신체 영역 별로 상이할 수 있다.
- [0119] 실시예에서, 이미징은 저온 스트레스 테스트(예를 들어, 피험자가 차가운 물건을 쥐고 있을 때 신체 내 혈류의 변화를 테스트)에 대응하여 행해질 수 있다. 이에 따라 구별 능력을 강화시킬 수 있으며, 이상을 구별할 수 있는 가능성을 높게 된다.
- [0120] 또한, 실시예에서, 신체 내 이상(또는 열적으로 구별 가능한 영역)의 위치 및/또는 크기 및/또는 형상이 추정될 수 있다. 예를 들어, 열적으로 구별 가능한 영역의 온도가 공지되어 있는 경우, 열적으로 구별 가능한 영역의 온도와 비교될 수 있는 근접한 온도를 가지는 신체 내 영역은 열적으로 구별 가능한 영역의 위치인 것으로 추정될 수 있다.
- [0121] 신체 표면에 대한 기준 그레이 레벨 지도는 열 카메라에 의하여 획득된 신체 표면에 대한 측정된 그레이 레벨 지도와 비교하기 위한 플랫폼으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 기준 신체 표면 상 그레이 레벨 값의 적분이 측정된 신체 표면 상 그레이 레벨 값의 적분과 비교될 수 있다. 다른 예에서, 기준 신체 표면 상 그레이 레벨 값

에 대한 국부 표준 편차(local standard deviation)은 측정된 신체 표면 상 그레이 레벨 값의 국부 표준 편차와 비교될 수 있다.

- [0122] 위에서 기술한 바와 같이, 시간 별로 기준 신체 표면에 대하여 얻어진 그레이 레벨 지도와 시간 별로 열 카메라에 의하여 얻어진 신체 표면에 대하여 측정된 그레이 레벨 지도 간의 차이 또는 비율의 계산은 전처리 연산에 의하여 진행될 수 있다.
- [0123] 본 발명의 실시예에서, 전처리 연산은 신체 영역 표면 내 관심 대상 영역의 정의를 포함할 수 있다. 이러한 실시예에서, 차이 또는 비율은 관심 대상 영역 전체에 대하여 계산될 수 있다. 관심 대상 영역은 하나 이상 정의될 수 있으며, 이러한 경우 표면 적분은 각 관심 대상 영역에 대하여 독립적으로 계산될 수 있다. 예를 들어, 관심 대상 영역은 고온과 연관되는 표면의 일부로 정의될 수 있다. 이러한 관심 대상 영역의 대표적인 예는 표면 상 열적으로 구별 가능한 스팟을 둘러싸는 영역일 수 있다. 도 1C는 열적으로 구별 가능한 스팟 201을 개략적으로 나타낸다. 스팟 201을 둘러싸는 그레이 영역이 관심 대상 영역으로 정의될 수 있다.
- [0124] IR 공간 표시 또는 이미지는 하나 이상의 서모그래픽 이미지를 획득하고 삼차원 공간 표시 상에 서모그래픽 이미지(들)를 매핑하는 것에 의하여 얻어질 수 있다.
- [0125] 본 발명의 한 실시예에 따른 IR 공간 이미징 시스템을 나타내는 도 6A를 참조할 수 있다. IR 공간 이미징 시스템 120이 기술된다. 생체 210 또는 사람 212의 일부가 이미징 장치 214 앞에 위치할 수 있다. 사람 212은 이미징 장치 214에 대하여 적절한 위치에 서 있거나, 앉아 있을 수 있다. 사람 212은 포지셔닝 장치 215를 이용하여 이미징 장치 214에 대하여 초기 위치를 잡거나, 후에 다시 위치를 잡을 수 있다. 여기서, 포지셔닝 장치 215는, 일반적으로 엔진의 힘 또는 다른 적절한 힘에 의하여 레일 위를 움직이는 플랫폼을 포함할 수 있다. 또한, 종양과 같은, 열적으로 구별 가능한 대상 216이 사람 212의 신체 210에 존재할 수 있다. 예를 들어, 신체 210가 유방을 포함하는 경우, 대상 216은 악성 종양과 같은 유방 종양일 수 있다.
- [0126] 본 발명의 실시예에 따르면, 사람 212은 셔츠와 같은 의복 218을 입을 수 있다. 의복 218은 400-700 나노미터의 가시 파장을 투과하지 못하거나 일부만 투과할 수 있으며, 적외선 파장과 같은, 가시 파장보다 긴 파장을 투과할 수 있다. 또한, 기준 마크 220은 사람 212에 가까이, 선택적으로는 사람 212의 신체 상에 직접, 그리고 신체 210에 근접하여 위치할 수 있다. 선택적으로, 기준 마크 220은 신체 210에 직접 부착될 수 있다. 기준 마크 220은, 아래에 기술되는 바와 같이, 일반적으로 재료 조각, 사람 212에게 그려진 마크 또는 다른 적절한 마크를 포함할 수 있다.
- [0127] 이미징 장치 214는 일반적으로 3-5 마이크로미터 및/또는 8-12 마이크로미터의 범위에서, 적외선 파장에 민감할 수 있는 적어도 하나의 서모그래픽 이미징 장치 224 및 가시 파장에 민감할 수 있는 적어도 하나의 가시광 이미징 장치 222를 포함할 수 있다.
- [0128] 선택적으로, 편광판 225이 가시광 이미징 장치 222 앞에 배치될 수 있다. 또는, 가시 파장의 적어도 일부를 차단하는 컬러 필터 226가 가시광 이미징 장치 222의 앞에 배치될 수도 있다.
- [0129] 일반적으로, 적어도 하나의 가시광 이미징 장치 222는 CCD 또는 CMOS와 같은 디지털 이미징 장치 또는 흑백 또는 컬러 스틸 이미징 장치를 포함할 수 있다. 또한, 적어도 하나의 가시광 이미징 장치 222는 복수의 이미징 요소를 포함할 수 있으며, 각각은 삼차원 이미징 요소일 수 있다.
- [0130] 선택적으로, 이미징 장치 214는 포지셔닝 장치 227를 이용하여 사람 212에 대하여 재배치될 수 있다. 또는, 각 이미징 장치 222 및 224는 적어도 하나의 포지셔닝 장치 228를 이용하여 사람 212에 대하여 재배치될 수도 있다. 포지셔닝 장치 227는 엔진, 레버 또는 다른 적절한 힘을 포함할 수 있으며, 이는 그 위에서 이미징 장치 214를 이동시키기 위한 레일을 포함할 수도 있다. 리포지셔닝 장치 228도 유사하게 구성될 수 있다.
- [0131] 가시광 이미징 장치 222 및 서모그래픽 이미징 장치 224에 의하여 얻어진 데이터는 통신 네트워크 232를 통하여 데이터 프로세서 230로 출력될 수 있으며, 일반적으로 데이터 프로세서 상에서 운영되는 알고리즘에 의하여 분석되고 프로세싱될 수 있다. 결과 데이터는 적어도 하나의 디스플레이 장치 234에 디스플레이 될 수 있으며, 이는 통신 네트워크 236를 통하여 데이터 프로세서 230에 선택적으로 연결될 수 있다. 데이터 프로세서 230는 일반적으로, PC, PDA 또는 다른 적절한 하드웨어 데이터 프로세서를 포함할 수 있다. 통신 네트워크 232 및 236는, 일반적으로 인터넷 또는 인트라넷과 같은 물리적인 통신 네트워크를 포함할 수 있으며, 또는 셀룰러 네트워크, 인프라레드 통신 네트워크, 무선 주파수(RF) 통신 네트워크, 블루투스(BT) 통신 네트워크 또는 다른 적절한 통신 네트워크와 같은 무선 네트워크를 포함할 수도 있다.

- [0132] 본 발명의 실시예에 따르면, 디스플레이 234는 LCD 스크린, CRT 스크린 또는 플라즈마 스크린과 같은 스크린을 포함할 수 있다. 또는, 디스플레이 234는 두 개의 LCD 또는 두 개의 CRT를 포함하며, 사용자의 눈 앞에 배치되고 안경과 유사한 구조로 패키징된 적어도 하나의 시각화 장치를 포함할 수 있다. 디스플레이 234는 포인터 238를 디스플레이할 수도 있으며, 이는 디스플레이된 모델의 X, Y 및 Z 축을 따라 이동 가능하고, 디스플레이된 데이터 내 다른 위치 또는 요소들을 지시하기 위하여 사용될 수 있다.
- [0133] 본 발명의 한 실시예에 따른 IR 공간 이미징 시스템의 다양한 운영 원리가 도 6B-C 및 도 7A-E를 참조하여 도시된다.
- [0134] 도 6B-C를 참조하여 가시광 이미징 장치를 먼저 기술한 후, 도 7A-E를 참조하여 서모그래픽 이미징을 기술한다. 도 6B-C에서 기술되는 가시광 이미징 데이터 획득이 먼저 선행된 후에, 또는 이와 동시에 도 7A-E에서 기술되는 서모그래픽 이미징 데이터 획득이 진행되는 것은 자명하다.
- [0135] 도 6B-C를 참조하면, 신체 210를 포함하는 사람 212은 이미징 장치에 대하여 제1 위치 240에서, 이미징 장치 214 앞에 놓인 포지셔닝 장치 215 상에 위치할 수 있다. 신체 210에 대한 첫 번째 이미지 데이터는 가시광 이미징 장치 222에 의하여, 선택적으로는 편광판 225 또는 또 다른 선택 사항으로 컬러 필터 226를 통과하여 획득될 수 있다. 컬러 필터를 사용하는 것의 장점은, 예를 들어 사람이 소정 컬러의 패턴 또는 마크로 투사되는 경우 컬러 필터가 오직 소정 컬러만을 전송할 수 있어 배경을 줄일 수 있으므로, 신호 대 잡음 비를 개선할 수 있다는 것이다. 또한, 신체 210에 대한 적어도 두 번째 이미지 데이터는, 신체 210가 이미징 장치 214에 대하여 적어도 두 번째 위치 242에 위치되도록 하여, 가시광 이미징 장치 222에 의하여 획득된다. 그러므로, 첫 번째, 두 번째 및 선택적으로 더욱 많은 이미지 데이터는 신체 210에 대하여 이미징 장치의 적어도 두 개의 다른 관점으로부터 획득될 수 있다.
- [0136] 두 번째 상대 위치 242는 도 6B에 도시된 바와 같이 포지셔닝 장치 215를 이용하여 사람 212을 재배치시키거나, 도 6C에 도시된 바와 같이 포지셔닝 장치 227를 이용하여 이미징 장치 214를 재배치시키거나, 도 6C에 도시된 바와 같이 포지셔닝 장치 228를 이용하여 이미징 장치 222를 재배치시키는 것에 의하여 설정될 수 있다. 또는 두 번째 상대 위치 242는 도 7D에 도시된 바와 같은 두 개의 분리된 이미징 장치 214 또는 도 7E에 도시된 바와 같은 (두 개의 장치 224)를 가지는 두 개의 분리된 가시광 이미징 장치 222를 사용하는 것에 의하여 설정될 수 있다.
- [0137] 도 7A-E를 참조하면, 신체 210를 포함하는 사람 212은 이미징 장치와 관련하여 첫 번째 위치 244에서, 이미징 장치 214의 앞에 있는 포지셔닝 장치 215 상에 위치할 수 있다. 신체 210의 첫 번째 서모그래픽 이미지 데이터는 서모그래픽 이미징 장치 224에 의하여 획득될 수 있다. 선택적으로, 신체 210의 적어도 두 번째 서모그래픽 이미지 데이터는 서모그래픽 이미징 장치 224에 의하여 획득될 수 있으며, 이때 신체 210는 이미징 장치 214에 대하여 적어도 두 번째 위치 246에 위치할 수 있다. 그러므로, 첫 번째, 두 번째, 그리고 선택적으로 그 이상의 서모그래픽 이미지 데이터는 신체 210와 관련하여 서모그래픽 이미징 장치의 적어도 두 개의 다른 관점으로부터 얻어질 수 있다.
- [0138] 두 번째 상대 위치 246는 도 7A에 도시된 바와 같은 포지셔닝 장치 215를 이용하여 사람 212을 재배치시키거나, 도 7B에 도시된 바와 같은 포지셔닝 장치 227를 이용하여 이미징 장치 214를 재배치시키거나, 도 7C에 도시된 바와 같은 포지셔닝 장치 228를 이용하여 서모그래픽 이미징 장치 224를 재배치시키는 것에 의하여 설정될 수 있다. 또는, 두 번째 상대 위치 246는 도 7D에서 도시된 바와 같은 두 개의 분리된 이미징 장치 214 또는 도 7E에 도시된 바와 같은 두 개의 분리된 서모그래픽 이미징 장치 224를 이용하여 설정될 수 있다.
- [0139] 신체 210의 이미징 데이터는 서모그래픽 이미징 장치 224에 의하여, 신체 210의 완전한 이미지의 복수의 좁은 선을 별도로 이미징하는 것에 의하여 획득될 수 있다. 또는, 신체 210의 완전한 이미지는 서모그래픽 이미징 장치에 의하여 획득될 수 있으며, 이미지는 복수의 좁은 선 또는 프로세싱을 위한 형상으로 표본화될 수 있다. 또는, 신체 210의 이미징은 노출 시간을 달리하여 수행될 수 있다.
- [0140] 이미징 장치 214로부터 획득된 서모그래픽 및 가시광 이미지 데이터는 다음과 같이 분석되고 데이터 프로세서 230에 의하여 프로세싱될 수 있다. 이미징 장치 222로부터 획득된 이미지 데이터는 데이터 프로세서 230에 의하여 프로세싱되어, 신체 210의 삼차원 공간 표시를 형성할 수 있다. 이는 여기에서 참조로 포함되는 미국 특허 제6,442,419호에서 기술된 방법과 같은, 공지의 알고리즘 및 방법을 이용할 수 있다. 삼차원 공간 표시는 기준 마커 220의 위치를 포함할 수 있다(cf. 도 6A). 선택적으로, 삼차원 공간 표시는 신체 210의 컬러, 빛깔 및 조직 감촉에 관한 정보를 포함할 수 있다. 이미징 장치 224로부터 얻어진 서모그래픽 이미지 데이터는 데이터 프

로세서 230에 의하여 프로세싱되어, 신체 210의 서모그래픽 삼차원 모델을 형성할 수 있다. 이는 미국 특허 제 6,442,419호에서 기술된 방법과 같은, 공지의 알고리즘 및 방법을 이용할 수 있다. 서모그래픽 삼차원 모델은 기준 마커 220를 포함할 수 있다(cf. 도 7A). 서모그래픽 삼차원 모델은 기준 마커 220를 정렬하는 것에 의하여, 프로세서 230에 의하여 삼차원 공간 표시 상에서 매핑될 수 있으며, 이에 따라 IR 공간 이미지를 형성할 수 있다.

- [0141] 도 8A, 8B 및 8C는 유방 이상(예, 종양)을 가지지 않은 건강한 피험자의 공간적 열 표시 800, 이론상 열 시뮬레이션 802 및 비교 804를 도시한다. 표시 800 및 시뮬레이션 802은 열 지도와 같이 도시되며, 더 어두운 영역은 더 낮은 온도를 의미하고, 더 밝은 영역은 더 높은 온도를 의미한다. 열 지도는 섭씨 29 내지 37도의 범위로 디스플레이된다.
- [0142] 도 8A에서 도시된 바와 같이, 공간적 열 표시 800은 본 이미징 장치에 의하여 실제로 얻어진 것과 같이, 랜덤한 위치, 크기 및 형상을 가진 온도가 상이한 영역을 포함한다. 반면, 도 8B의 이론상 열 시뮬레이션 802은 더 부드럽고 더 멀리 배열된 온도 경사와 함께 도시된다. 즉, 이론상 열 시뮬레이션 802은 환자의 유방의 3D 재건의 온도 경사의 수학적 모델을 나타낸다.
- [0143] 도 8C의 비교 804는 공간상 열 표시 800과 이론상 열 시뮬레이션 802 간의 온도 차를 나타낸다. 도시된 바와 같이, 비교 804 영역의 대부분은 대략 섭씨 0 내지 0.5도의 온도 차를 나타내며, 나머지 영역은 대략 1 내지 1.5도의 온도 차를 나타낸다. 즉, 비교 804는 온도 차가 상대적으로 적은 것을 나타낸다.
- [0144] 도 9A, 9B 및 9C는 유방 이상(예, 종양)을 가진 병든 피험자의 공간적 열 표시 900, 이론상 열 시뮬레이션 902 및 비교 904를 도시한다. 표시 900 및 시뮬레이션 902은 열 지도와 같이 도시되며, 더 어두운 영역은 더 낮은 온도를 의미하고, 더 밝은 영역은 더 높은 온도를 의미한다. 열 지도는 섭씨 26 또는 27 내지 34도의 범위로 디스플레이된다.
- [0145] 도 9A에서 도시된 바와 같이, 공간적 열 표시 900은 본 이미징 장치에 의하여 실제로 얻어진 것과 같이, 랜덤한 위치, 크기 및 형상을 가진 온도가 상이한 영역을 포함한다. 반면, 도 9B의 이론상 열 시뮬레이션 802은 더 부드럽고 더 멀리 배열된 온도 경사와 함께 도시된다. 즉, 이론상 열 시뮬레이션 902은 환자의 유방의 3D 재건의 온도 경사의 수학적 모델을 나타낸다.
- [0146] 도 9C의 비교 904는 공간상 열 표시 900과 이론상 열 시뮬레이션 902 간의 온도 차를 나타낸다. 도시된 바와 같이, 비교 904 영역의 대부분은 대략 섭씨 2.5 내지 5도의 온도 차를 나타내며, 나머지 영역은 대략 0 내지 1.5도의 온도 차를 나타낸다. 즉, 비교 804는 온도 차가 큰 것을 나타낸다.
- [0147] 요약하면, 3D에서, 공간적 열 표시와 이론상 열 시뮬레이션 간의 현저한 온도 차는 하나 이상의 종양과 같은, 이상(abnormality)의 존재를 나타낼 수 있다. 실시예에서, 사용자는 온도 차 임계치를 설정할 수 있으며, 상기 방법은 이상의 존재 가능성을 알릴 수 있다. 임계치는 온도 차가 있는 영역의 크기에 존재할 수도 있으며, 이에 따라 실제 이상만을 나타내도록 너무 크거나 너무 작은 영역을 추출해 낼 수 있다.
- [0148] 상기 언급된 실시예는 상기 비교에 기초하여, 어떠한 대상에 있는 열적 구별 가능한 대상의 존재 가능성을 결정하기 위하여 적용될 수 있다.
- [0149] 용어 “포함하다(comprises)”, “포함하는(comprising)”, “포함하다(include)”, “포함하는(including)”, “가지는(having)” 및 이들의 활용은 “포함하나 이로 제한되는 것은 아님”을 의미한다.
- [0150] 여기에서 사용된 바와 같이, “a”, “an”, 및 “the”는 문맥이 명시적으로 다른 것을 지시하지 않는 한 복수를 포함할 수 있다. 예를 들어, 용어 “화합물(a compound)” 또는 “적어도 하나의 화합물(at least one compound)”는 혼합물을 포함하는, 복수의 화합물을 포함할 수 있다.
- [0151] 본 출원에서, 본 발명의 다양한 실시예는 범위(range format)로 나타낼 수 있다. 범위로 나타내는 설명은 설명의 편의 및 간략화를 위한 것으로, 본 발명의 사상에 대한 유연하지 않은 한정으로 해석되는 것은 아니다. 따라서, 범위에 대한 설명은 범위 내 각 수치 값뿐만 아니라 모든 가능한 서브레인지에 나타내는 것으로 간주되어야 한다. 예를 들어, 1 내지 6의 범위가 상세한 설명에 기재되어 있는 경우, 범위 내 각 숫자, 예를 들어 1, 2, 3, 4, 5 및 6뿐만 아니라, 1 내지 3, 1 내지 4, 1 내지 5, 2 내지 4, 2 내지 6, 3 내지 6 등과 같은 서브레인지도 나타내는 것으로 간주된다. 이는 범위의 너비에 관계없이 적용된다.
- [0152] 수치적 범위가 여기에서 개시되는 경우라면 언제나, 개시된 범위 내 어떠한 숫자(분수 또는 정수)를 포함하는 것을 의미한다. 첫 번째 지시 숫자 및 두 번째 지시 숫자의 “범위/이들 간의 범위(ranging/ranges between)”

및 첫 번째 지시 숫자”로부터” 두 번째 숫자”까지의” “범위(ranging/ranges)”는 상호 교환적으로 사용될 수 있으며, 첫 번째 및 두 번째 지시 숫자와 이들 간의 모든 분수 및 정수를 포함하는 것을 의미한다.

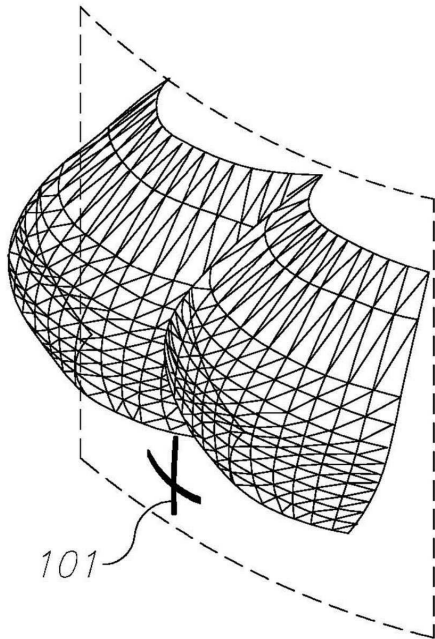
[0153] 명료한 설명을 위하여 별도의 실시예로 기술되는 본 발명의 특징은 단일 실시예로 조합될 수도 있다. 역으로, 간략한 설명을 위하여 하나의 실시예로 기술되는 본 발명의 다양한 특징들은 본 발명의 다양한 실시예에서 별도로 또는, 제조할 수도 있다. 다양한 실시예의 관점에서 기술된 특징들은 이들 요소들이 없는 경우 실시예가 동작 가능하지 않은 경우가 아니라면, 필수적인 특징인 것으로 간주되지는 않는다.

[0154] 본 발명은 특정 실시예를 이용하여 기술되었음에도 불구하고, 다양한 대체, 변형 및 변경이 당업자에 의하여 가능함이 명백하다. 따라서, 첨부된 청구항의 사상 및 범위 내에서라면 다양한 대체, 변형 및 변경을 포함할 수 있다.

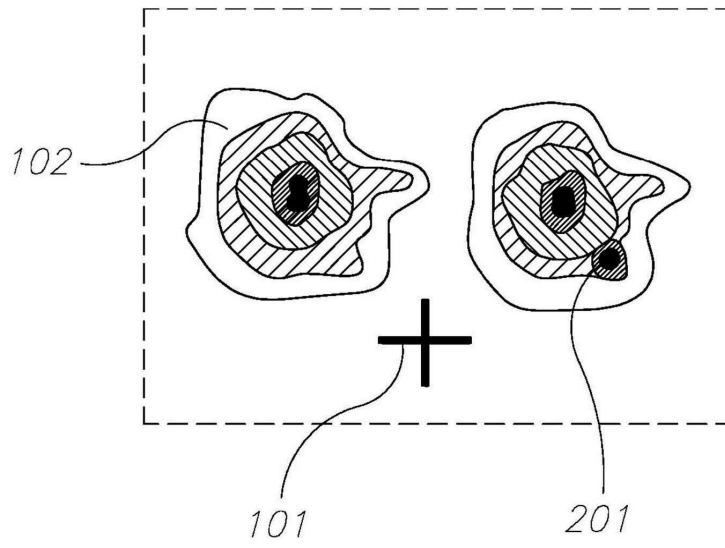
[0155] 본 명세서 내에 언급된 모든 공개공보, 특허 및 특허 출원은 본 명세서 내로 참조에 의하여 전체적으로 포함되며, 각 개별 공개공보, 특허 또는 특허 출원이 참조에 의하여 각각으로 여기에서 포함되도록 지시된 것과 동일하다. 또한, 본 출원에 대한 참조 문헌이 본 발명의 종래 기술로 이용 가능한 것으로 허락된 것은 아니다. 섹션별 헤드가 반드시 이를 제한하는 것은 아니다.

도면

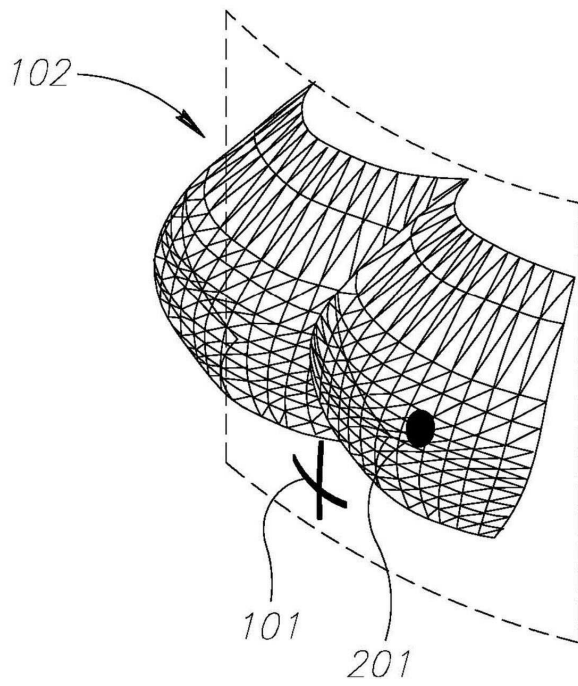
도면1a



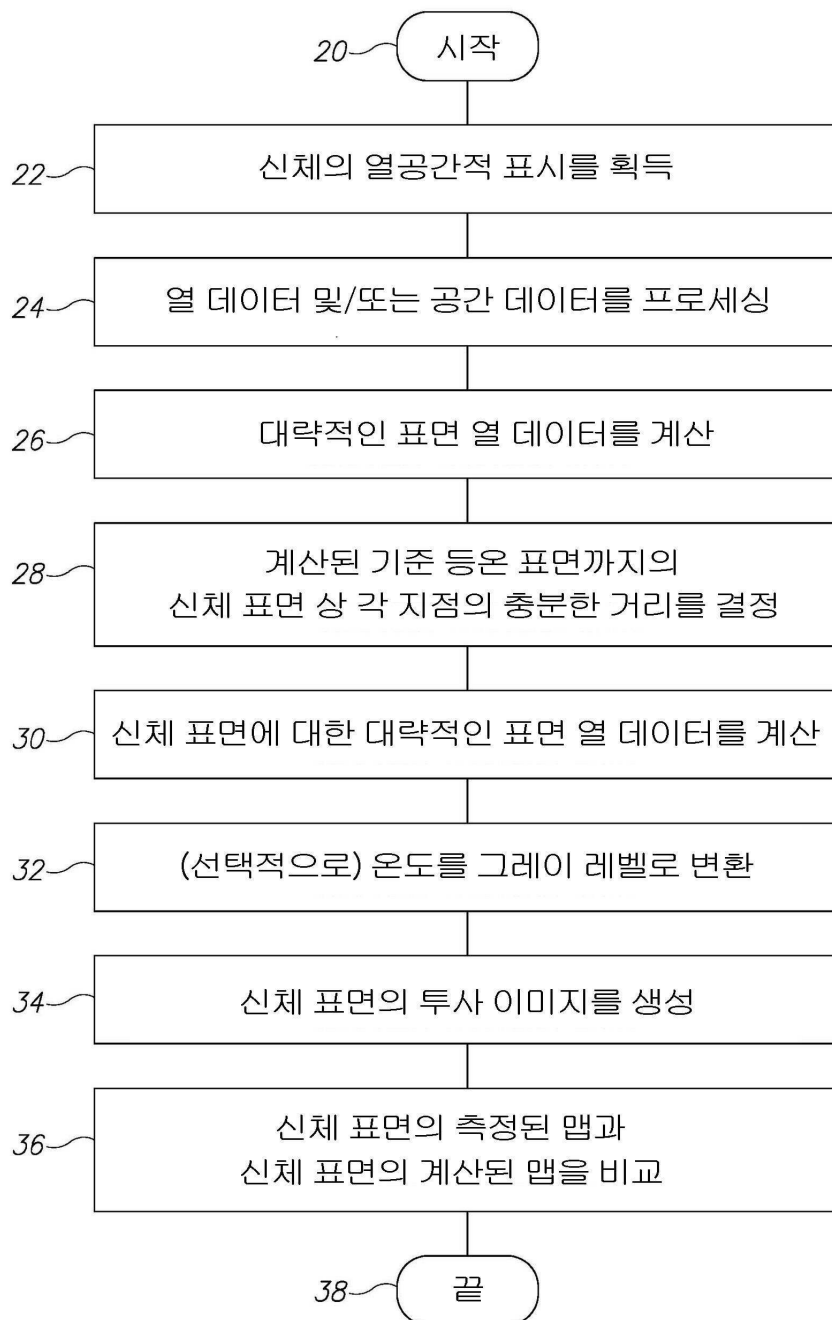
도면1b



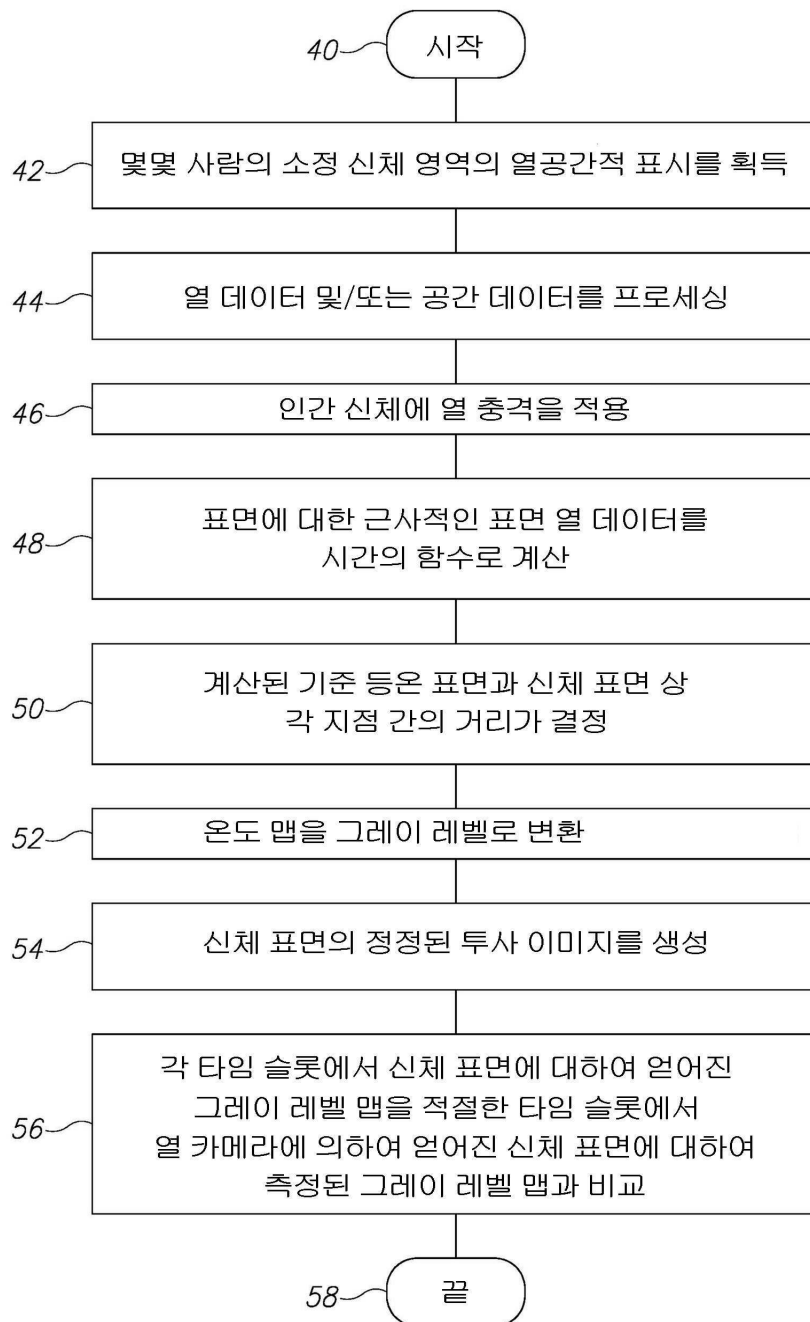
도면1c



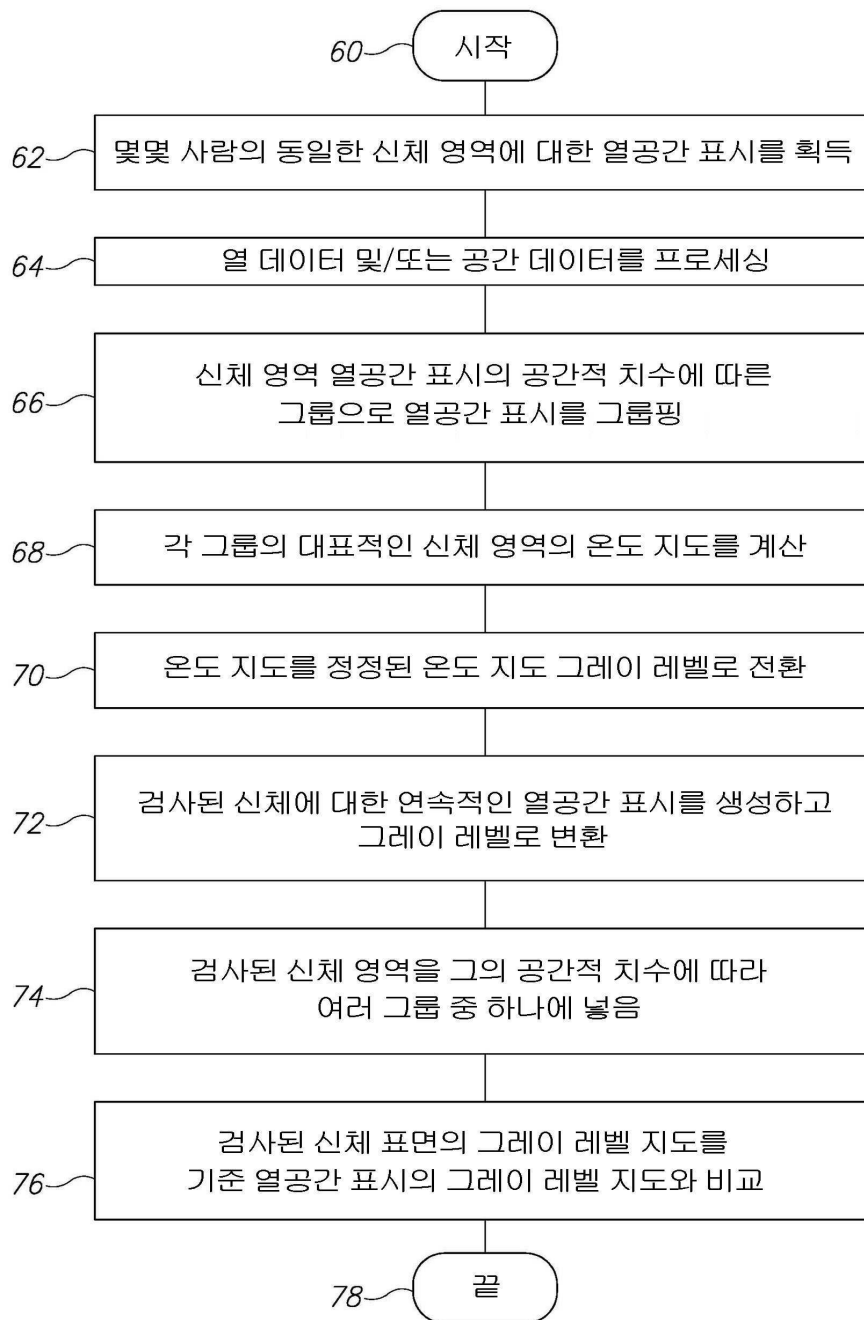
도면2



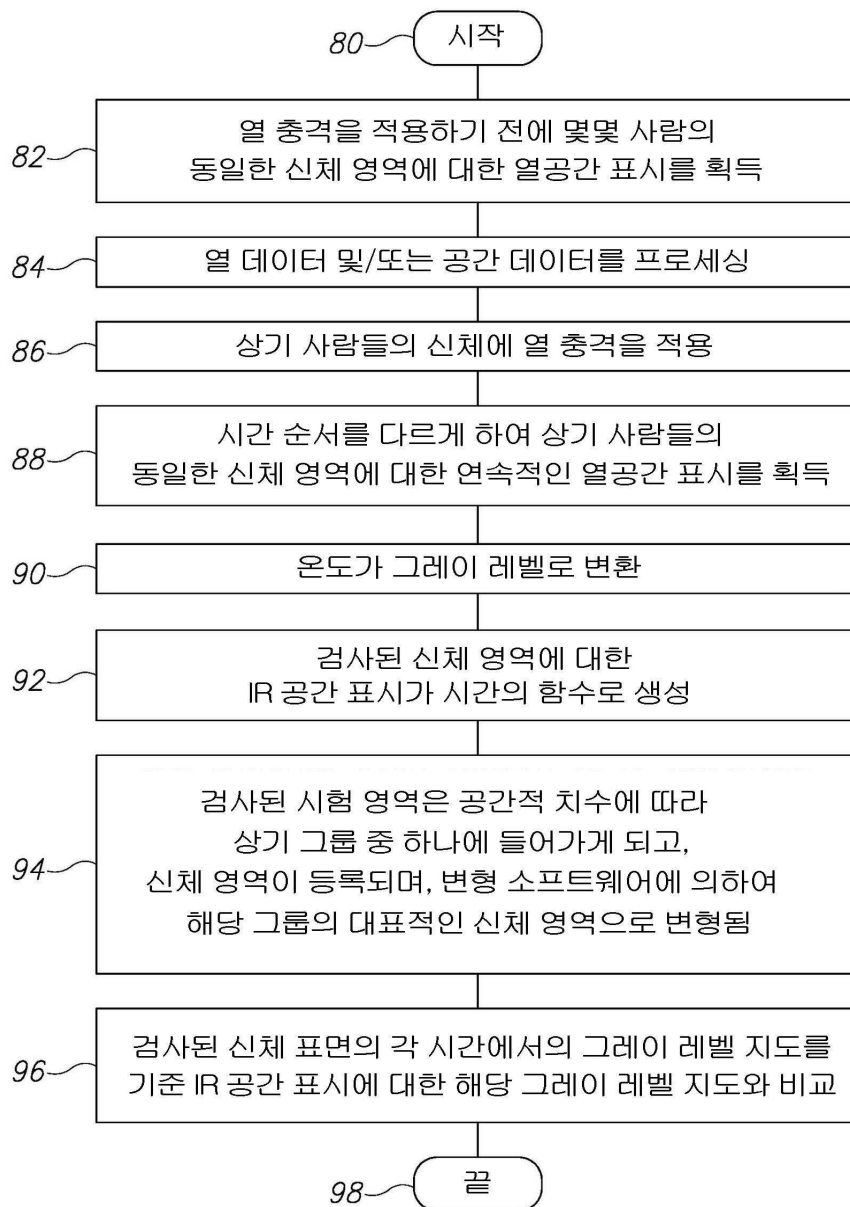
도면3



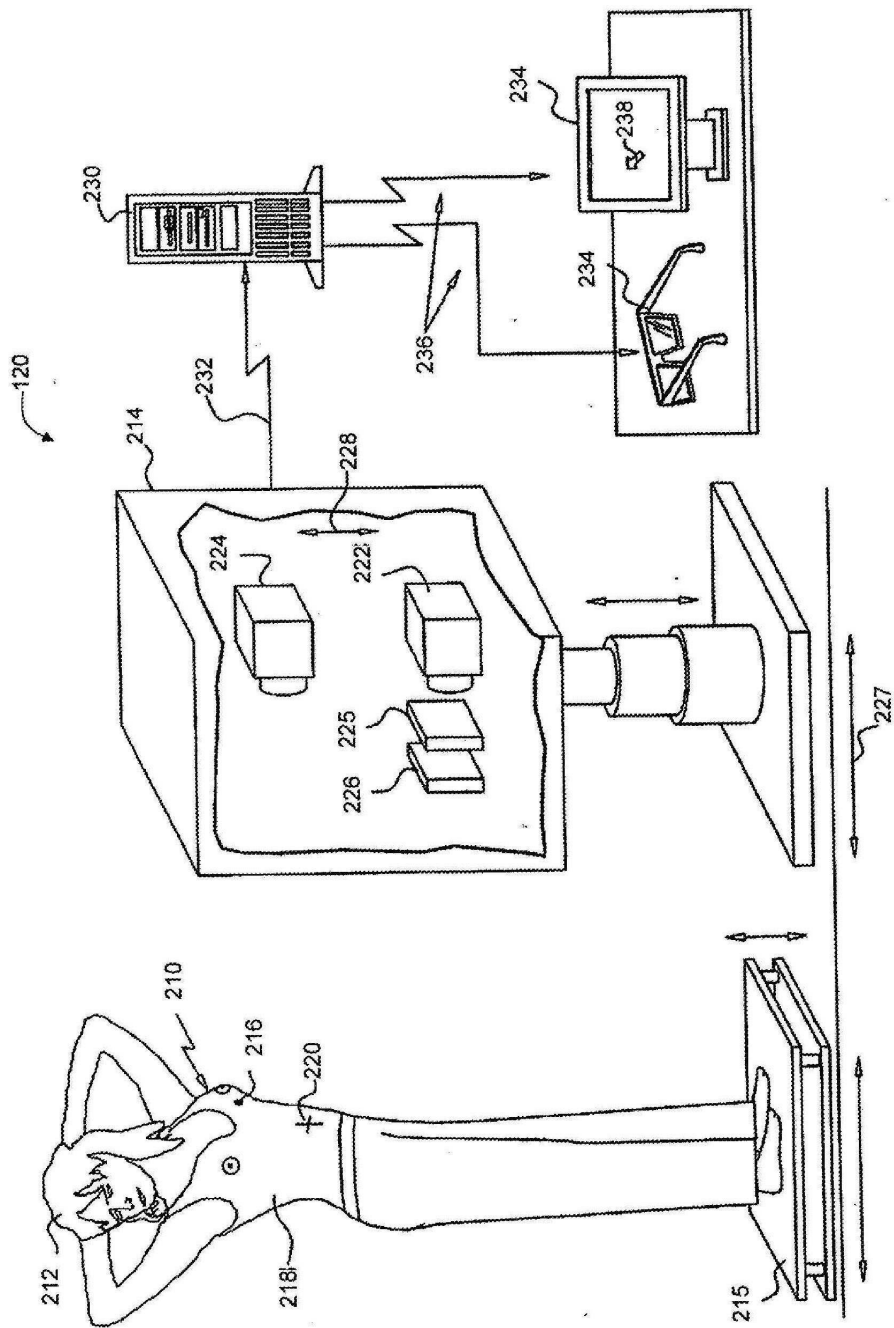
도면4



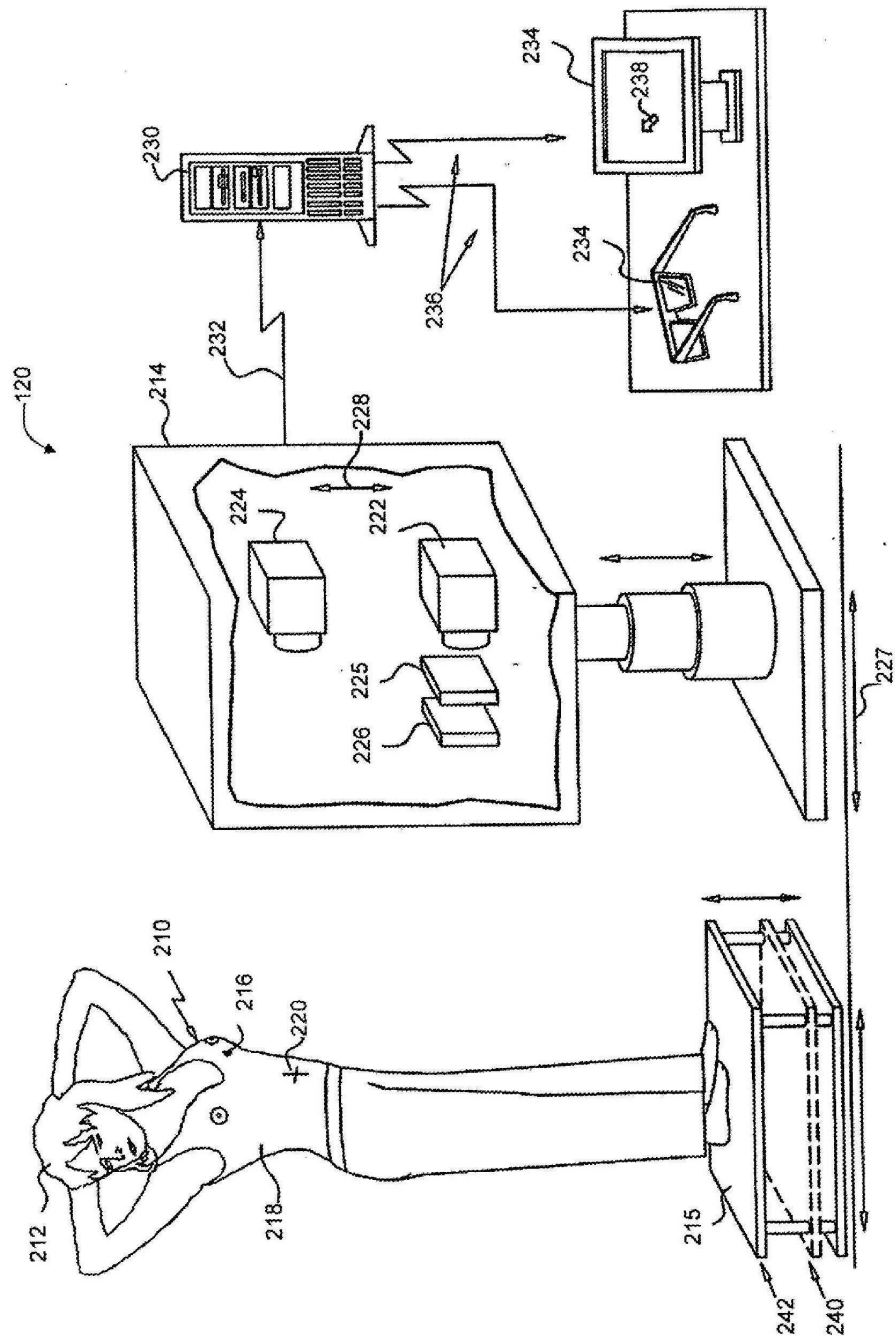
도면5



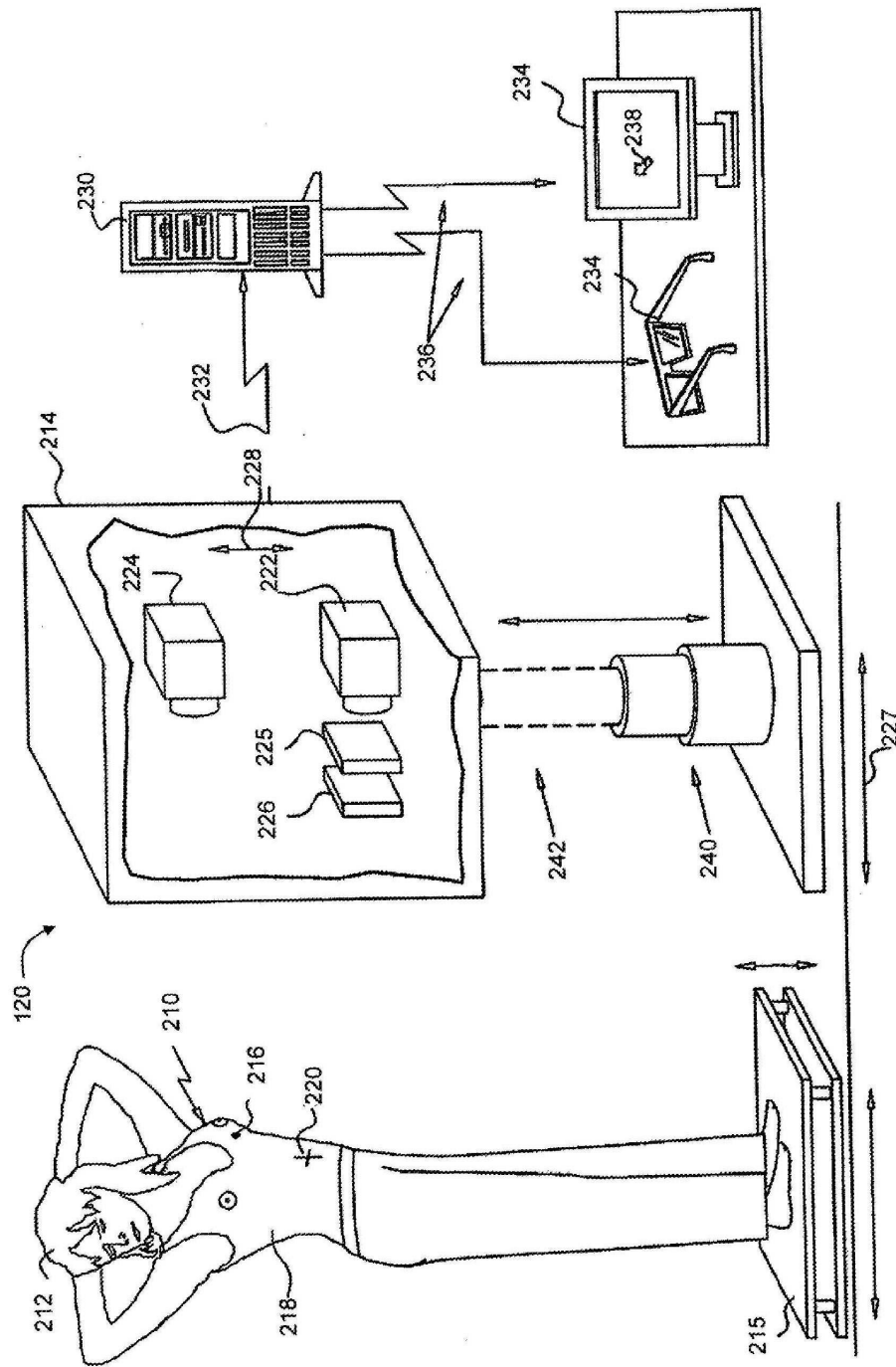
도면6a



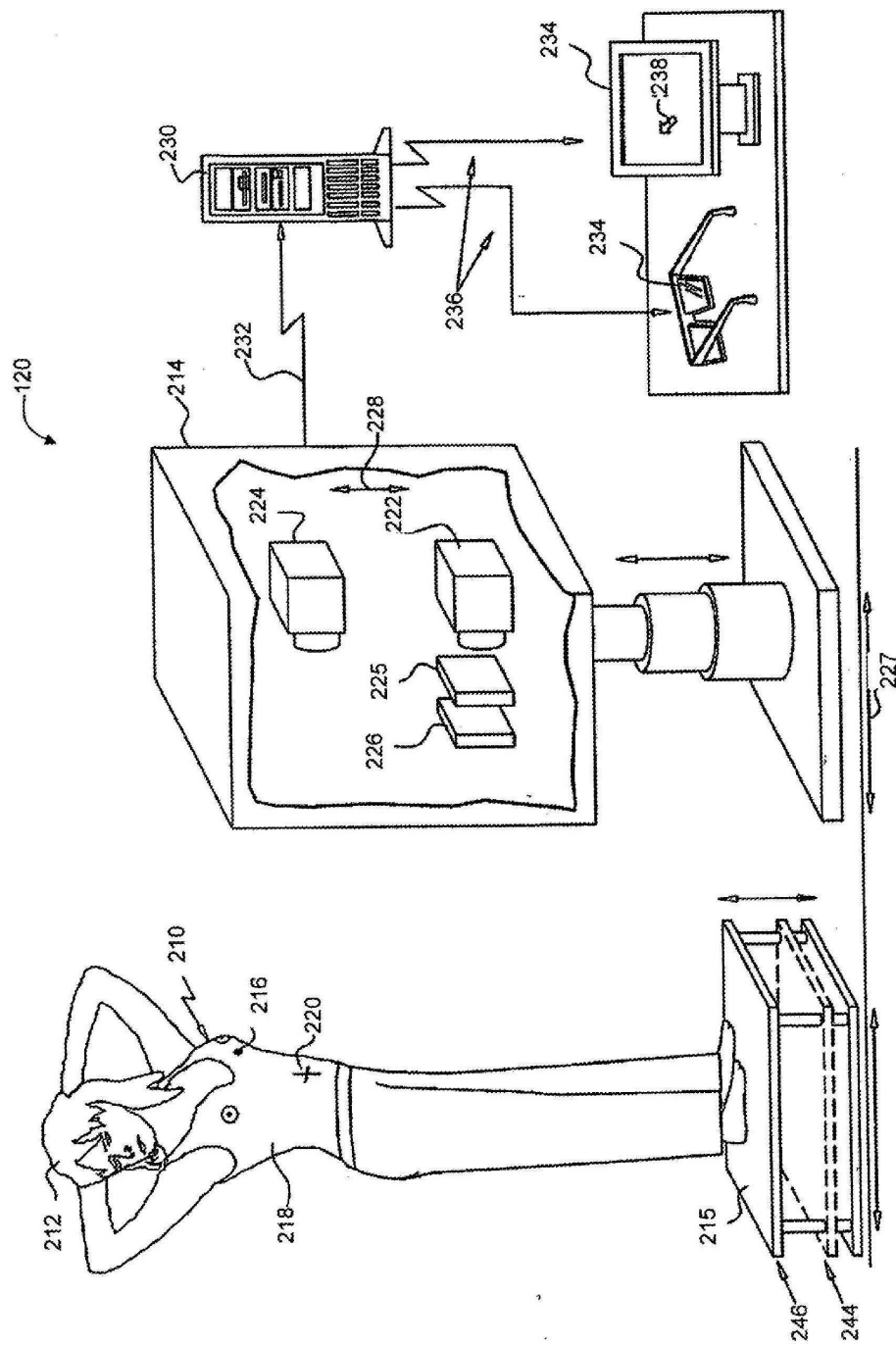
도면6b



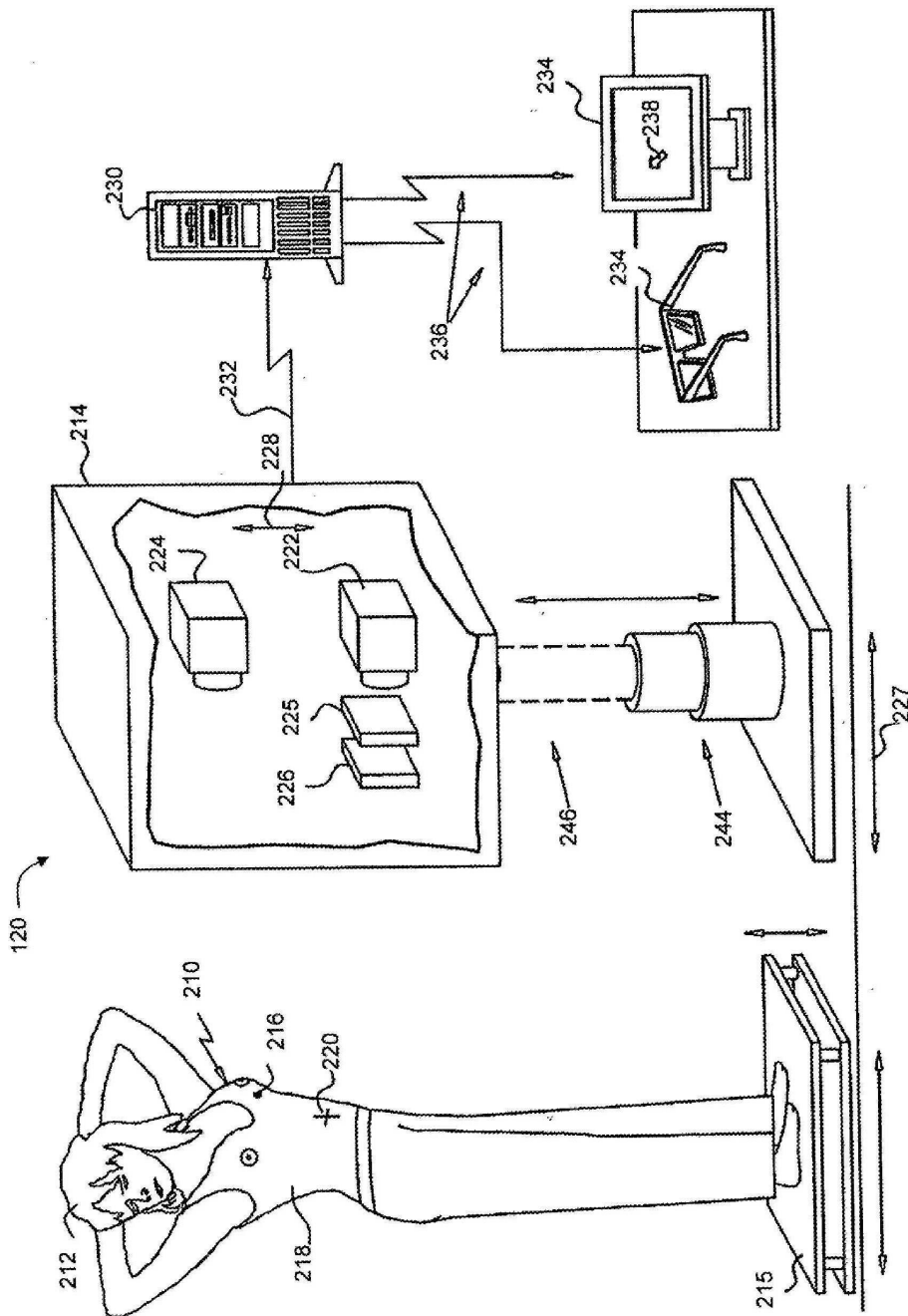
도면6c



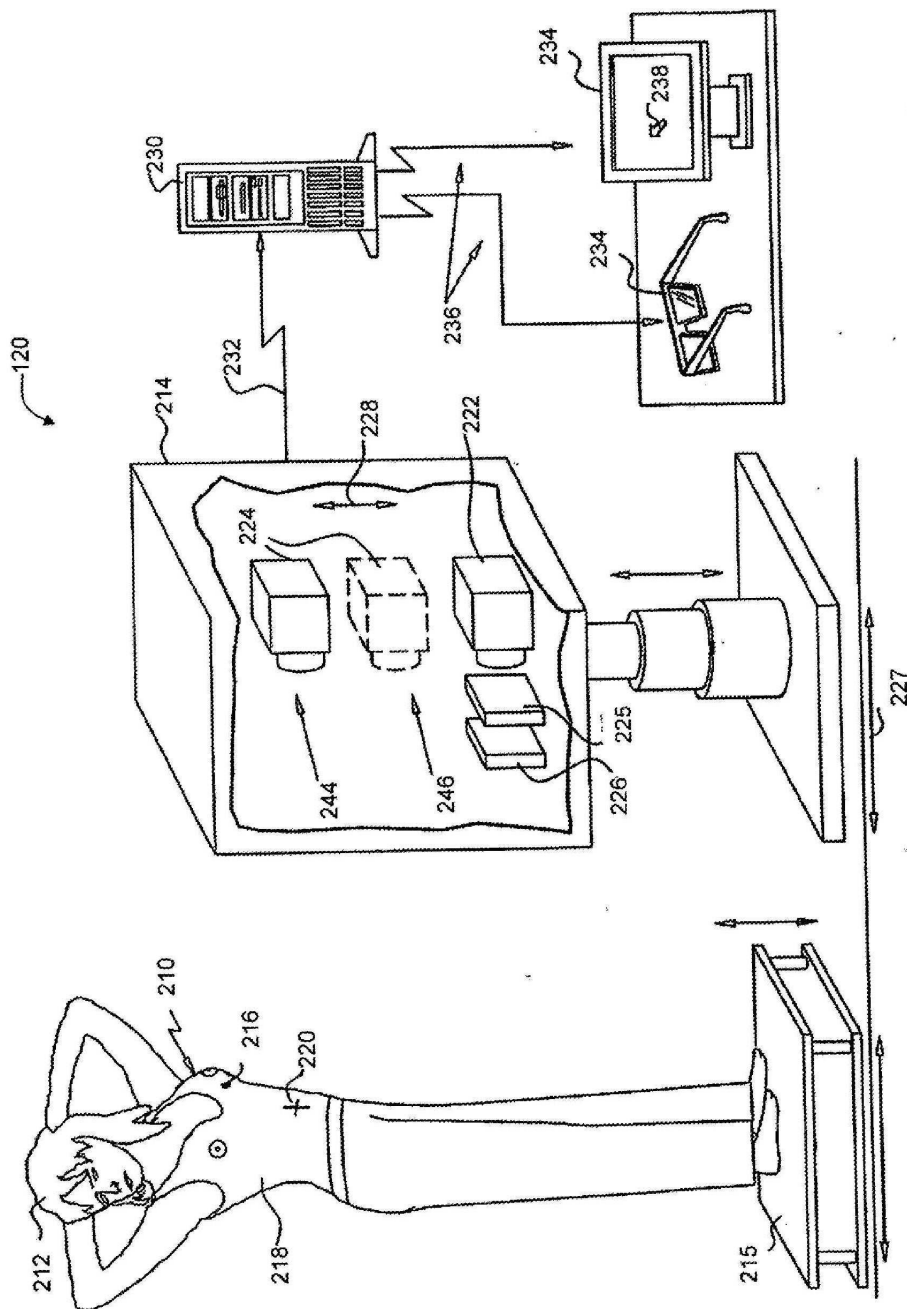
도면7a



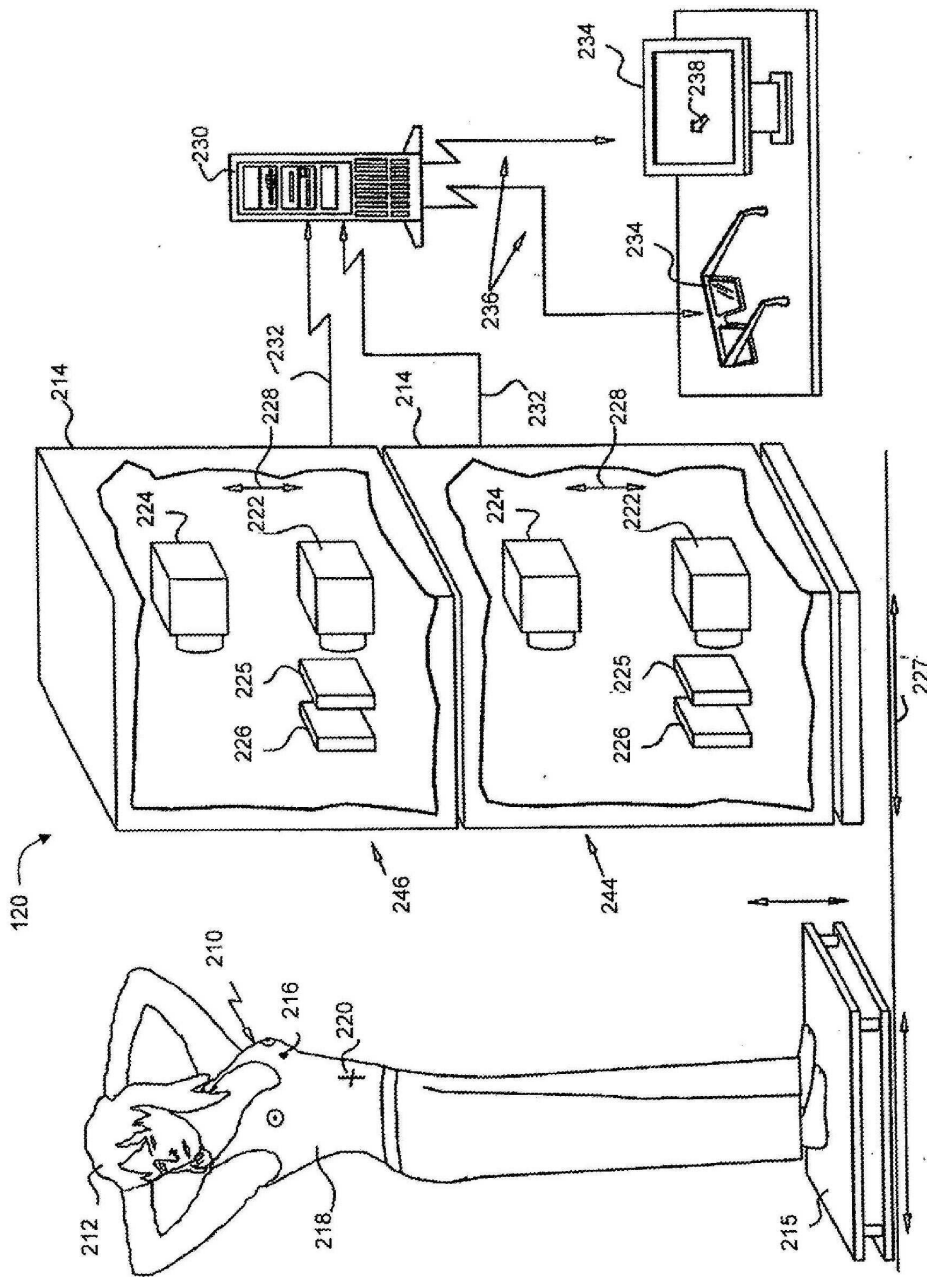
도면7b



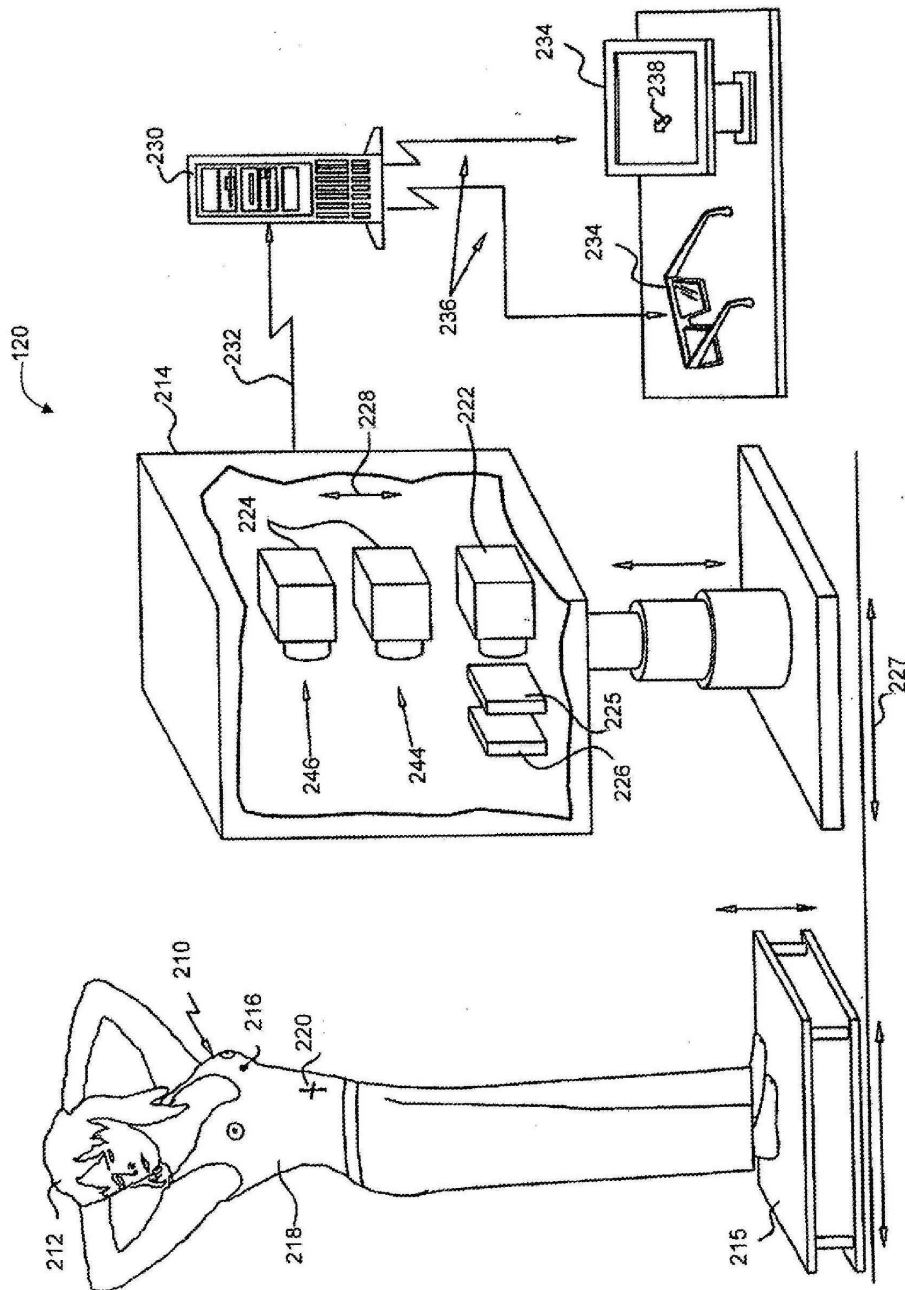
도면7c



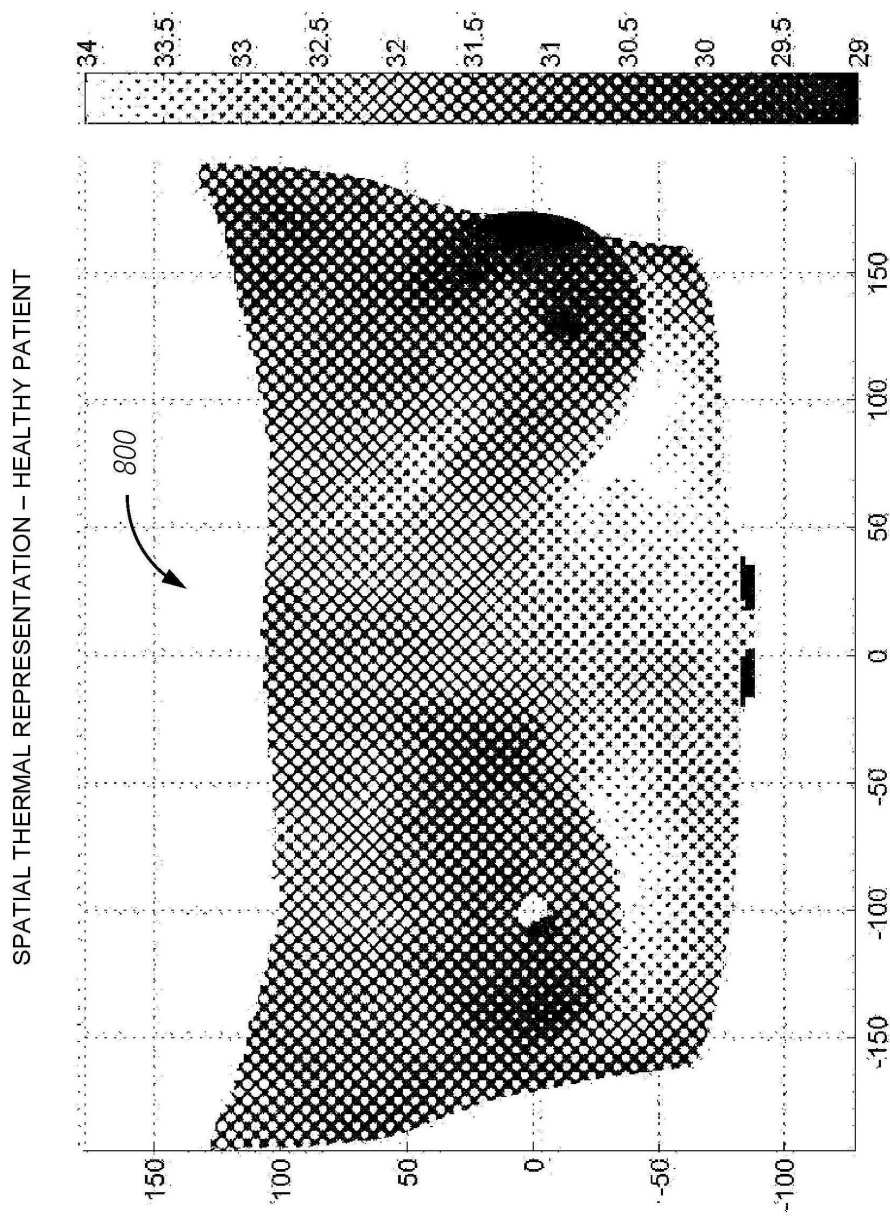
도면7d



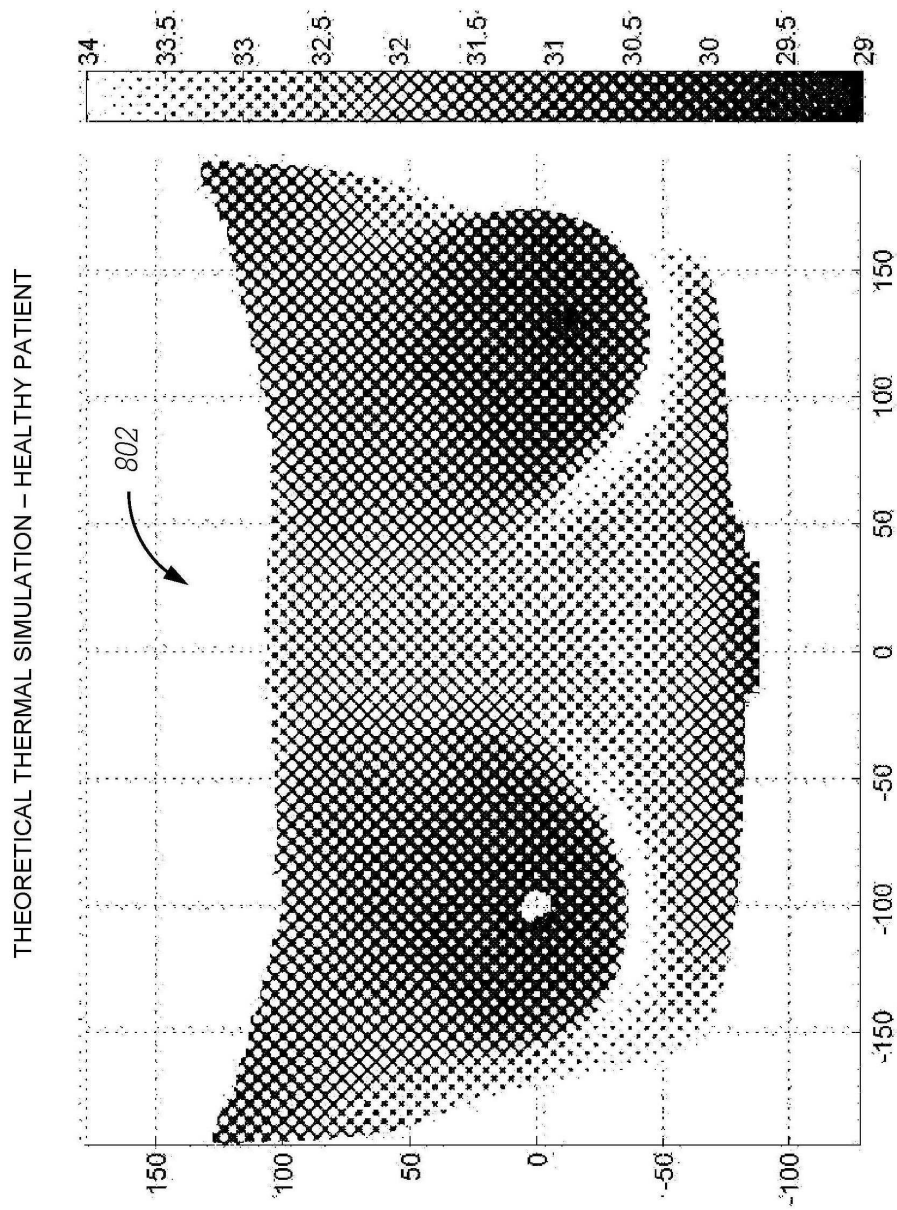
도면7e



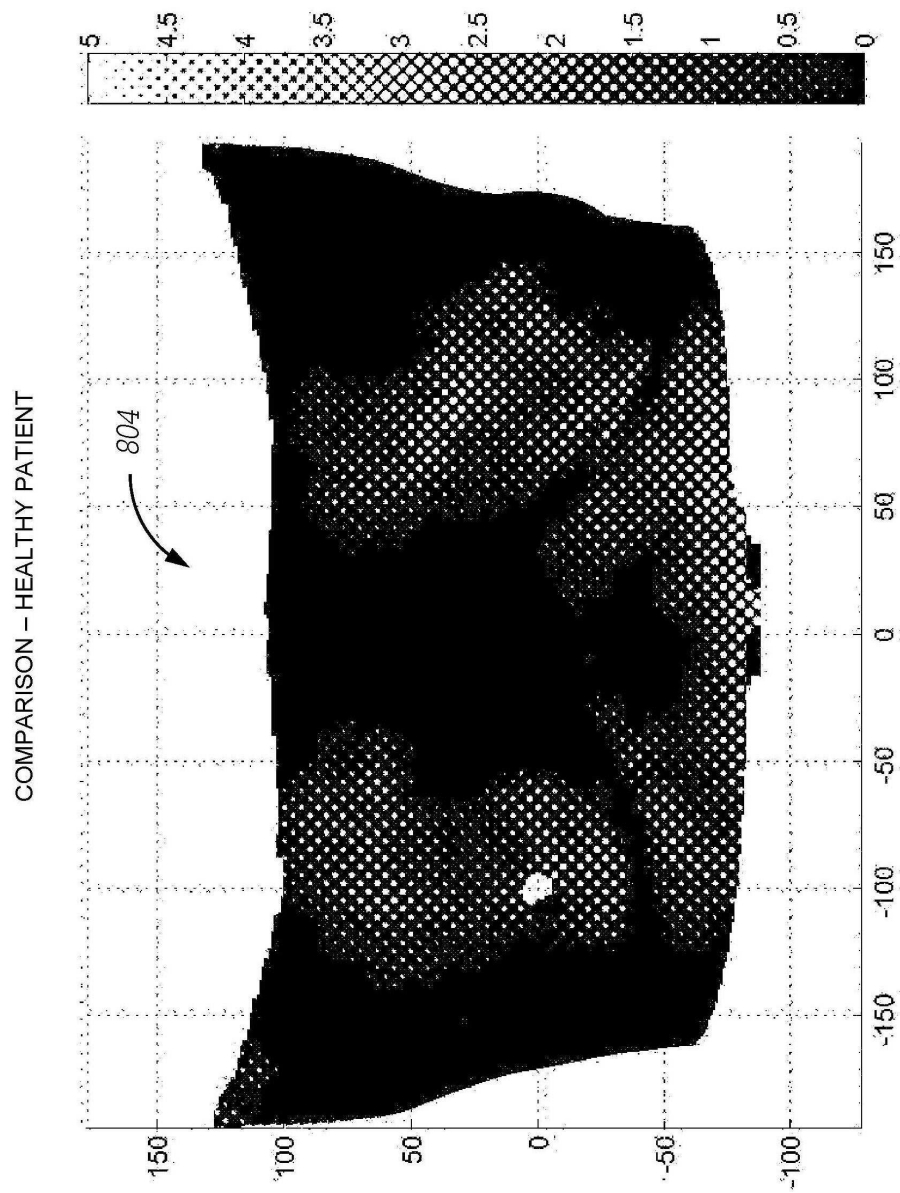
도면8a



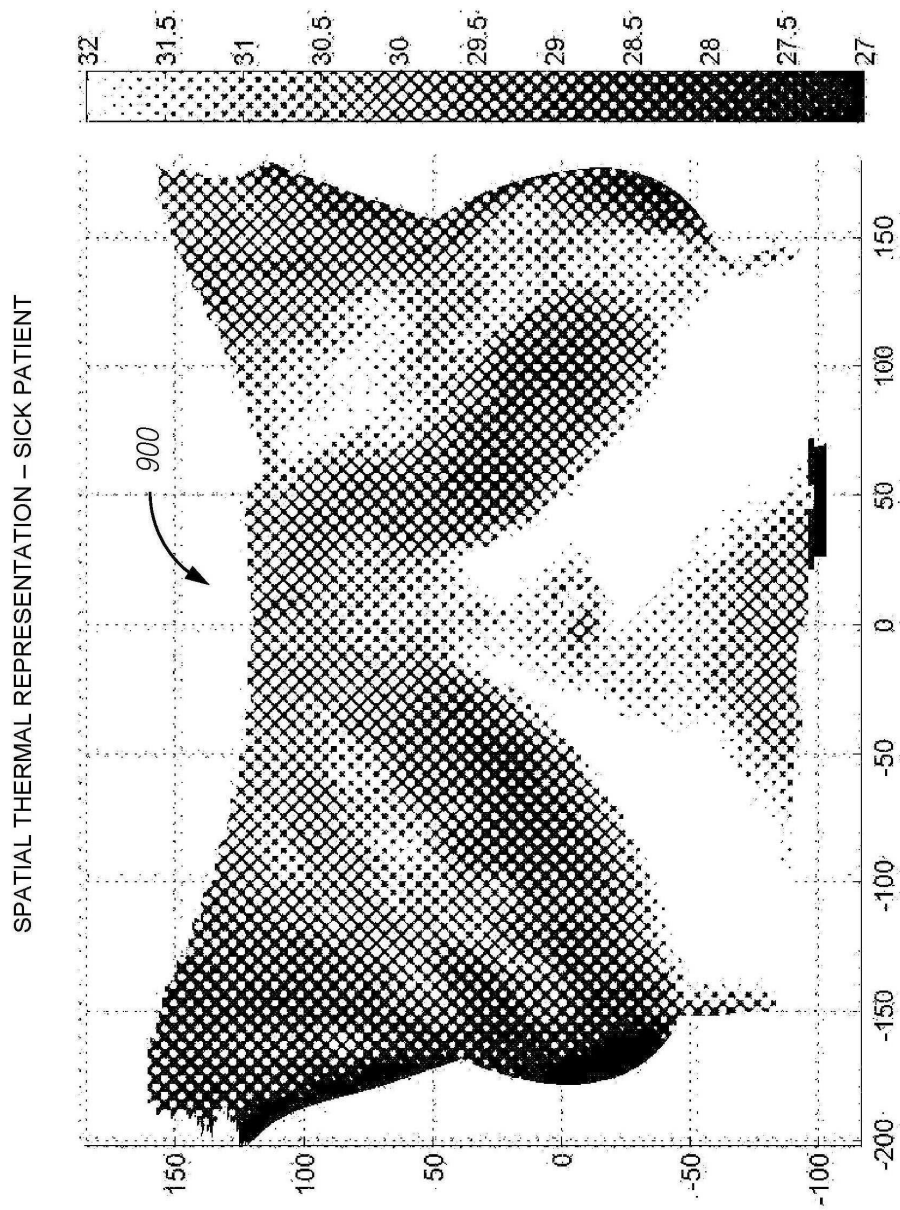
도면8b



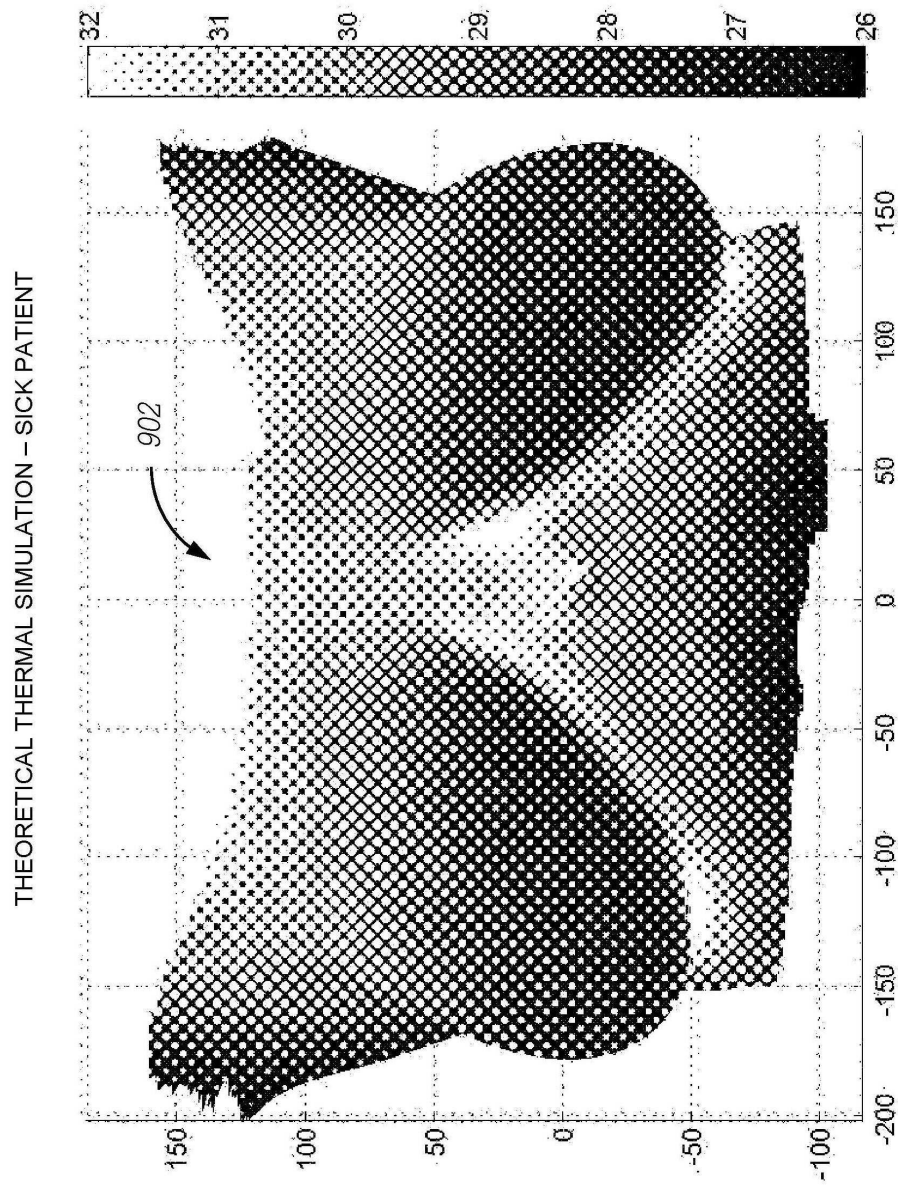
도면8c



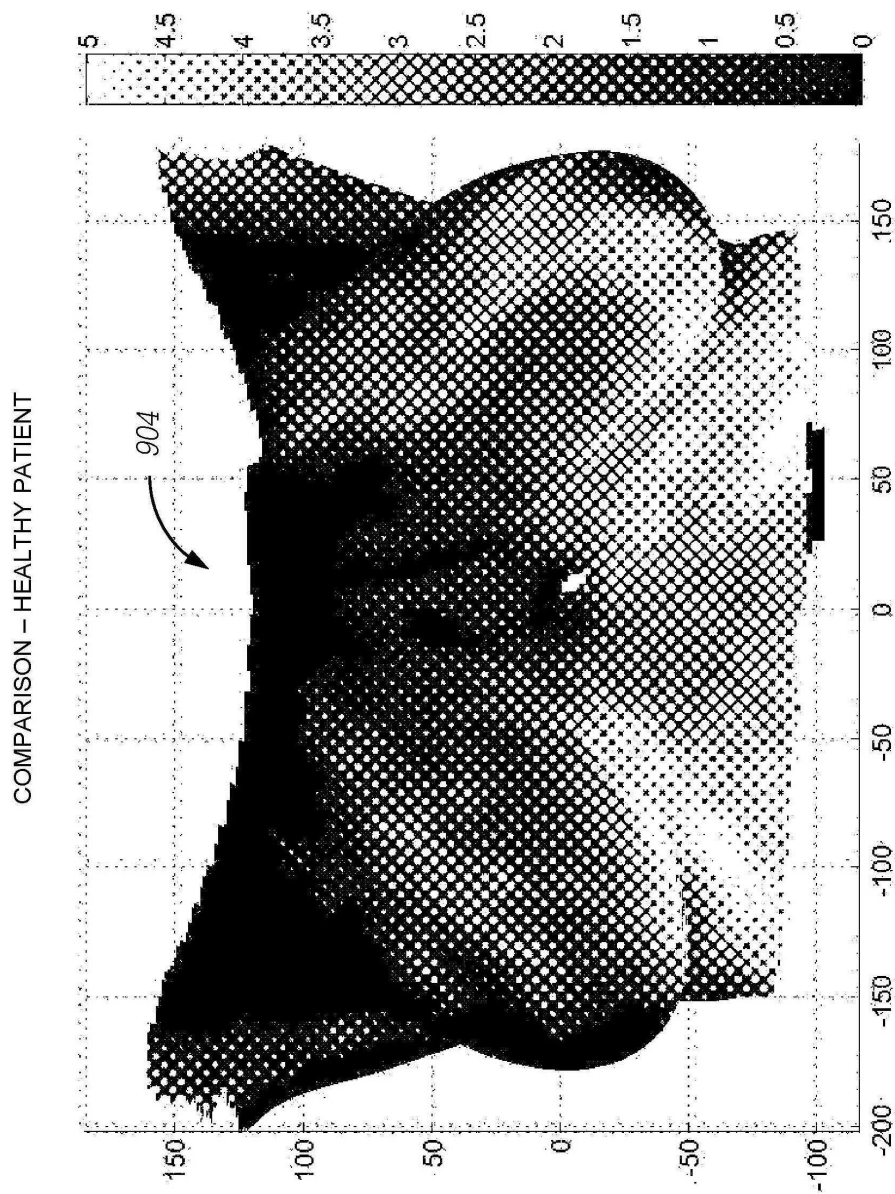
도면9a



도면9b



도면9c



专利名称(译)	发明名称表面模拟		
公开(公告)号	KR1020160078333A	公开(公告)日	2016-07-04
申请号	KR1020167008081	申请日	2014-08-25
[标]申请(专利权)人(译)	真实成像有限公司		
申请(专利权)人(译)	真实影像有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	真实影像有限公司		
[标]发明人	NAIMI EYAL 나이미에알 ARNON ISRAEL BOAZ 아르논 이스라엘보아즈 ARIELY YOEL 에리엘리요엘		
发明人	나이미,에알 아르논,이스라엘보아즈 에리엘리,요엘		
IPC分类号	A61B5/00 G06T7/00 A61B5/01		
CPC分类号	A61B5/0064 A61B5/0091 A61B5/015 G06T7/0012 G06T2207/10048 G06T2207/30068 A61B5/4312 A61B5/0075 A61B5/0077 A61B5/4884 A61B5/7264 A61B2576/02		
优先权	2013015375 2013-08-29 GB		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了接收关于弯曲体区域的空间热显示(空间热表示)的步骤和成像方法,其包括产生上述弯曲体区域的理论热模拟的步骤,并且其包括热图像。其中空间热显示与空间数据有关,并且产生理论热模拟的步骤基于关于显示器的空间数据类型和上述弯曲体区域的预定热力学逻辑。

