



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년01월28일

(11) 등록번호 10-2357001

(24) 등록일자 2022년01월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/00 (2021.01) A61B 5/107 (2006.01)

A61B 5/11 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61B 5/4561 (2013.01)

A61B 5/0077 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0069177

(22) 출원일자 2020년06월08일

심사청구일자 2020년06월08일

(65) 공개번호 10-2021-0152279

(43) 공개일자 2021년12월15일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020100119363 A*

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(주)엠지솔루션스

서울특별시 마포구 동교로12안길 24, 4층(서교동, 용혼빌딩)

(72) 발명자

박중현

서울특별시 강남구 도곡로43길 21, 101동 2504호 (역삼동, 래미안그레이튼)

조한얼

서울특별시 강남구 언주로 123, 6동 405호(도곡동, 개포한신아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인유인

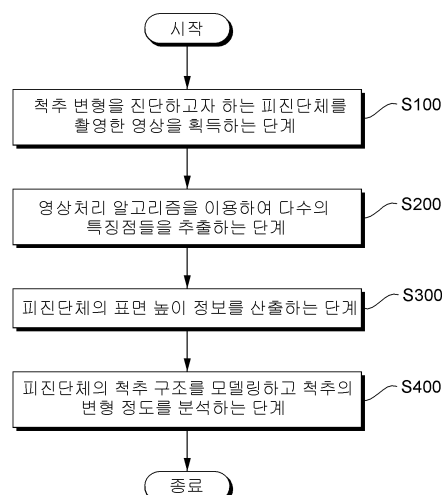
전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 손준영

(54) 발명의 명칭 3차원 심도 카메라를 이용한 척추 측만 진단 방법 및 시스템

(57) 요약

본 발명에 따르면, 프로세서가, 척추 변형을 진단하고자 하는 피진단체를 촬영한 영상을 획득하는 단계, 상기 피진단체를 촬영한 영상에서 영상처리 알고리즘을 이용하여 다수의 특징점들을 추출하는 단계, 상기 특징점들 사이의 거리 정보를 이용하여 상기 피진단체의 일 지점 간의 상대적인 높낮이를 측정하여 표면 높이 정보를 산출하는 단계 및 상기 표면 높이 정보를 이용하여 상기 피진단체의 척추 구조를 모델링하고 척추의 변형 정도를 분석하는 단계를 포함하여 피진단체의 척추 구조를 유추하는 3차원 심도 카메라(3D depth camera)를 이용한 척추 측만 진단 방법 및 척추 측만 진단 시스템이 개시된다.

대표도 - 도2

(52) CPC특허분류

A61B 5/1071 (2013.01)

A61B 5/1079 (2013.01)

A61B 5/1121 (2013.01)

A61B 5/1128 (2013.01)

(72) 발명자

박재현

서울특별시 강북구 오현로 207, 402동 805호(변동,
변동주공아파트)

김현준

서울특별시 성동구 서울숲2길 29(성수동1가)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020130102784 A*

KR1020130134680 A*

KR1020170019667 A*

KR1020170087662 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

프로세서가, 척추 변형을 측정하고자 하는 피진단체를 촬영한 영상을 획득하는 단계;

상기 피진단체를 촬영한 영상에서 영상처리 알고리즘을 이용하여 다수의 특징점들을 추출하는 단계;

상기 특징점들 사이의 거리 정보를 이용하여 상기 피진단체의 일 지점 간의 상대적인 높낮이를 측정하여 표면 높이 정보를 산출하는 단계; 및

상기 표면 높이 정보를 이용하여 상기 피진단체의 척추 구조를 모델링하고 척추의 변형 정도를 분석하는 단계;를 포함하며,

상기 영상처리 알고리즘을 이용하여 다수의 특징점들을 추출하는 단계는, 상기 피진단체를 촬영한 영상을 이용하여 3차원 심도 맵 데이터를 계산하는 단계; 상기 심도 맵 데이터로부터 확인한 상기 피진단체까지의 거리와 기준 배경영상까지의 거리를 비교하여 상기 피진단체의 외곽선을 검출하는 단계; 검출한 상기 피진단체의 외곽선에서 제1 특징점들을 추출하는 단계; 및 상기 심도 맵 데이터로부터 확인한 상기 피진단체까지의 거리 정보 별로 상기 피진단체의 표면에서 제2 특징점들을 추출하는 단계;를 포함하고,

상기 피진단체의 일 지점 간의 상대적인 높낮이를 측정하여 표면 높이 정보를 산출하는 단계는, 상기 피진단체의 외곽선을 기준으로 가상의 표면을 이루는 직교선을 생성하여 상기 직교선의 교차점들을 기준 좌표로 설정하는 단계; 추출한 상기 다수의 특징점들을 상대 좌표로 설정하는 단계; 및 상기 상대 좌표를 이용하여 상기 피진단체의 일 지점 간의 거리를 계산하고, 상기 상대 좌표에 인접한 상기 기준 좌표와의 위치를 비교하여 상기 기준 좌표와의 거리와 각도를 상기 표면 높이 정보로 산출하는 단계;를 포함하며,

상기 표면 높이 정보를 이용하여 상기 피진단체의 척추 구조를 모델링하고 척추의 변형 정도를 분석하는 단계는, 상기 표면 높이 정보를 이용하여 상기 피진단체의 척추의 수평면 상의 회전 반경을 추정하는 단계; 상기 회전 반경 정보와 어깨 양측 어깨 관절 위치 차이, 양측 골반 관절 위치 차이, 중심축의 이동 정도를 포함하는 정보를 종합하여 척추 구조를 모델링하는 단계; 및 상기 모델링한 척추 구조를 기반으로 척추의 변형 정도를 분석하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 척추 측만 측정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 피진단체를 촬영한 영상을 획득하는 단계는,

상기 피진단체의 전면, 측면, 후면을 촬영한 영상을 획득하는 것을 특징으로 하는 척추 측만 측정 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 특징점들은, 상기 피진단체의 양측 어깨 관절 위치, 코 위치, 귀 위치 및 양측 골반 관절 위치를 포함하는 것을 특징으로 하는 척추 측만 측정 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 피진단체의 양측 어깨 관절 위치 및 골반 관절 위치는,

상기 피진단체가 기립 상태에서 팔 및 다리를 움직이는 경우 이동의 중심으로 확인되는 위치인 것을 특징으로 하는 척추 측만 측정 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 표면 높이 정보를 이용하여 상기 피진단체의 척추 구조를 모델링하고 척추의 변형 정도를 분석하는 단계는,

상기 피진단체의 척추의 경흉추부와 요추부를 구분하여 변형 정도를 분석하는 것을 특징으로 하는 척추 측만 측정 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 모델링한 척추 구조를 기반으로 척추의 변형 정도를 분석하는 단계는,

상기 모델링한 척추 구조에서 상기 회전 반경 정보와 양측 어깨 관절 위치 차이, 양측 골반 관절 위치 차이를 포함하는 정보를 이용하여 척추의 측만 변형의 발생 방향을 확인하는 것을 특징으로 하는 척추 측만 측정 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 모델링한 척추 구조를 기반으로 척추의 변형 정도를 분석하는 단계는,

상기 척추의 경흉추부와 요추부의 경계를 확인하여, 양측 골반 관절 위치 차이로부터 척추의 진행 방향과 만곡을 결정하고, 양측 골반 관절의 중심점부터 흉요추부경계의 중심 사이의 곡선을 각도를 통하여 추정하는 것을 특징으로 하는 척추 측만 측정 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 모델링한 척추 구조를 기반으로 척추의 변형 정도를 분석하는 단계는,

흉요추부 경계 및 양측 어깨 관절의 중심점을 이용하여 흉추 만곡을 확인하고 회전 반경을 고려하여 변곡 정도를 결정하는 것을 특징으로 하는 척추 측만 측정 방법.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 피진단체의 척추의 경흉추부와 요추부를 구분하는 것은,

요추 굴곡의 변곡점을 측정하여 경흉추부와 요추부를 분리하는 기준으로 하여 상기 피진단체의 전체 신장에서의 높이를 측정하는 것을 특징으로 하는 척추 측만 측정 방법.

청구항 13

척추 변형을 측정하고자 하는 피진단체를 촬영하는 영상 촬영부; 및

상기 피진단체를 촬영한 영상으로부터 상기 피진단체의 척추 변형을 측정하는 방법을 수행하는 프로세서;를 포함하며,

상기 프로세서는, 척추 변형을 진단하고자 하는 피진단체를 촬영한 영상을 획득하는 단계, 상기 피진단체를 촬

영한 영상에서 영상처리 알고리즘을 이용하여 다수의 특징점들을 추출하는 단계, 상기 특징점들 사이의 거리 정보를 이용하여 상기 피진단체의 일 지점 간의 상대적인 높낮이를 측정하여 표면 높이 정보를 산출하는 단계 및 상기 표면 높이 정보를 이용하여 상기 피진단체의 척추 구조를 모델링하고 척추의 변형 정도를 분석하는 단계를 수행하며,

상기 영상처리 알고리즘을 이용하여 다수의 특징점들을 추출하는 단계는, 상기 피진단체를 촬영한 영상을 이용하여 3차원 심도 맵 데이터를 계산하는 단계; 상기 심도 맵 데이터로부터 확인한 상기 피진단체까지의 거리와 기준 배경영상까지의 거리를 비교하여 상기 피진단체의 외곽선을 검출하는 단계; 검출한 상기 피진단체의 외곽선에서 제1 특징점들을 추출하는 단계; 및 상기 심도 맵 데이터로부터 확인한 상기 피진단체까지의 거리 정보 별로 상기 피진단체의 표면에서 제2 특징점들을 추출하는 단계;를 포함하고,

상기 피진단체의 일 지점 간의 상대적인 높낮이를 측정하여 표면 높이 정보를 산출하는 단계는, 상기 피진단체의 외곽선을 기준으로 가상의 표면을 이루는 직교선을 생성하여 상기 직교선의 교차점들을 기준 좌표로 설정하는 단계; 추출한 상기 다수의 특징점들을 상대 좌표로 설정하는 단계; 및 상기 상대 좌표를 이용하여 상기 피진단체의 일 지점 간의 거리를 계산하고, 상기 상대 좌표에 인접한 상기 기준 좌표와의 위치를 비교하여 상기 기준 좌표와의 거리와 각도를 상기 표면 높이 정보로 산출하는 단계;를 포함하며,

상기 표면 높이 정보를 이용하여 상기 피진단체의 척추 구조를 모델링하고 척추의 변형 정도를 분석하는 단계는, 상기 표면 높이 정보를 이용하여 상기 피진단체의 척추의 수평면 상의 회전 반경을 추정하는 단계; 상기 회전 반경 정보와 어깨 양측 어깨 관절 위치 차이, 양측 골반 관절 위치 차이, 중심축의 이동 정도를 포함하는 정보를 종합하여 척추 구조를 모델링하는 단계; 및 상기 모델링한 척추 구조를 기반으로 척추의 변형 정도를 분석하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 척추 측만 측정 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 영상 촬영부는, 3차원 심도 카메라(3D depth camera)를 포함하며,

상기 프로세서는, 상기 피진단체의 전면, 측면, 후면을 촬영한 영상을 획득하는 것을 특징으로 하는 척추 측만 측정 시스템.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 특징점들은, 상기 피진단체의 양측 어깨 관절 위치, 코 위치, 귀 위치 및 양측 골반 관절 위치를 포함하는 것을 특징으로 하는 척추 측만 측정 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 척추 측만 진단 방법에 관한 것으로, 특히 3차원 심도 카메라(3D depth camera)를 이용한 척추 측만 진단 방법 및 척추 측만 진단 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 척추는 시상면(Sagittal), 관상면(Axial) 및 축상면(Coronal)의 삼차원적인 구조로 분석하게 된다. 특히 이 중 시상면 및 관상면 정렬과 골반/척추 관계가 중요하며 이를 분석하기 위하여 전신 시상면 및 관상면 X-ray를 촬영하고 각종 수치들을 분석하고 있다.

[0003] 전신 시상면 및 관상면 X-ray 를 시행할 경우 정확한 분석이 가능하나 분석하는데 시간이 많이 필요하며, 제한점이 존재하므로 실제 불편이 있는 환자들에게 제한적으로만 시행하고 있다.

[0004] 이에 따라, 영상 기술 및 컴퓨터 기술을 이용하여 X-ray를 사용하지 않고서도 환자의 척추 구조를 유추할 수 있는 기술이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명은 3차원 심도 카메라(3D depth camera)를 이용한 척추 측만 진단 방법 및 척추 측만 진단 시스템으로 프로세서가, 척추 변형을 진단하고자 하는 피진단체를 촬영한 영상을 획득하는 단계, 상기 피진단체를 촬영한 영상에서 영상처리 알고리즘을 이용하여 다수의 특징점들을 추출하는 단계, 상기 특징점들 사이의 거리 정보를 이용하여 상기 피진단체의 일 지점 간의 상대적인 높낮이를 측정하여 표면 높이 정보를 산출하는 단계 및 상기 표면 높이 정보를 이용하여 상기 피진단체의 척추 구조를 모델링하고 척추의 변형 정도를 분석하는 단계를 포함하여 피진단체의 척추 구조를 유추하는데 그 목적이 있다.
- [0006] 또한, 척추 균형 확인을 위하여 필요하지만 실제 3차원 심도 카메라(3D depth camera)로는 알기 어려운 지점인 척추뼈, 꼬리뼈, 대퇴골 두부의 위치를 알아내는데 또 다른 목적이 있다.
- [0007] 본 발명의 명시되지 않은 또 다른 목적들은 하기의 상세한 설명 및 그 효과로부터 용이하게 추론할 수 있는 범위 내에서 추가적으로 고려될 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 심도 카메라를 이용한 척추 측만 진단 방법은, 프로세서가, 척추 변형을 진단하고자 하는 피진단체를 촬영한 영상을 획득하는 단계, 상기 피진단체를 촬영한 영상에서 영상처리 알고리즘을 이용하여 다수의 특징점들을 추출하는 단계, 상기 특징점들 사이의 거리 정보를 이용하여 상기 피진단체의 일 지점 간의 상대적인 높낮이를 측정하여 표면 높이 정보를 산출하는 단계 및 상기 표면 높이 정보를 이용하여 상기 피진단체의 척추 구조를 모델링하고 척추의 변형 정도를 분석하는 단계를 포함한다.
- [0009] 여기서, 상기 피진단체를 촬영한 영상을 획득하는 단계는, 상기 피진단체의 전면, 측면, 후면을 촬영한 영상을 획득한다.
- [0010] 여기서, 상기 특징점들은, 상기 피진단체의 양측 어깨 관절 위치, 코 위치, 귀 위치 및 양측 골반 관절 위치를 포함한다.
- [0011] 여기서, 상기 피진단체의 양측 어깨 관절 위치 및 골반 관절 위치는, 상기 피진단체가 기립 상태에서 팔 및 다리를 움직이는 경우 이동의 중심점으로 확인되는 위치이다.
- [0012] 여기서, 상기 영상처리 알고리즘을 이용하여 다수의 특징점들을 추출하는 단계는, 상기 피진단체를 촬영한 영상을 이용하여 3차원 심도 맵 데이터를 계산하는 단계, 상기 심도 맵 데이터로부터 확인한 상기 피진단체까지의 거리와 기준 배경영상까지의 거리를 비교하여 상기 피진단체의 외곽선을 검출하는 단계, 검출한 상기 피진단체의 외곽선에서 제1 특징점들을 추출하는 단계 및 상기 심도 맵 데이터로부터 확인한 상기 피진단체까지의 거리 정보 별로 상기 피진단체의 표면에서 제2 특징점들을 추출하는 단계를 포함한다.
- [0013] 여기서, 상기 피진단체의 일 지점 간의 상대적인 높낮이를 측정하여 표면 높이 정보를 산출하는 단계는, 상기 피진단체의 외곽선을 기준으로 가상의 표면을 이루는 직교선을 생성하여 상기 직교선의 교차점들을 기준 좌표로 설정하는 단계, 추출한 상기 다수의 특징점들을 상대 좌표로 설정하는 단계 및 상기 상대 좌표를 이용하여 상기 피진단체의 일 지점 간의 거리를 계산하고, 상기 상대 좌표에 인접한 상기 기준 좌표와의 위치를 비교하여 상기 기준 좌표와의 거리와 각도를 상기 표면 높이 정보로 산출하는 단계를 포함한다.
- [0014] 여기서, 상기 표면 높이 정보를 이용하여 상기 피진단체의 척추 구조를 모델링하고 척추의 변형 정도를 분석하는 단계는, 상기 표면 높이 정보를 이용하여 상기 피진단체의 척추의 수평면 상의 회전 반경을 추정하는 단계, 상기 회전 반경 정보와 어깨 양측 어깨 관절 위치 차이, 양측 골반 관절 위치 차이, 중심축의 이동 정도를 포함하는 정보를 종합하여 척추 구조를 모델링하는 단계 및 상기 모델링한 척추 구조를 기반으로 척추의 변형 정도를 분석하는 단계를 포함한다.
- [0015] 여기서, 상기 표면 높이 정보를 이용하여 상기 피진단체의 척추 구조를 모델링하고 척추의 변형 정도를 분석하는 단계는, 상기 피진단체의 척추의 경흉추부와 요추부를 구분하여 변형 정도를 분석한다.
- [0016] 여기서, 상기 모델링한 척추 구조를 기반으로 척추의 변형 정도를 분석하는 단계는, 상기 모델링한 척추 구조에서 상기 회전 반경 정보와 양측 어깨 관절 위치 차이, 양측 골반 관절 위치 차이를 포함하는 정보를 이용하여 척추의 측만 변형의 발생 방향을 확인한다.

- [0017] 여기서, 상기 모델링한 척추 구조를 기반으로 척추의 변형 정도를 분석하는 단계는, 상기 척추의 경흉추부와 요추부의 경계를 확인하여, 양측 골반 관절 위치 차이로부터 척추의 진행 방향과 만곡을 결정하고, 양측 골반 관절의 중심점부터 흉요추부경계의 중심 사이의 곡선을 각도를 통하여 추정한다.
- [0018] 여기서, 상기 모델링한 척추 구조를 기반으로 척추의 변형 정도를 분석하는 단계는, 흉요추부 경계 및 양측 어깨 관절의 중심점을 이용하여 흉추 만곡을 확인하고 회전 반경을 고려하여 변곡 정도를 결정한다.
- [0019] 여기서, 상기 피진단체의 척추의 경흉추부와 요추부를 구분하는 것은, 요추 굴곡의 변곡점을 측정하여 경흉추부와 요추부를 분리하는 기준으로 하여 상기 피진단체의 전체 신장에서의 높이를 측정한다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 심도 카메라를 이용한 척추 측만 진단 시스템은, 척추 변형을 진단하고자 하는 피진단체를 촬영하는 영상 촬영부 및 상기 피진단체를 촬영한 영상으로부터 상기 피진단체의 척추 변형을 진단하는 방법을 수행하는 프로세서를 포함하며, 상기 프로세서는, 척추 변형을 진단하고자 하는 피진단체를 촬영한 영상을 획득하는 단계, 상기 피진단체를 촬영한 영상에서 영상처리 알고리즘을 이용하여 다수의 특징점들을 추출하는 단계, 상기 특징점들 사이의 거리 정보를 이용하여 상기 피진단체의 일 지점 간의 상대적인 높낮이를 측정하여 표면 높이 정보를 산출하는 단계 및 상기 표면 높이 정보를 이용하여 상기 피진단체의 척추 구조를 모델링하고 척추의 변형 정도를 분석하는 단계를 수행한다.
- [0021] 여기서, 상기 영상 촬영부는, 3차원 심도 카메라(3D depth camera)를 포함하며, 상기 프로세서는, 상기 피진단체의 전면, 측면, 후면을 촬영한 영상을 획득한다.
- [0022] 여기서, 상기 특징점들은, 상기 피진단체의 양측 어깨 관절 위치, 코 위치, 귀 위치 및 양측 골반 관절 위치를 포함한다.

발명의 효과

- [0023] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명의 실시예들에 의하면, 프로세서가, 척추 변형을 진단하고자 하는 피진단체를 촬영한 영상을 획득하는 단계, 상기 피진단체를 촬영한 영상에서 영상처리 알고리즘을 이용하여 다수의 특징점들을 추출하는 단계, 상기 특징점들 사이의 거리 정보를 이용하여 상기 피진단체의 일 지점 간의 상대적인 높낮이를 측정하여 표면 높이 정보를 산출하는 단계 및 상기 표면 높이 정보를 이용하여 상기 피진단체의 척추 구조를 모델링하고 척추의 변형 정도를 분석하는 단계를 포함하여 피진단체의 척추 구조를 유추할 수 있다.
- [0024] 또한, 척추 균형 확인을 위하여 필요하지만 실제 3차원 심도 카메라(3D depth camera)로는 알기 어려운 지점인 척추뼈, 꼬리뼈, 대퇴골 두부의 위치를 알아낼 수 있다.
- [0025] 여기에서 명시적으로 언급되지 않은 효과라 하더라도, 본 발명의 기술적 특징에 의해 기대되는 이하의 명세서에서 기재된 효과 및 그 잠정적인 효과는 본 발명의 명세서에 기재된 것과 같이 취급된다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 시스템의 블록도이다.
- 도 2 내지 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 방법 및 척추 측만 진단 시스템의 피진단체 영상 촬영을 예로 들어 도시한 것이다.
- 도 7 내지 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 방법 및 척추 측만 진단 시스템의 특징점 추출 과정을 예로 들어 도시한 것이다.
- 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 방법 및 척추 측만 진단 시스템의 표면 높이 정보 산출 과정을 예로 들어 도시한 것이다.
- 도 12 내지 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 방법 및 척추 측만 진단 시스템의 척추의 변형 정도 분석 과정을 예로 들어 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하, 본 발명에 관련된 3차원 심도 카메라를 이용한 척추 측만 진단 방법 및 척추 측만 진단 시스템에 대하여 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명

하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.

- [0028] 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다.
- [0029] 본 발명은 3차원 심도 카메라를 이용한 척추 측만 진단 방법 및 척추 측만 진단 시스템에 관한 것이다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 시스템의 블록도이다.
- [0031] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 시스템(1)은 프로세서(10), 영상 촬영부(20), 메모리(30), I/O 인터페이스(40)를 포함한다.
- [0032] 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 시스템(1)은 피진단체의 표면해부 구조 및 높낮이를 3D 카메라를 이용하여 상기 피진단체의 전면, 측면, 후면을 촬영된 이미지를 이용하여 척추 구조를 모델링하고 변형 정도를 제시해주는 시스템이다.
- [0033] 척추 정렬 분석에서 중요한 수치들 (시상 정렬을 볼 수 있는 SVA, C7-plumb line, T1 기울기, 무릎의 굴곡 정도, 골반의 틸팅, 척추 전반/후만, 어깨높이, 골반 틀어짐, 척추좌우정렬, 척추 측만증, Q-angle 등)을 3D-camera based postural analysis machine 에서 시행하여 환자의 body line을 통하여 정확히 추정하기 위한 시스템이다.
- [0034] 척추는 시상면(Sagittal), 관상면(Axial) 및 축상면(Coronal)의 삼차원적인 구조로 분석하게 된다. 특히 이 중 시상면 및 관상면 정렬과 골반/척추 관계가 중요하며 이를 분석하기 위하여 전신 시상면 및 관상면 X-ray를 촬영하고 각종 수치들을 분석하고 있다. 전신 시상면 및 관상면 X-ray 를 시행할 경우 정확한 분석이 가능하나 분석하는데 시간이 많이 필요하며, 제한점이 존재하므로 실제 불편이 있는 환자들에게 제한적으로만 시행하고 있다.
- [0035] 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 시스템(1)은 영상 기술 및 컴퓨터 기술을 이용하여 X-ray를 사용하지 않고서도 환자의 척추 구조를 유추할 수 있는 장점이 있다.
- [0036] 영상 촬영부(20)는 척추 변형을 진단하고자 하는 피진단체를 촬영하며, 프로세서(10)는 상기 피진단체를 촬영한 영상으로부터 상기 피진단체의 척추 변형을 진단하는 방법을 수행한다.
- [0037] 프로세서(10)는 기능에 따라 복수 개의 모듈들로 구분될 수도 있고, 하나의 프로세서에서 기능들을 수행할 수도 있다.
- [0038] 프로세서(10)는, 척추 변형을 진단하고자 하는 피진단체를 촬영한 영상을 획득하는 단계, 상기 피진단체를 촬영한 영상에서 영상처리 알고리즘을 이용하여 다수의 특징점들을 추출하는 단계, 상기 특징점들 사이의 거리 정보를 이용하여 상기 피진단체의 일 지점 간의 상대적인 높낮이를 측정하여 표면 높이 정보를 산출하는 단계 및 상기 표면 높이 정보를 이용하여 상기 피진단체의 척추 구조를 모델링하고 척추의 변형 정도를 분석하는 단계를 수행한다.
- [0039] 여기서, 특징점들은, 상기 피진단체의 양측 어깨 관절 위치, 코 위치, 귀 위치 및 양측 골반 관절 위치를 포함한다.
- [0040] 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 시스템(1)에서 영상 촬영부는, 3차원 심도 카메라(3D depth camera)를 포함하며, 프로세서는, 상기 피진단체의 전면, 측면, 후면을 촬영한 영상을 획득한다.
- [0041] 3차원 심도 카메라(3D depth camera)는 이미지 각 픽셀의 깊이 값을 계산할 수 있다.
- [0042] 기존의 1개의 카메라 모듈만으로 처리했던 2D 방식과는 다르게 카메라 모듈 2대를 사용하여 다양한 기법들로 픽셀의 깊이를 계산하여 3D 이미지를 나타낸다.
- [0043] 메모리(30)는 프로세서(10)의 처리 및 제어를 위한 프로그램들(하나 이상의 인스트럭션들)을 저장할 수 있다.
- [0044] I/O 인터페이스(40)는 시스템 또는 장비를 연결 할 수 있는 연결매체를 장착할 수 있는 장치로서 본 발명에서는 영상 촬영부와 프로세서를 연결한다.
- [0045] 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 시스템(1)은 3D depth 카메라를 이용한 척추 변형을 판단 방법을 이용하여, 척추 만곡상태 인식을 위해 3D 카메라를 기설정된 거리에서 사용자의 전면, 측면, 후면 포함하여 영

상을 획득하고, 획득된 영상으로부터 영상처리 알고리즘에 근거하여 특징점을 추출해낸다.

- [0046] 여기서, 특징점은 양측 어깨 높이, 코 위치, 귀 위치, 양측 골반 중심점 등을 의미한다. 이 부분들의 거리 정보를 이용하여 상대적인 높낮이를 측정하는 과정을 거친 후 특징점들의 데이터를 이용하여 척추의 3차원적인 변형 정도를 데이터 분석을 통해 제시한다.
- [0047] 이후 측정을 통해 얻은 데이터를 기존의 데이터들을 이용한 표준데이터와 비교하여 대상자에게 변형의 정도를 어플리케이션 시스템에 전송하여 알려준다.
- [0048] 척추 변형 방법은 하기 도 2 내지 도 5에서 상세히 설명한다.
- [0049] 도 2 내지 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0050] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 방법은 프로세서가, 척추 변형을 진단하고자 하는 피진단체를 촬영한 영상을 획득하는 단계(S100)에서 시작한다.
- [0051] 피진단체를 촬영한 영상을 획득하는 단계에서, 상기 피진단체의 전면, 측면, 후면을 촬영한 영상을 획득한다.
- [0052] 하기 도 6에 나타난 바와 같이, 환자를 3D 카메라로부터 특정 거리에 위치하도록 세우고, 전면, 측면, 후면을 측정한다.
- [0053] 단계 S200에서, 상기 피진단체를 촬영한 영상에서 영상처리 알고리즘을 이용하여 다수의 특징점들을 추출한다.
- [0054] 여기서, 특징점들은, 상기 피진단체의 양측 어깨 관절 위치, 코 위치, 귀 위치 및 양측 골반 관절 위치를 포함하며, 상기 피진단체의 양측 어깨 관절 위치 및 골반 관절 위치는, 상기 피진단체가 기립 상태에서 팔 및 다리를 움직이는 경우 이동의 중심으로 확인되는 위치이다.
- [0055] 단계 S300에서, 상기 특징점들 사이의 거리 정보를 이용하여 상기 피진단체의 일 지점 간의 상대적인 높낮이를 측정하여 표면 높이 정보를 산출한다.
- [0056] 단계 S400에서, 상기 표면 높이 정보를 이용하여 상기 피진단체의 척추 구조를 모델링하고 척추의 변형 정도를 분석한다.
- [0057] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 방법에서 영상처리 알고리즘을 이용하여 다수의 특징점들을 추출하는 단계(S200)는, 단계 S210에서 상기 피진단체를 촬영한 영상을 이용하여 3차원 심도 맵 데이터를 계산한다.
- [0058] 본 발명에 따르면, 3차원 심도 카메라를 이용하여 피진단체를 촬영한다. 3차원 심도 카메라(3D depth camera)는 이미지 각 픽셀의 깊이 값을 계산할 수 있다.
- [0059] 기존의 1개의 카메라 모듈만으로 처리했던 2D 방식과는 다르게 카메라 모듈 2대를 사용하여 다양한 기법들로 픽셀의 깊이를 계산하여 3D 이미지를 나타낸다.
- [0060] 본 발명의 피진단체를 촬영한 영상을 이용하여 3차원 심도 맵 데이터를 계산하는 단계에서는 2개의 카메라를 이용하여 획득한 3D 심도 맵(Depth Map) 데이터를 기반으로 피진단체를 인식하고, 특징점들을 추출하게 된다.
- [0061] 3차원 공간상의 심도 맵(Depth Map) 데이터는 3차원 공간상의 피사체와의 거리를 의미한다.
- [0062] 3D 카메라를 이용하면 두 가지 정보를 얻을 수 있으며, 하기 도 7에 나타난 바와 같이 배경과 환자와의 거리 차이를 이용하여 대상자의 외곽을 확인 가능하고, 하기 도 8에 나타난 바와 같이 카메라와 대상자 표면 사이의 거리 정보를 획득 가능하다.
- [0063] 단계 S220에서 상기 심도 맵 데이터로부터 확인한 상기 피진단체까지의 거리와 기준 배경영상까지의 거리를 비교하여 상기 피진단체의 외곽선을 검출한다.
- [0064] 기준 배경영상까지의 거리와 다른 데이터들을 피진단체로 판단하고, 외곽선 검출을 수행한다. 외곽선 검출은 객체의 경계선 형태에 따라 여러 종류의 형태의 에지를 사용하여 처리된다.
- [0065] 단계 S230에서 검출한 상기 피진단체의 외곽선에서 제1 특징점들을 추출한다.
- [0066] 단계 S240에서 상기 심도 맵 데이터로부터 확인한 상기 피진단체까지의 거리 정보 별로 상기 피진단체의 표면에서 제2 특징점들을 추출한다.

- [0067] 이 두 가지 정보를 이용하여, 영상처리 알고리즘을 통하여 환자 등 표면의 높이 정보를 획득 가능하다.
- [0068] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 방법에서 피진단체의 일 지점 간의 상대적인 높낮이를 측정하여 표면 높이 정보를 산출하는 단계(S300)는, 단계 S310에서 상기 피진단체의 외곽선을 기준으로 가상의 표면을 이루는 직교선을 생성하여 상기 직교선의 교차점들을 기준 좌표로 설정한다.
- [0069] 단계 S320에서 추출한 상기 다수의 특징점들을 상대 좌표로 설정한다.
- [0070] 단계 S330에서 상기 상대 좌표를 이용하여 상기 피진단체의 일 지점 간의 거리를 계산하고, 상기 상대 좌표에 인접한 상기 기준 좌표와의 위치를 비교하여 상기 기준 좌표와의 거리와 각도를 상기 표면 높이 정보로 산출한다.
- [0071] 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 방법에서 표면 높이 정보를 이용하여 상기 피진단체의 척추 구조를 모델링하고 척추의 변형 정도를 분석하는 단계(S400)는, 단계 S410에서 상기 표면 높이 정보를 이용하여 상기 피진단체의 척추의 수평면 상의 회전 반경을 추정한다.
- [0072] 단계 S420에서 상기 회전 반경 정보와 어깨 양측 어깨 관절 위치 차이, 양측 골반 관절 위치 차이, 중심축의 이동 정도를 포함하는 정보를 종합하여 척추 구조를 모델링한다.
- [0073] 단계 S430에서 상기 모델링한 척추 구조를 기반으로 척추의 변형 정도를 분석한다.
- [0074] 표면 높이 정보를 이용하여 상기 피진단체의 척추 구조를 모델링하고 척추의 변형 정도를 분석하는 단계(S400)는, 상기 피진단체의 척추의 경흉추부와 요추부를 구분하여 변형 정도를 분석한다.
- [0075] 여기서, 피진단체의 척추의 경흉추부와 요추부를 구분하는 것은, 요추 굴곡의 변곡점을 측정하여 경흉추부와 요추부를 분리하는 기준으로 하여 상기 피진단체의 전체 신장에서의 높이를 측정한다.
- [0076] 모델링한 척추 구조를 기반으로 척추의 변형 정도를 분석하는 단계(S430)는, 상기 모델링한 척추 구조에서 상기 회전 반경 정보와 양측 어깨 관절 위치 차이, 양측 골반 관절 위치 차이를 포함하는 정보를 이용하여 척추의 측만 변형의 발생 방향을 확인하며, 상기 척추의 경흉추부와 요추부의 경계를 확인하여, 양측 골반 관절 위치 차이로부터 척추의 진행 방향과 만곡을 결정하고, 양측 골반 관절의 중심점부터 흉요추부경계의 중심 사이의 곡선을 각도를 통하여 추정한다.
- [0077] 또한, 흉요추부 경계 및 양측 어깨 관절의 중심점을 이용하여 흉추 만곡을 확인하고 회전 반경을 고려하여 변곡 정도를 결정한다.
- [0078] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 방법 및 척추 측만 진단 시스템의 피진단체 영상 촬영을 예로 들어 도시한 것이다.
- [0079] 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 시스템(1)에서 센서부(21)는 3차원 심도 카메라(3D depth camera)를 포함하며, 프로세서는, 상기 피진단체(2)의 전면, 측면, 후면을 촬영한 영상을 획득한다.
- [0080] 3차원 심도 카메라(3D depth camera)는 이미지 각 픽셀의 깊이 값을 계산할 수 있다.
- [0081] 기존의 1개의 카메라 모듈만으로 처리했던 2D 방식과는 다르게 카메라 모듈 2대를 사용하여 다양한 기법들로 픽셀의 깊이를 계산하여 3D 이미지를 나타낸다.
- [0082] 본 발명의 피진단체를 촬영한 영상을 이용하여 3차원 심도 맵 데이터를 계산하는 단계에서는 2개의 카메라를 이용하여 획득한 3D 심도 맵(Depth Map) 데이터를 기반으로 피진단체를 인식하고, 특징점들을 추출하게 된다.
- [0083] 3차원 공간상의 심도 정보(Depth Map)는 3차원 공간상의 피사체와의 거리를 의미하며 심도 정보는, 스테레오 카메라를 이용하는 방법, 레이저 스캔을 이용하는 방법, TOF(Time of Flight)를 이용하는 방법 등을 이용하여 얻을 수 있다.
- [0084] 스테레오 카메라를 이용하는 스테레오 정합(Stereo Matching)은, 동일한 피사체를 두 개의 카메라로 촬영하여 획득한 한 쌍의 이미지에 대한 해석과정을 통해 공간에서의 깊이(또는 거리)에 대한 정보를 추출하는 방법이다. 이를 위해, 두 개의 카메라로부터 획득한 영상의 동일한 에피폴라 선(Epipolar Line)상의 양안차를 계산한다. 양안차는 거리 정보를 포함하며, 이러한 양안차로부터 계산된 기하학적 특성이 깊이(depth)가 된다. 입력 영상으로부터 실시간으로 양안차값을 계산하면 관측 공간의 삼차원 거리 정보 등을 측정할 수 있다.
- [0085] 환자를 3D 카메라로부터 특정 거리에 위치하도록 세우고, 전면/측면/후면을 측정한다. 3D 카메라를 이용하면 두

가지 정보를 얻을 수 있다.

- [0086] 다양한 실시예에 따르면, 센서부(21)는 자이로스코프, 가속도 센서, 위치 트래킹 센서를 이용할 수도 있으며, 척추측만증의 보다 정확한 측정을 하기 위하여 접촉용 프로브(22)를 이용한다.
- [0087] 접촉용 탐침자에는 자이로스코프 센서, 가속도 센서가 내장되어 프로브의 속도, 3d 구조 내에서의 방향을 추정한다.
- [0088] 접촉용 탐침자의 위치를 3차원에서 파악할 수 있는 위치 센서를 이용한다. 예를 들어 프로브에서 적외선(infrared)을 발산하고 이를 감지하여 위치를 파악하는 방법 등으로 현재 프로브가 어느 위치를 지나는지 확인이 가능하다. 즉 접촉용 탐침자는 6 자유도를 갖는다.
- [0089] 프로브가 시작되는 위치(C7 spinous process) 및 끝나는 위치(14 spinous process, PSIS 중앙)에 스티커를 부착, 기준점으로 삼도록 한다. 프로브를 시작점 ~끝점사이 척추의 spinous process를 따라 펜으로 굵은 선을 긋고 이를 센서로 측정, 척추의 휜 정도를 추정, 척추 모양을 3차원으로 모델링하여 이를 기존 프로그램과 병합하여 척추 측만증 정도를 확인한다.
- [0090] 도 7 내지 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 방법 및 척추 측만 진단 시스템의 특징점 추출 과정을 예로 들어 도시한 것이다.
- [0091] 3D 카메라를 이용하면 두 가지 정보를 얻을 수 있으며, 하기 도 7에 나타난 바와 같이 배경과 환자와의 거리 차이를 이용하여 대상자의 외곽을 확인 가능하고, 하기 도 8에 나타난 바와 같이 카메라와 대상자 표면 사이의 거리 정보를 획득 가능하다.
- [0092] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 방법 및 척추 측만 진단 시스템에서 피진단체의 외곽선을 검출하는 것을 예로 들어 도시한 것이다.
- [0093] 도 7의 (a)를 참조하면, 심도 맵 데이터로부터 확인한 상기 피진단체까지의 거리와 기준 배경영상까지의 거리를 비교하여 상기 피진단체의 외곽선을 검출한다.
- [0094] 구체적으로, 심도 맵 데이터들 중 일정한 데이터들로 기준 배경영상(222)을 판단하고, 일정한 데이터와 피진단체가 위치한 거리로 판별되는 데이터들을 이용하여 피진단체 영역(221)을 구별한다.
- [0095] 이후, 객체 추출 과정을 통해 외곽선 검출을 수행하여 움직이는 피진단체의 외곽선(223)을 검출한다.
- [0096] 이후, 검출한 상기 피진단체의 외곽선에서 제1 특징점들을 추출한다.
- [0097] 여기서, 제1 특징점들은 정수리 중심점(224), 양측 귀 중심점(225), 어깨관절 중심점(226), 골반 관절 중심점(227), 발목 관절 중심점(228), 양측 귀 중심점(225), 코 중심점(229)을 포함할 수 있으며, 외곽선에 위치한 피진단체의 각 신체 지점을 심도 맵 데이터별로 구별하여 추출할 수 있다.
- [0098] 여기서, 어깨 관절 중심점, 골반 관절 중심점, 무릎 관절 중심점은 하기 도 9에서 지렛대의 원리를 이용하여 피진단체의 양측 어깨 관절 위치 및 골반 관절 위치를 확인하여 특징점을 명확히 판별할 수 있다.
- [0099] 또한, 정수리 중심점(224), 양측 귀 중심점(225), 코 중심점(229)은 신체의 축을 판별하여 척추의 변형 정도를 쉽게 파악하도록 할 수 있다.
- [0100] 도 7의 (b)에 나타난 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 방법은 경흉추부와 요추부를 분리(D1)해서 변형을 측정한다.
- [0101] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 방법 및 척추 측만 진단 시스템에서 피진단체의 표면을 검출하는 것을 예로 들어 도시한 것이다.
- [0102] 심도 맵 데이터로부터 확인한 상기 피진단체까지의 거리 정보 별로 상기 피진단체의 표면에서 제2 특징점들을 추출한다.
- [0103] 제1 특징점은 외곽선을 기준으로 추출한 것이고, 제2 특징점은 피진단체의 표면에서 거리 정보 별로 추출한 것이다.
- [0104] 도 8의 (a)를 참조하면, 각 표면의 좌표 별로 심도 데이터를 측정하여, 피진단체의 표면에서 각각의 좌표 정보(211)와 데이터 정보(212)를 확인할 수 있다.

- [0105] 각각의 좌표 정보에서 정수리 중심점, 어깨 관절, 골반 관절(213) 등 주축이 되는 부분을 +로 표기하고, 다수의 특징점들을 점으로 표기할 수 있다.
- [0106] 이에 따라, 시각적으로 신체의 표면에서 자세의 어긋남을 파악할 수 있다.
- [0107] 도 8의 (a)는 피진단체가 기울어져 위치하는 것으로 특징점들이 비대칭으로 위치하고 있는 것을 확인할 수 있다.
- [0108] 도 8의 (b)는 피진단체가 기립한 상태에서 신체의 축을 정렬한 경우의 각 특징점들을 나타낸 것으로, 어깨 관절의 위치(241), 골반 관절 위치(242), 코 중심 위치(243), 무릎 관절 위치(244)를 나타낼 수 있다.
- [0109] 본 발명에서는 신체의 축을 정렬한 상태에서 척추 변형을 판별해야 하므로, 도 8의 (b)와 같이 특징점들이 정렬된 상태에서의 영상으로 척추 변형을 자세히 분석하도록 한다.
- [0110] 이후, 다수의 특징점들을 상대 좌표로 설정하여, 피진단체의 일 지점 간의 상대적인 높낮이를 측정하여 표면 높이 정보를 산출하며, 하기 도 11에서 상세히 설명한다.
- [0111] 도 9는 피진단체의 양측 어깨 관절 위치 및 골반 관절 위치를 확인하는 것을 도시한 것이다.
- [0112] 피진단체를 촬영한 영상에서 영상처리 알고리즘을 이용하여 다수의 특징점들을 추출한다.
- [0113] 여기서, 특징점들은, 상기 피진단체의 양측 어깨 관절 위치(251), 코 위치, 귀 위치 및 양측 골반 관절 위치(252)를 포함하며, 상기 피진단체의 양측 어깨 관절 위치 및 골반 관절 위치는, 상기 피진단체가 기립 상태에서 팔 및 다리를 움직이는 경우 이동의 중심점으로 확인되는 위치이다.
- [0114] 본 발명에 따르면 피진단체가 가만히 서 있는 상태에서 팔 및 다리를 움직이고, 이를 통해서 어깨 관절/ 엉덩이 관절의 중심점을 확인할 수 있다.
- [0115] 어깨와 엉덩이 관절의 경우 지렛대와 같이 구성되어 있으며, 어깨를 예로 들면, 어깨 관절이 받침점이 되고, 팔이 지레가 되어 움직이는 구조이다.
- [0116] 도 9에 나타난 바와 같이 팔을 위 아래로 움직일 경우 팔(지렛대)의 위치를 통하여 어깨관절의 중심점(받침점)을 파악할 수 있으며, 같은 원리로 관상면(Frontal plane)과 시상면(Sagittal plane)으로 촬영한다면 3차원에서의 중심점의 위치를 파악할 수 있게 되며, 이를 통하여 어깨 관절, 골반 관절 양측 총 4군데의 위치를 파악할 수 있게 된다.
- [0117] 또한, 무릎을 구부리는 움직임을 통해 무릎 중심점(253)을 파악할 수 있다. 여기서, 무릎을 구부릴 때 가장 앞으로 튀어나오는 점을 무릎 중심점으로 파악한다. 또한 3d depth camera를 이용 추가적인 기준점을 확인한다. 추가적인 기준점들 상기 특징점들을 의미하며, 상기 도 7 및 도 8에 나타난 바와 같다.
- [0118] 어깨 관절, 골반 관절 양측 총 4군데의 위치를 파악하여 척추 균형의 확인을 위하여 반드시 알아야 하지만 실제 3d depth 카메라로는 알기 어려운 지점 (7번 척추뼈 위치의 x-y-z 좌표, 1번 꼬리뼈 위치의 x-y-z축 좌표, 대퇴골 두부의 x-y-z 좌표, 골반뼈 tilting 정도 등)을 알아낼 수 있게 된다.
- [0119] 본 발명의 통해 시상 균형(Sagittal balance)에서 중요한 마커를 찍는 알고리즘을 이용하여 척추 및 근골격 부정렬에 대한 측정을 위하여 x-ray 촬영을 대체할 수 있다.
- [0120] 도 10은 피진단체의 양측 어깨 관절 위치 및 골반 관절 위치의 획득의 예를 도시한 것이다.
- [0121] 본 발명에 따르면 도 10에 나타난 바와 같이 어깨 관절, 골반 관절 양측 총 4군데의 위치를 파악할 수 있으며 3d depth camera를 이용 추가적인 기준점을 확인하게 된다.
- [0122] 여기서, P1, P2는 어깨관절 중심점(우/좌), P3, P4는 엉덩이 관절 중심점(우/좌), P5, P6은 무릎 관절 중심점(우/좌), P7, P8은 발 중심점, P9는 Auricular canal, P10은 어깨관절중심점(시상면), P11은 엉덩이관절중심점(시상면), P12는 무릎관절중심점(시상면), P13은 발목 관절 중심점(시상면), P14, P14', P15는 ASIS 마커의 위치이다.
- [0123] 이후, 피진단체의 일 지점 간의 상대적인 높낮이를 측정하며, 구체적으로 P1과 P2의 높이를 비교하여 어깨 높이 차이를 확인하고, P3과 P4의 높이를 비교하여 골반 높이 차이를 확인한다.
- [0124] 또한, P1과 P2의 중심점과 P3과 P4의 중심점을 비교하여 척추의 좌우 편향을 확인하고, P10과 P11의 위치 차이

를 이용하여 척추 숙임 정도 확인하며, P9와 P10 위치 차이를 이용하여 거북목 증후군을 확인한다.

- [0125] 또한, P11-P12/P12-P13 각도를 이용하여 무릎 굴곡 정도 확인하고, P14, P14' 마커를 이용하여 골반의 틀어짐 정도를 확인한다.
- [0126] 또한, P3-P5-P7 및 P4-P6-P8을 이용하여 Q-angle의 확인하고, P14-P14' 마커 높이 및 P3/P4의 높이 차이를 이용하여 골반 위아래 틀어짐을 확인한다.
- [0127] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 방법 및 척추 측만 진단 시스템의 표면 높이 정보 산출 과정을 예로 들어 도시한 것이다.
- [0128] 도 11은 카메라에서부터의 표면 정보를 이용하여, 왼쪽 어깨를 기준으로 등 표면의 높이 정보를 구하는 방식을 예로 들어 나타낸 것이다.
- [0129] 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 방법에서 피진단체의 일 지점 간의 상대적인 높낮이를 측정하여 표면 높이 정보를 산출하는 단계(S300)는, 단계 S310에서 상기 피진단체의 외곽선을 기준으로 가상의 표면을 이루는 직교선(311, 312)을 생성하여 상기 직교선의 교차점들을 기준 좌표(313)로 설정한다.
- [0130] 여기서, 기준 좌표는 피진단체의 체형을 기준으로, 척추가 바르게 위치하였을 때를 기준으로 설정한 좌표이다.
- [0131] 단계 S320에서 추출한 상기 다수의 특징점들을 상대 좌표로 설정한다. 심도 맵 데이터들을 기반으로 설정한 상대 좌표들은 이상적으로는 기준 좌표값과 일치해야 하나, 척추의 변형이 있는 경우 기준선에 대해 좌우 대칭이 아니며, 기준 좌표와 상대 좌표의 위치가 어긋나게 된다. 이를 이용하여 표면 높이 정보를 산출하게 된다.
- [0132] 예를 들어, 도 11의 경우, 어깨 관절(321)은 직교선에 위치하지만, 골반 관절(323)의 경우 직교선에 위치하지 않음을 알 수 있다. 또한, 귀의 위치(322)는 중심점을 기준으로 좌우 대칭이 아님을 판단할 수 있다.
- [0133] 단계 S330에서 상기 상대 좌표를 이용하여 상기 피진단체의 일 지점 간의 거리를 계산하고, 상기 상대 좌표에 인접한 상기 기준 좌표와의 위치를 비교하여 상기 기준 좌표와의 거리와 각도를 상기 표면 높이 정보로 산출한다.
- [0134] 여기서, 상대 좌표에 인접한 상기 기준 좌표와의 위치는 직각 좌표계에서 두 좌표 사이의 거리로 1차로 측정하며, 척추로부터의 거리를 판별하기 위해 구면 좌표계 상에서 척추를 원점으로 하여 측정된 거리와, 양의 방향으로 이루는 각도를 표면 높이 정보로 산출하게 된다.
- [0135] 도 12 내지 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 방법 및 척추 측만 진단 시스템의 척추의 변형 정도 분석 과정을 예로 들어 도시한 것이다.
- [0136] 도 12의 (a)를 참조하면, 척추의 변형은 3차원적인 과정으로 횡단면에서의 척추의 회전이 척추 측만증에도 큰 영향을 미친다. 이 때 척추의 회전은 척추와 부착되어 있는 구조물인 갈비뼈 및 어깨뼈의 위치(A1, A2, A3)에도 영향을 미치게 되는데 이 두 구조물의 높이 차 및 각도, 중심 이동 정도를 고려하여 척추 회전 반경을 추정할 수 있다.
- [0137] 도 12의 (b)에 나타난 바와 같이, 격자의 상대적 높이를 비교하였을 때 측만이 심한 화살표 단면에서 좌우 높이 차 및 중앙으로부터의 격차를 이용하여 관상면에서의 회전 각도를 추정하게 된다.
- [0138] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 방법 및 척추 측만 진단 시스템에서 회전 반경을 추정하는 것을 나타낸 것이다.
- [0139] 도 13의 (a)에서 상대 좌표의 척추의 정렬 축(331)으로부터의 각도(332)를 각각 구하여 회전 반경을 추정하게 된다.
- [0140] 도 13의 (a)에 나타난 바와 같이, 표면 높이 정보를 통해 환자의 척추가 Axial rotation(수평면 상의 회전 반경)을 추정하고, 이 정보 및 어깨 높낮이, 골반 높낮이, 중심축의 이동 정도 등의 정보를 종합하여 척추의 변형이 얼마나 심한 지 확인할 수 있다.
- [0141] 도 13의 (b)에 나타난 바와 같이, 표면 높이 정보를 통해 척추의 axial rotation의 정도를 분석할 수 있다.
- [0142] 회전 반경은 한 점이 다른 점 주위를 회전할 때, 두 점 사이의 거리를 의미하므로, 척추의 각 부분의 회전 반경을 측정하여 일정하지 않은 경우 척추가 변형되었음을 판단하게 된다.
- [0143] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 방법 및 척추 측만 진단 시스템에서 관상면 상 척추 변형

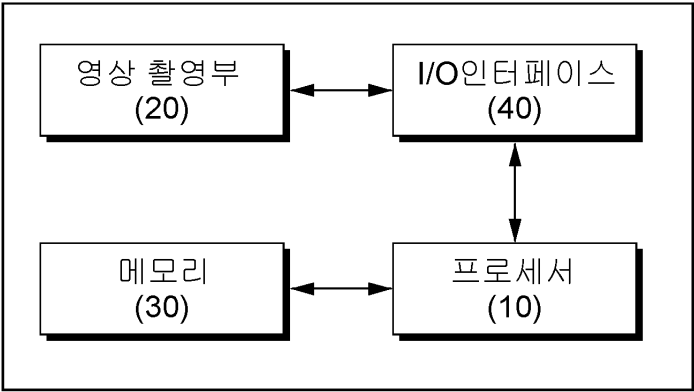
(척추측만) 측정을 예로 들어 도시한 것이다.

- [0144] 도 14는 회전 반경 정보와 어깨 양측 어깨 관절 위치 차이, 양측 골반 관절 위치 차이, 중심축의 이동 정도를 포함하는 정보를 종합하여 척추 구조를 모델링하는 것을 설명하기 위한 것이다.
- [0145] 도 14의 (a)와 같은 상태에서, 먼저, 골반 높이와 어깨 높이의 차이, 환자 등 표면 높이 정보를 이용하여 도 14의 (b)에 나타난 바와 같이, 척추의 측만변형이 어느 방향으로 발생했는지 확인한다. 여기서, 어깨 높이 차이(431)가 발생하고, 골반 높이(432)는 일정하며, 척추의 측만변형(433)이 좌측으로 휘어지는 방향으로 발생함을 확인할 수 있다.
- [0146] 도 14의 (c)에 나타난 바와 같이, 경흉추부/요추부의 경계(436)를 확인하여, 골반 높이 차이로부터 척추의 진행 방향 및 만곡을 결정하고, 골반 중심점 ~ 흉요추부경계의 중심(438) 사이의 곡선을 각도를 통하여 추정한다.
- [0147] 골반(435)과 흉요추부 경계(436) 및 어깨 중심점(434)을 이용하여 흉추 만곡(437)을 확인하고 Axial rotation을 고려하여 변곡 정도를 결정한다.
- [0148] 이 때 경흉추부와 요추부를 가르는 방법은 다음과 같은 방법들이 있다.
- [0149] 시상면 정보를 이용한 경흉추부/요추부 분리 방법은 시상면에서 요추 굴곡의 변곡점을 측정하여 흉추와 요추부를 분리하는 기준으로 하여 전체 신장에서의 높이를 측정한다.
- [0150] 이 높이 정보를 바탕으로 관상면에서도 흉추/요추부를 결정한다.
- [0151] 또한, 환자들의 평균 데이터를 이용하여 골반중심점에서의 높이를 추정하며, 환자들의 키, 나이, 체중을 고려하여 평균적인 흉요추변곡점을 설정한다.
- [0152] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 척추 측만 진단 방법 및 척추 측만 진단 시스템에서 시상면 상 척추 변형 측정을 예로 들어 도시한 것이다.
- [0153] 시상면에서 환자의 표면 정보 및 중심 축 정보를 이용, 후방 등뼈 기울기, 골반의 전방 이동 등의 데이터를 얻어 척추 전후만(kyphosis) 데이터를 확보한다.
- [0154] 이후, 관상면 및 시상면 데이터를 종합하여, 알고리즘을 통해 척추의 3차원적 변형에 대한 데이터를 얻는다.
- [0155] 요약하여 설명하면, 환자 정면에서 팔을 위로 드는 움직임(제자리 걸음 등)을 통하여 좌우측 어깨 관절 중심점 측정하고, 환자 정면에서 다리를 드는 움직임(제자리 걸음 등)을 통하여 좌우측 골반 중심점 및 무릎 중심점을 측정한다.
- [0156] 이후, 3D 카메라를 심도 이용, 정면에서 가장 깊이 들어간 점을 측정하여 발목 중심점 측정하고, 3D 마커를 이용하여 ASIS 위치 측정한다.
- [0157] 환자 측면에서 팔을 위로 드는 움직임 및 다리를 드는 움직임(제자리 걸음 등)을 통하여 측면 어깨 중심점, 골반 중심점, 무릎 중심점, 발목 중심점을 측정한다.
- [0158] 측면에서 3D 카메라의 심도를 이용 귀 중심 측정 및 마커 이용 ASIS 위치 확인하고, 각 위치 차이를 조합하여 다리 길이 차이, Q-앵글, 척추 숙임정도, 거북목, 무릎 굴곡, 골반 틀어짐 확인한다.
- [0159] 6-자유도 접촉용 탐침자를 이용하여 척추 휨 추정 및 척추 모델링 구축하고, 환자 자세 모델 구축 및 정상 여부를 판정한다.
- [0160] 이상의 설명은 본 발명의 일 실시예에 불과할 뿐, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 본질적 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 범위는 전술한 실시예에 한정되지 않고 특허 청구 범위에 기재된 내용과 동등한 범위 내에 있는 다양한 실시 형태가 포함되도록 해석되어야 할 것이다.

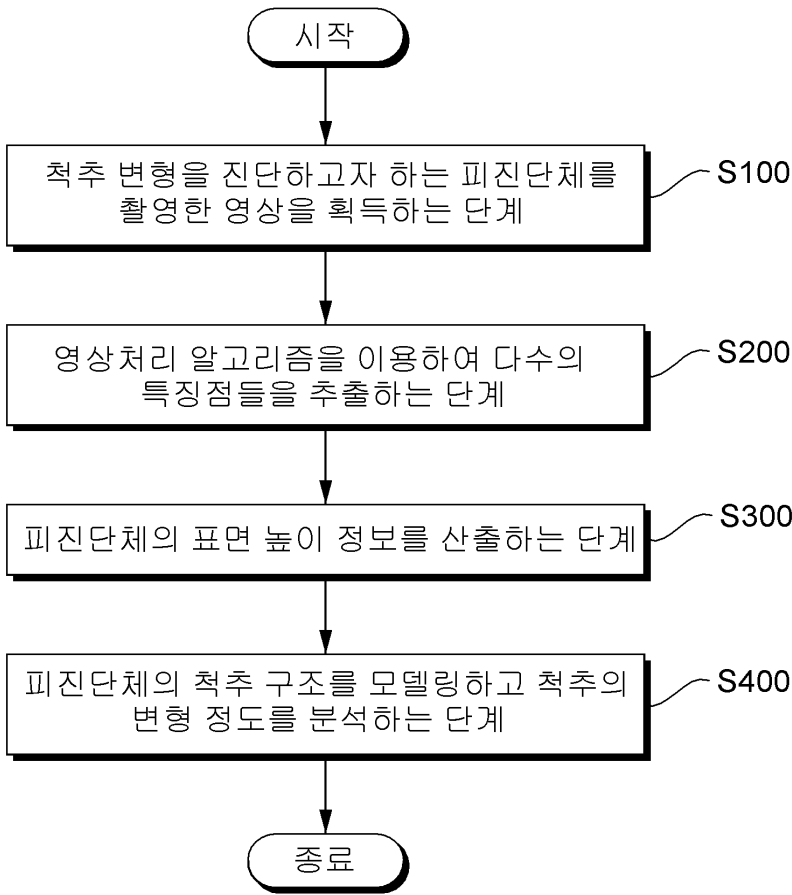
도면

도면1

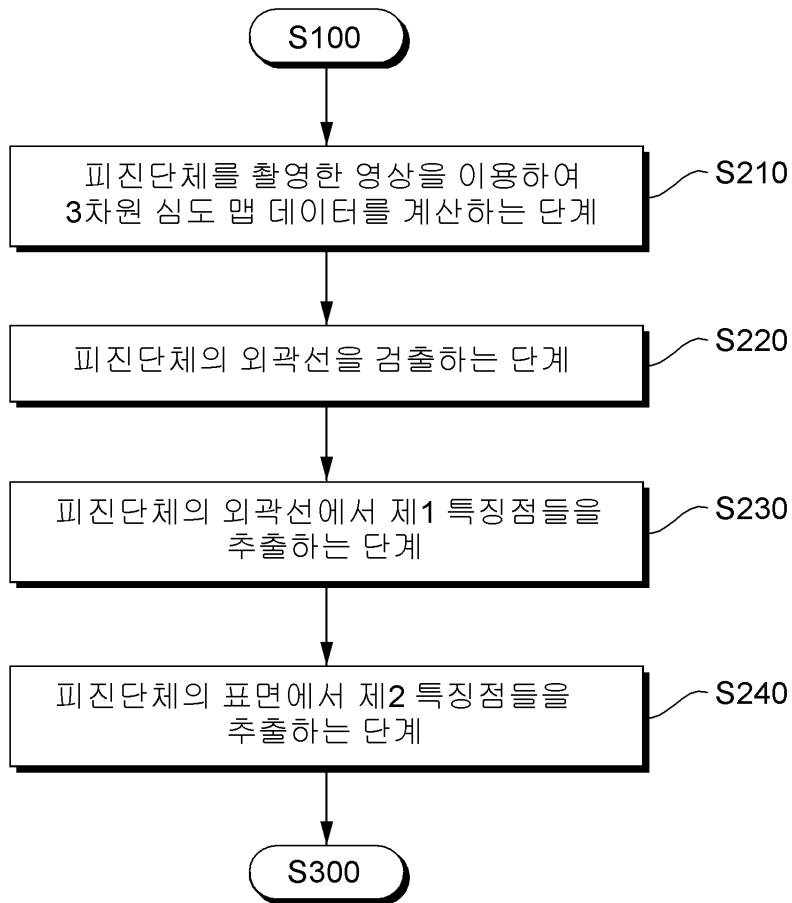
1



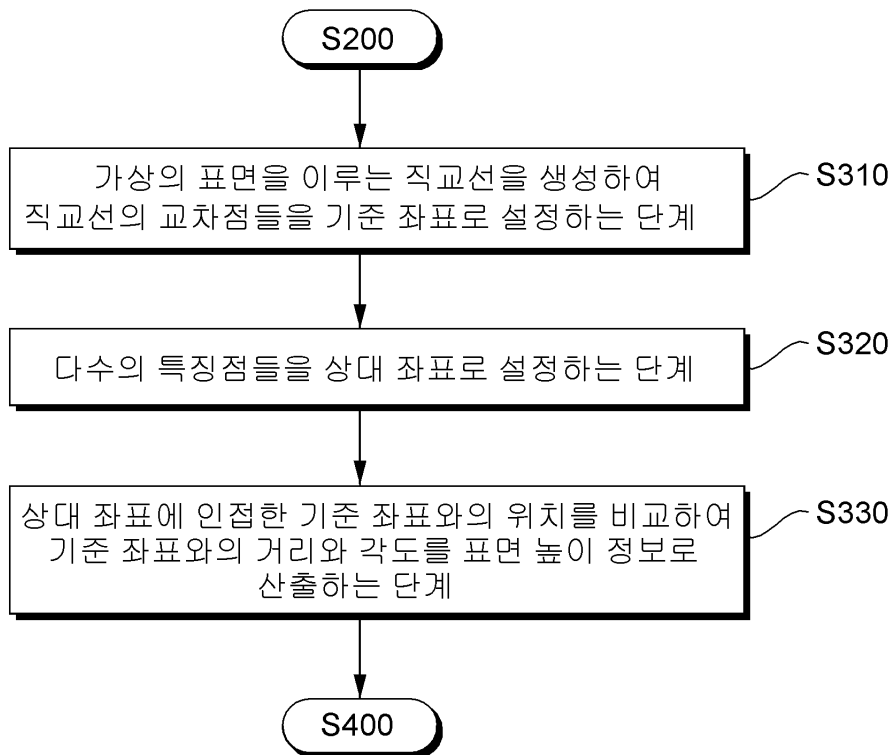
도면2



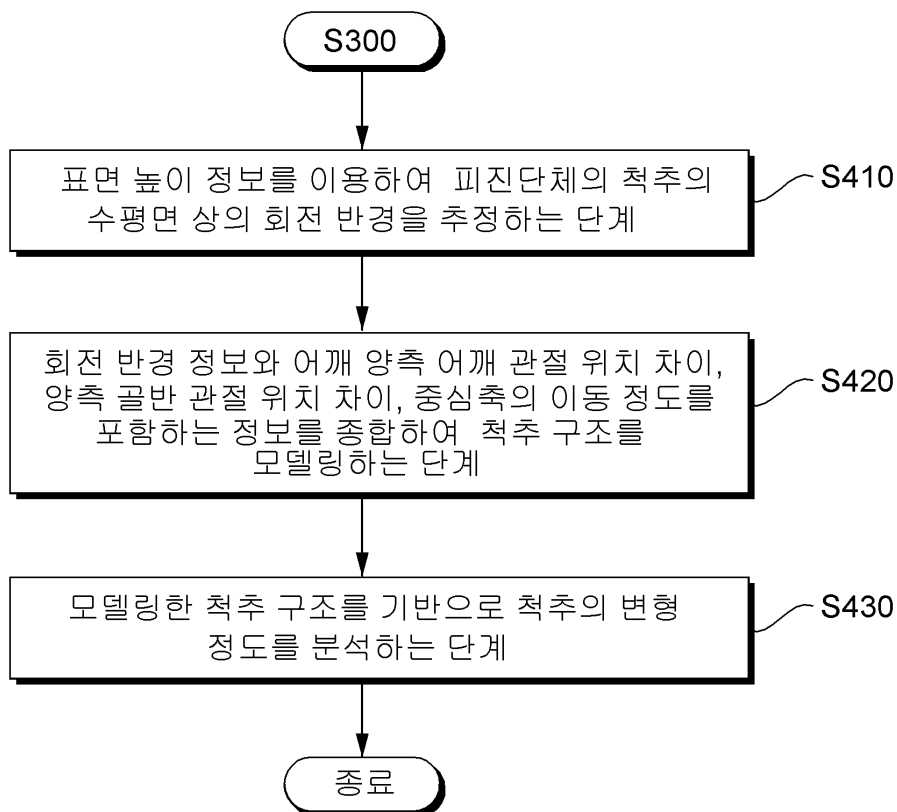
도면3



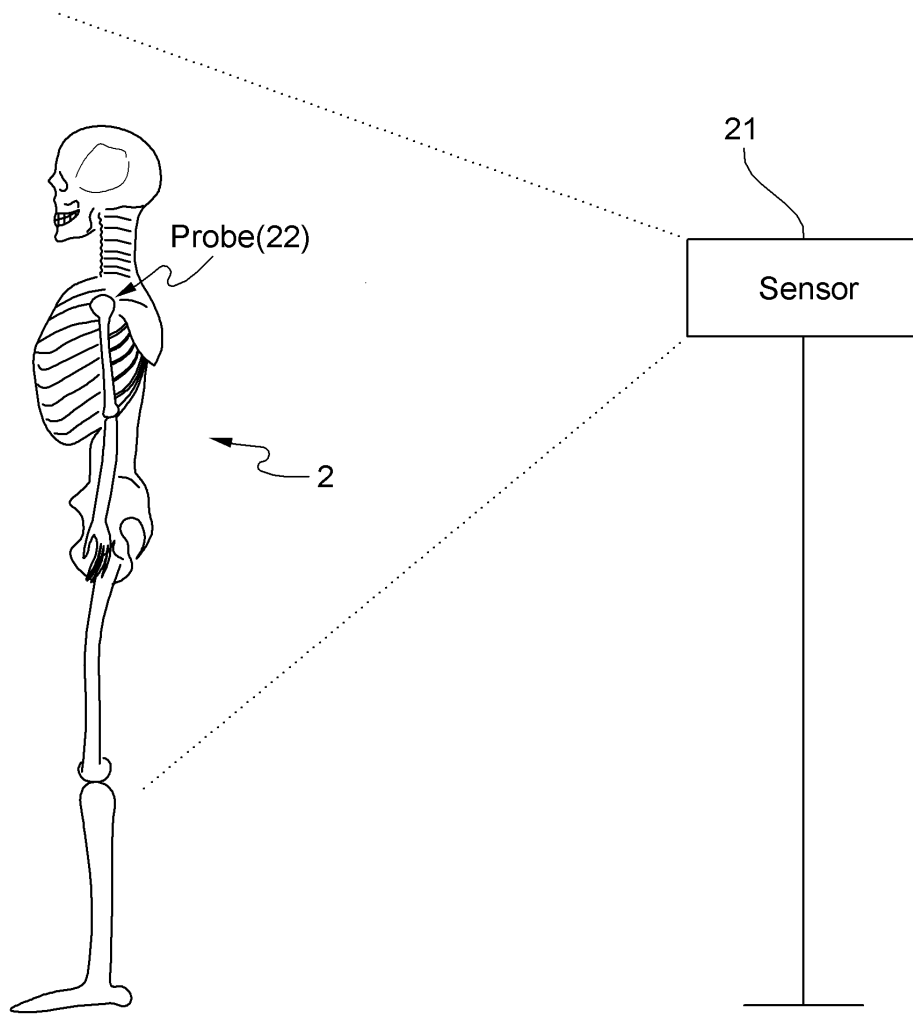
도면4



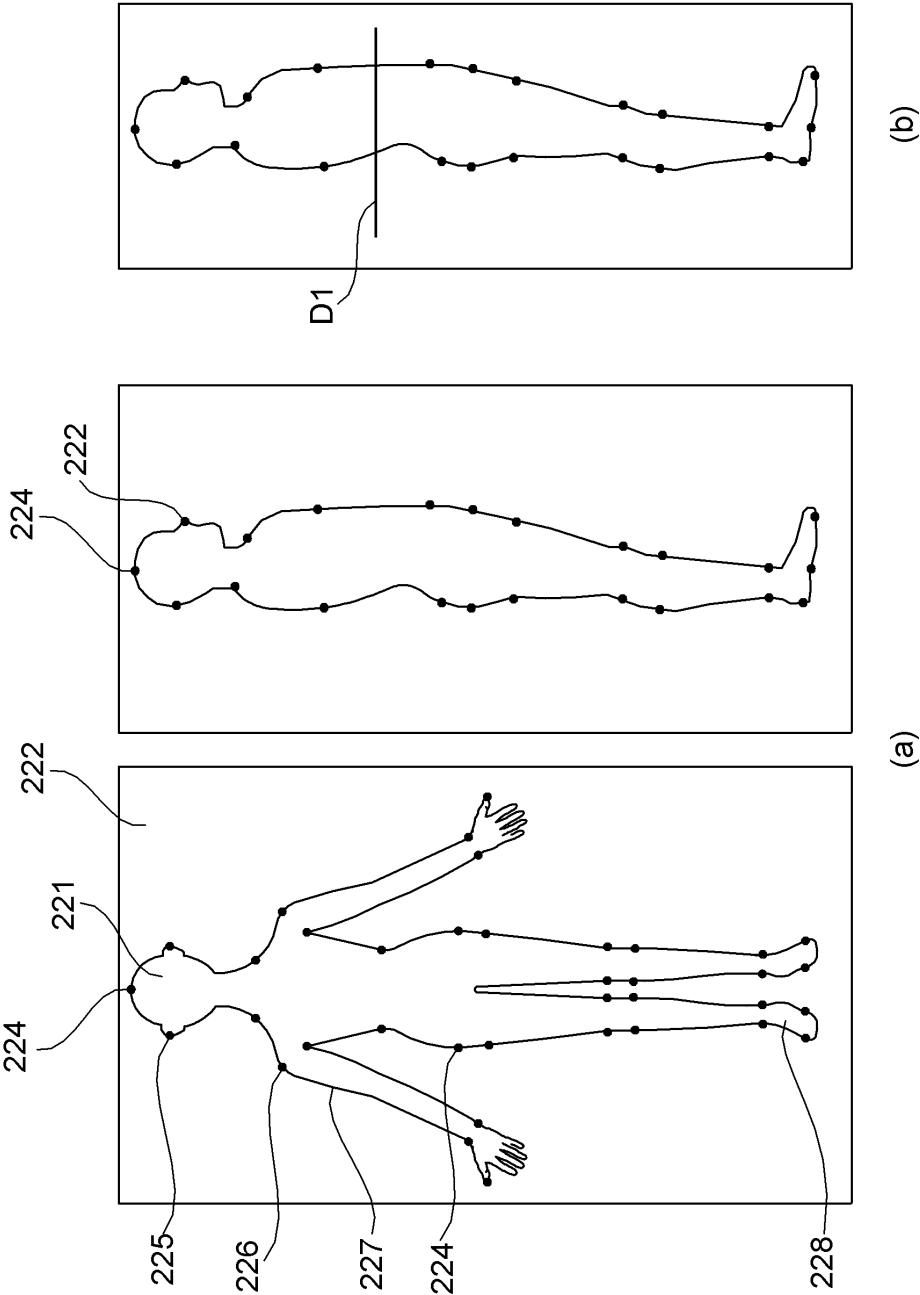
도면5



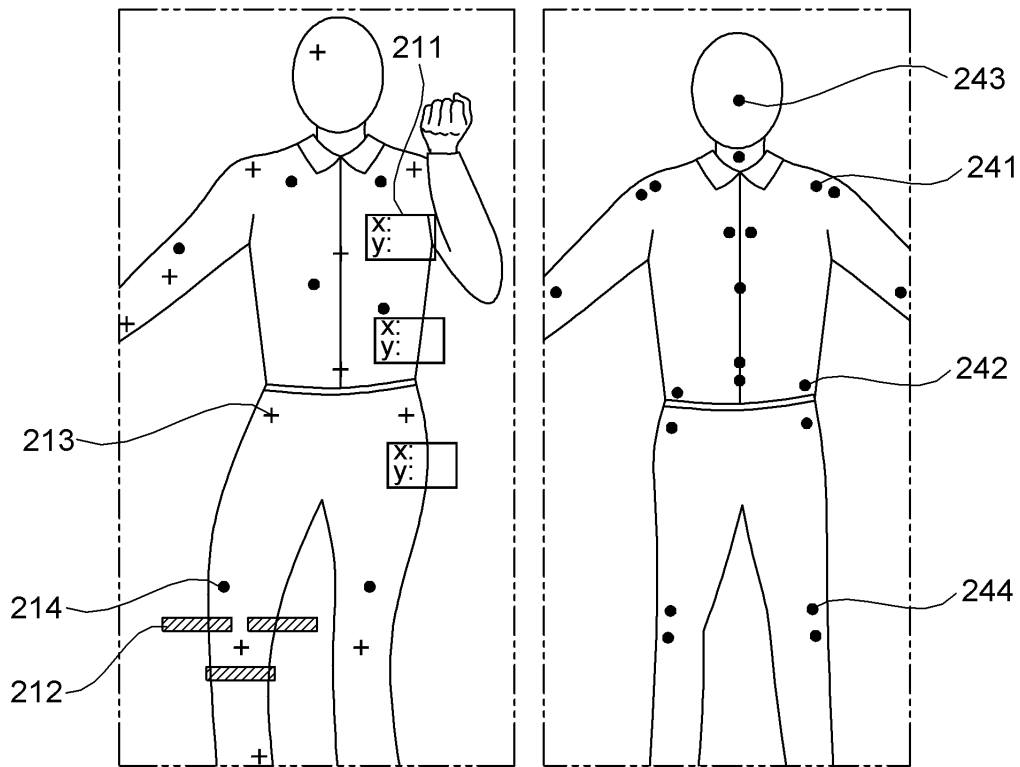
도면6



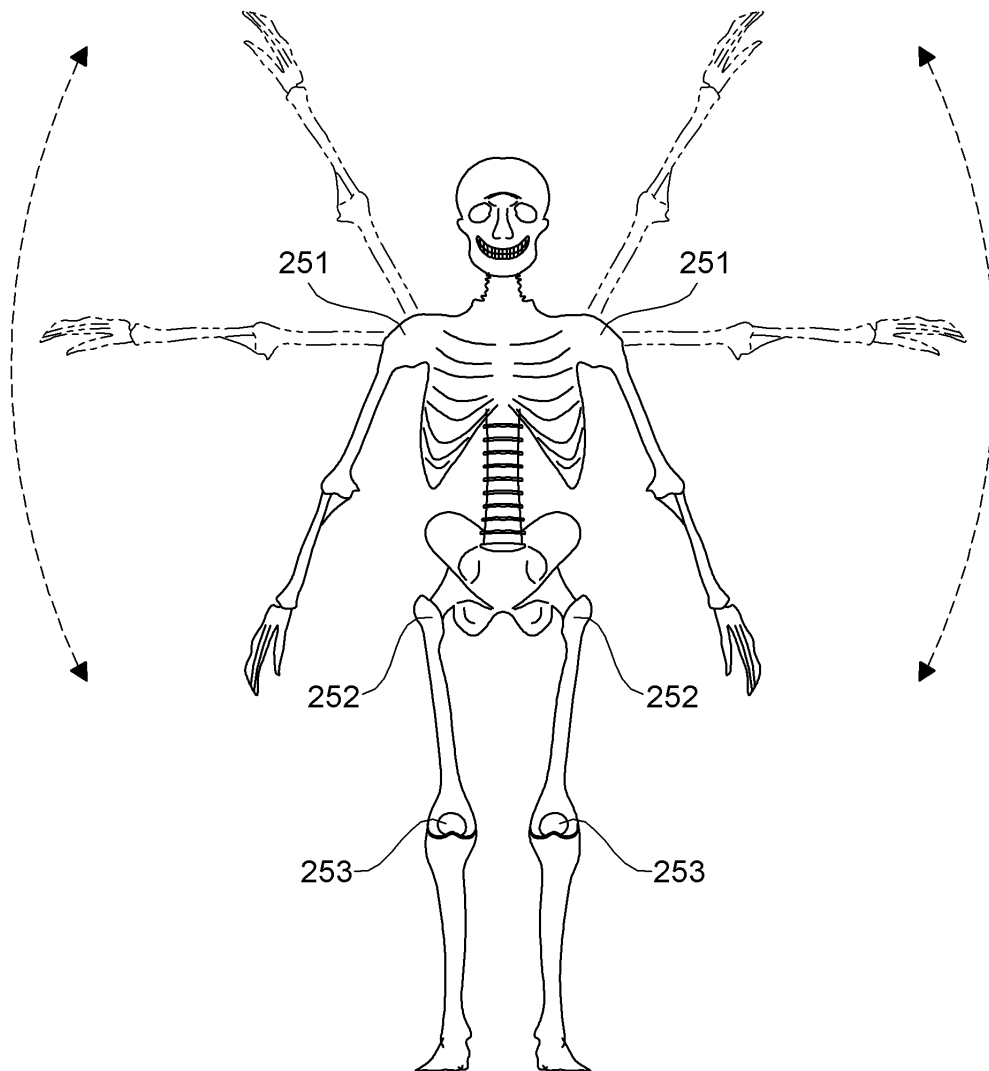
도면7



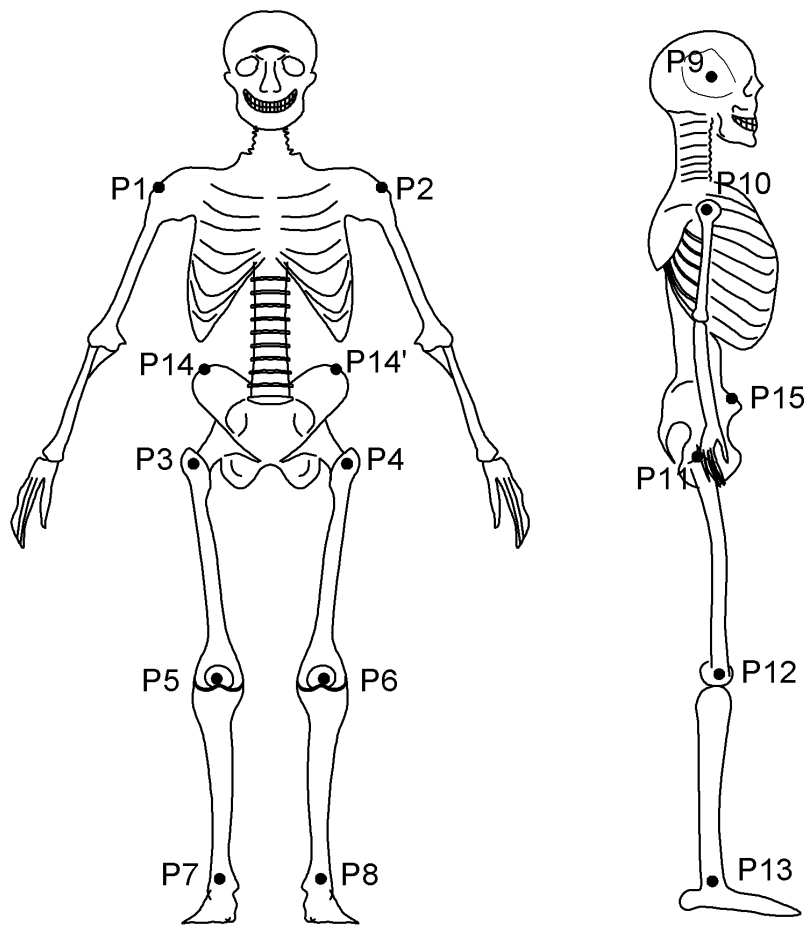
도면8



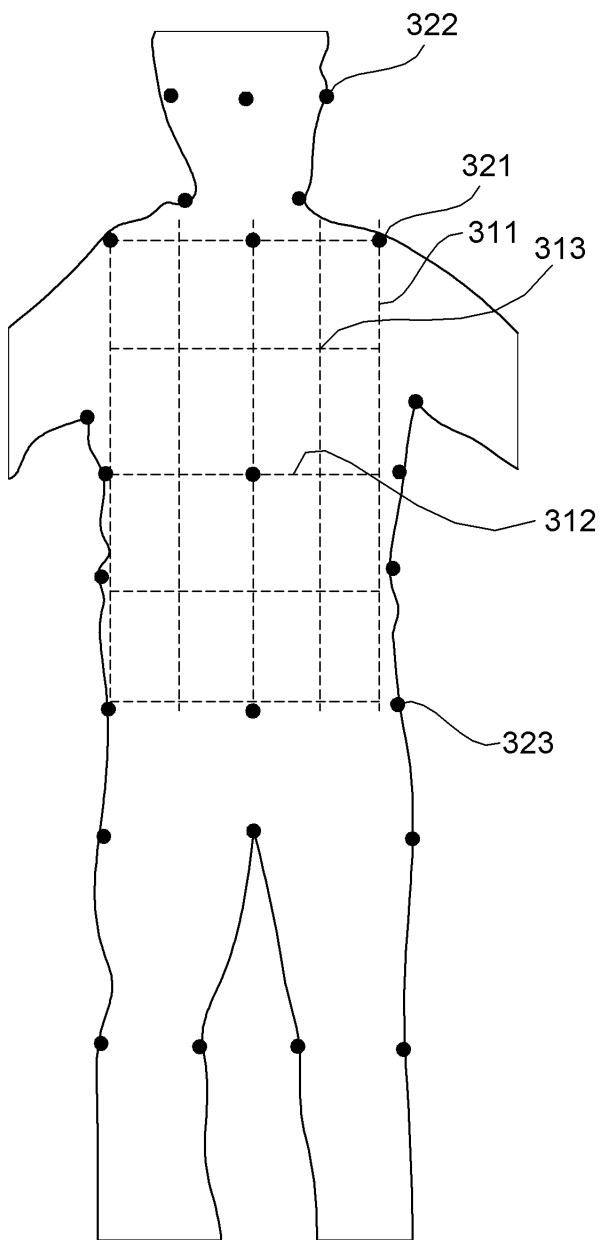
도면9



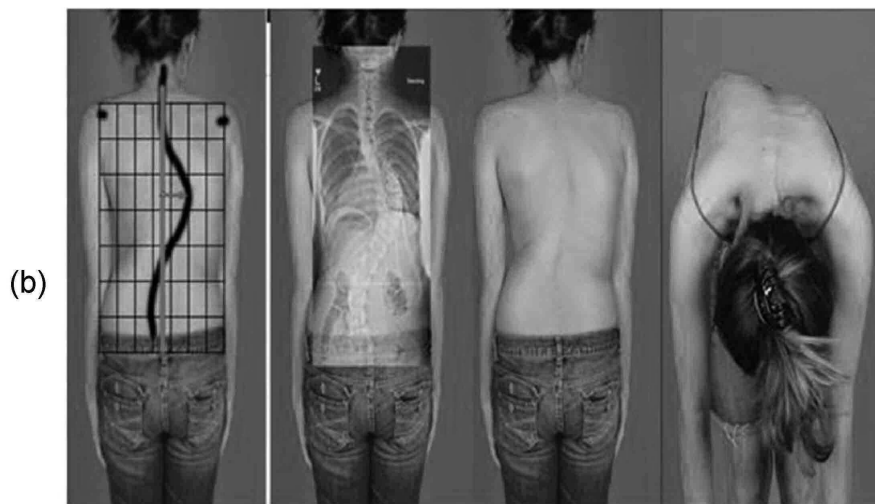
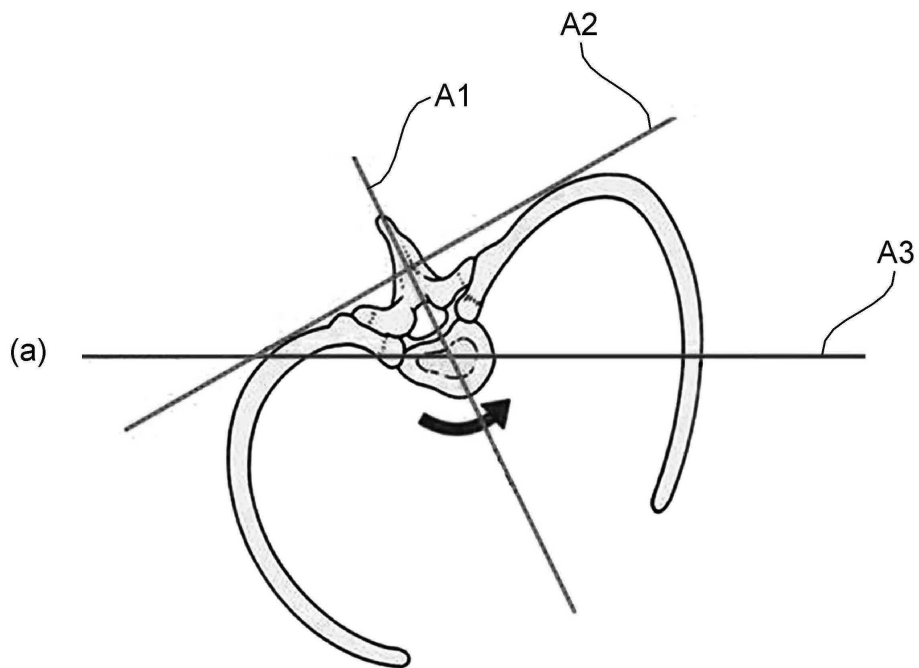
도면10



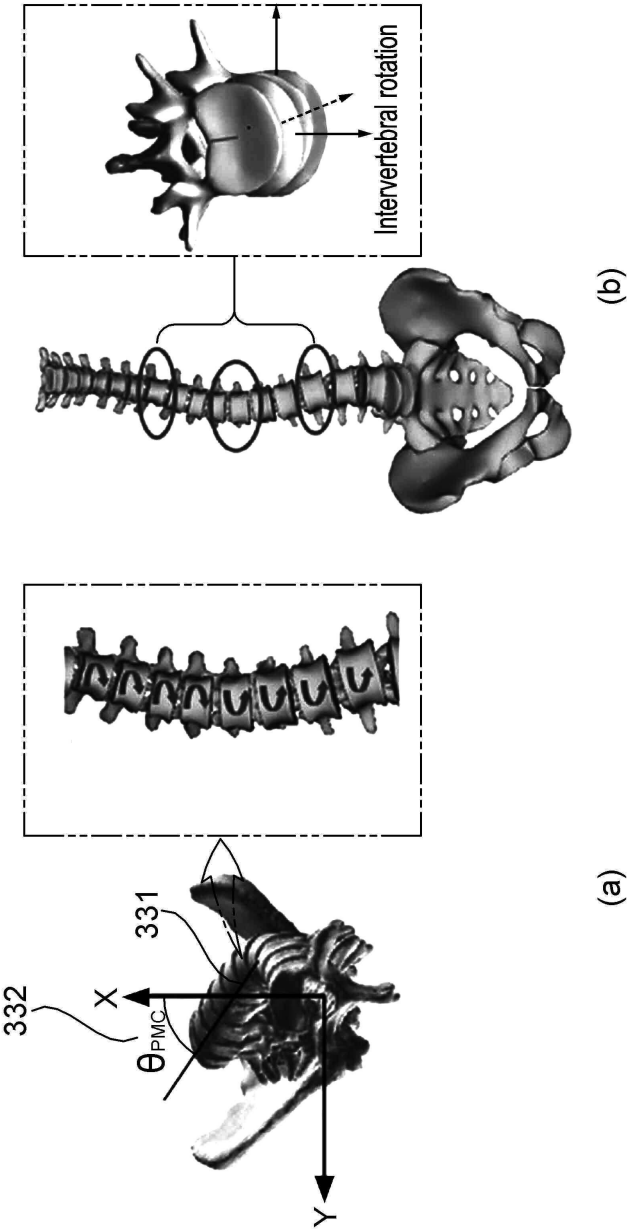
도면11



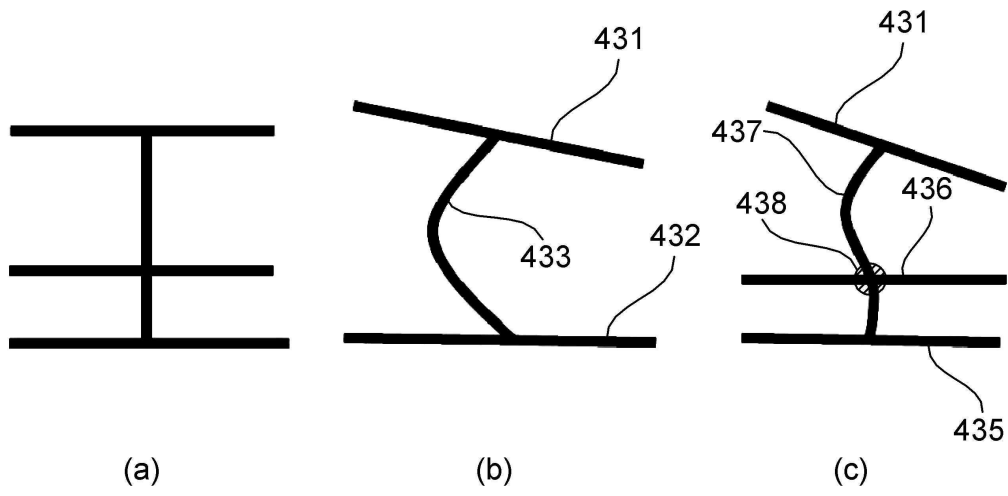
도면12



도면13



도면14



도면15

