



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0110185
(43) 공개일자 2021년09월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G16H 50/30 (2018.01) G16H 30/20 (2018.01)
G16H 30/40 (2018.01) G16H 40/60 (2018.01)
(52) CPC특허분류
G16H 50/30 (2018.01)
G16H 30/20 (2018.01)
(21) 출원번호 10-2021-0015347
(22) 출원일자 2021년02월03일
심사청구일자 2021년02월03일
(30) 우선권주장
1020200025388 2020년02월28일 대한민국(KR)

(71) 출원인
연세대학교 원주산학협력단
강원도 원주시 흥업면 연세대길 1
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
김한성
강원도 원주시 흥업면 연세대길 1 산학관 307호
이성호
서울특별시 강남구 선릉로 120, 6동 101호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김보정

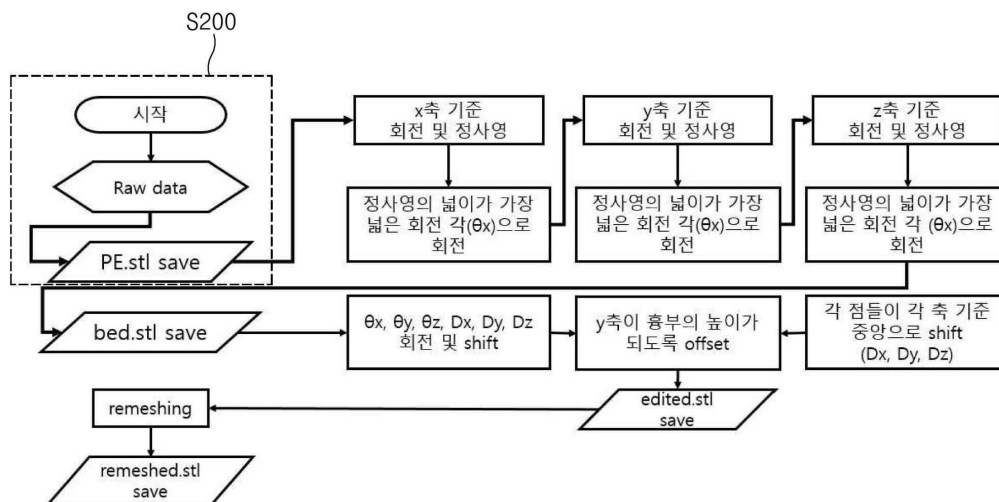
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 오목가슴 진단 알고리즘 및 시스템

(57) 요약

오목가슴 진단 알고리즘 및 시스템이 개시된다. 본 발명의 오목가슴 진단 알고리즘은 (a)오목가슴 진단 장치를 이용하여 흉부를 측정하는 단계와, (b)단계 (a)에서 측정한 데이터에서 오목가슴 진단을 위한 Raw Data를 획득하는 단계, (c)단계 (b)에서 획득한 Raw Data를 전처리하는 단계, 및 (d)전처리한 데이터를 분석하여 오목가슴 진단하는 단계를 포함하여 이루어지게 함으로써, RGB와 IR 기반의 깊이 정보를 토대로 촬영하는 Depth Camera를 이용하여 측정하기 때문에 정확한 진단이 가능하다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

G16H 30/40 (2018.01)

G16H 40/60 (2021.08)

(72) 발명자

박승원

강원도 원주시 흥업면 세동길 13, 101동 706호

최준원

울산광역시 동구 꽃바위로 323, 301호 (방어동)

김동현

경기도 용인시 수지구 용구대로 2753번길 27, 115
동 302호

명세서

청구범위

청구항 1

- (a)오목가슴 진단 장치를 이용하여 흉부를 측정하는 단계;
 - (b)단계 (a)에서 측정한 데이터에서 오목가슴 진단을 위한 Raw Data를 획득하는 단계;
 - (c)단계 (b)에서 획득한 Raw Data를 전처리하는 단계;및
 - (d)전처리한 데이터를 분석하여 오목가슴 진단하는 단계;
- 를 포함하는 오목가슴 진단 알고리즘.

청구항 2

- 청구항 1에 있어서,
- 상기 (a)단계에서의 오목가슴 진단 장치는
- Depth 카메라;
- 피검자가 위치하는 베드;
- 상기 베드에서 일정거리 이격된 상부에서 상기 카메라를 피검자의 흉부를 횡단면으로 촬영할 수 있도록 상기 Depth 카메라를 타원형으로 이동시키는 트랙;및
- 상기 Depth 카메라에서 촬영된 영상 데이터를 획득하여 오목가슴 진단 알고리즘을 사용하여 오목가슴을 진단하는 진단부;
- 를 포함하는 오목가슴 진단 알고리즘.

청구항 3

- 청구항 1에 있어서,
- 상기 (b)단계는
- 흉부에 대한 측정된 Raw data는 팔, 상의 등 촬영된 데이터 중 흉부를 제외한 분석에 불필요한 부위를 제거하여 Raw data를 편집한 흉부(PE.stl) 파일을 생성하는 단계를 포함하는 오목가슴 진단 알고리즘.

청구항 4

- 청구항 3에 있어서,
- 상기 (c)단계는
- (c-1)PE.stl 파일을 회전시켜 횡단면(Transvers plane)에서의 분석을 위해 흉부의 횡단면과 지면이 수직을 이루도록 회전시키고, 특정 면에서 정사영을 한 넓이가 최대를 이룰 각을 찾고 해당 각도로 회전시키는 단계;및
- (c-2)상기 (c-1)단계에서 최대 회전각으로 회전한 흉부파일을 바닥면 기준으로 체스트 오프셋 값을 획득하는 단계;
- 를 포함하는 오목가슴 진단 알고리즘.

청구항 5

- 청구항 4에 있어서,
- 상기 (c-1)단계는
- X축 기준 회전 및 정사영을 하는 단계와 Y축 기준 회전 및 정사영을 하는 단계와 Z축 기준 회전 및 정사영을

하는 단계를 포함하고, 각 단계에서 정사영의 넓이가 최대가 되는 가장 넓은 회전각(θ_x , θ_y , θ_z)으로 회전시키는 것을 특징으로 하는 오목가슴 진단 알고리즘.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 (c-2)단계는

바닥 기준으로 사용할 침대 부위의 베드 데이터(bed.stl)를 획득하는 단계와

bed.stl을 사용하여 offset값을 설정하고, 획득한 $\theta_x, \theta_y, \theta_z$ 의 회전 각도를 사용하여 회전시킨 후, 각 축에서 영점과의 거리를 계산하여 offset 값을 추출하여 x,y축으로 형성되는 bed offset을 추출하는 단계와

bed.stl 파일을 통해 얻은 offset 값(bed offset)을 PE.stl에 적용하여 x,y축으로 형성되는 chest offset(edited.stl)을 획득하는 단계와

상기 단계에서 획득한 chest offset(edited.stl)을 remeshing을 통해 왜곡 변형을 줄이는 단계를 포함하는 오목가슴 진단 알고리즘.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 (d)단계는

상기 remeshed.stl 데이터를 획득하여 이를 분석알고리즘에 적용하여 오목가슴을 유무를 분석하여 판단하는 단계를 수행하는 오목가슴 진단 알고리즘.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 (d)단계는

흉부의 가로길이와 높이의 비율이 3.2 이상이 될 경우 오목가슴이 있으므로 판단하고, 수술이 필요한 중증환자로 처리하고, 3.2이하인 정상군 또는 수술이 필요하지 않고 함몰된 깊이가 높지 않은 경증 환자로 판단하는 오목가슴 진단 알고리즘.

청구항 9

Depth 카메라;

피검자가 위치하는 베드;

상기 베드에서 일정거리 이격된 상부에서 상기 카메라를 피검자의 흉부를 횡단면으로 촬영할 수 있도록 상기 Depth 카메라를 타원형으로 이동시키는 트랙;및

상기 Depth 카메라에서 촬영된 영상 데이터를 획득하여 오목가슴 진단 알고리즘을 사용하여 오목가슴을 진단하는 진단부;

를 포함하는 오목가슴 진단 장치.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 트랙은

상기 카메라가 베드상의 피검자 흉부를 중심으로 타원형으로 촬영할 수 있도록 좌우 타원형 트랙으로 구성되는 오목가슴 진단 장치.

청구항 11

청구항 9에 있어서,

상기 진단부는

상기 카메라를 이용하여 촬영된 흉부측정 데이터에서 오목가슴 진단을 위한 Raw Data를 획득하고, 획득한 Raw Data를 전처리한 다음, 전처리한 데이터를 분석하여 오목가슴의 유무를 진단하는 오목가슴 진단 장치.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 진단부는

흉부에 대한 측정된 Raw data는 팔, 상의 등 촬영된 데이터 중 흉부를 제외한 분석에 불필요한 부위를 제거하여 Raw data를 편집한 흉부(PE.stl) 파일을 생성하는 단계를 포함하는 오목가슴 진단 장치.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 진단부는

상기 PE.stl 파일을 회전시켜 횡단면(Transvers plane)에서의 분석을 위해 흉부의 횡단면과 지면이 수직을 이루도록 회전시키고, 특정 면에서 정사영을 한 넓이가 최대를 이룰 각을 찾고 해당 각도로 회전시키고, 최대 회전각으로 회전한 흉부파일을 바닥면 기준으로 체스트 오프셋 값을 획득하고, 획득한 chest offset(edited.stl)을 remeshing을 통해 왜곡 변형을 줄여 remeshed.stl 데이터를 획득하고, 이를 분석알고리즘에 적용하여 오목가슴을 유무를 분석하여 판단하는 오목가슴 진단 장치.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 진단부는

흉부의 가로길이와 높이의 비율이 3.2 이상이 될 경우 오목가슴이 있음으로 판단하고, 수술이 필요한 중증환자로 처리하고, 3.2이하의 정상군 또는 수술이 필요하지 않고 함몰된 깊이가 높지 않은 경증 환자로 판단하는 오목가슴 진단 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 오목가슴 진단 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 흉부의 형상을 스캔하여, 오목가슴 함몰을 관찰할 수 있는 오목가슴 진단 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 오목 가슴은 앞가슴 흉곽이 선천적으로 과도하게 함몰된 기형을 의미하는 것으로, 골격의 비정상적인 성장과 관련된 결함 중 가장 흔한 기형이며, 300명 중 한 명의 꼴로 태어난다.

[0003] 해당 질병은 심장 기관들을 압박하고, 심계항진(심장박동이 빠르게 느껴지는 증상), 심장 부정맥, 호흡 곤란 등 다양한 증상을 일으키기도 한다.

[0004] 이러한 오목 가슴을 측정하기 위한 방법으로 신체검사를 이용한 측정방법과 컴퓨터 단층 촬영을 이용한 측정방법 그리고 광학 마커리스 3D측정 시스템을 통한 진단 방법 등이 있다.

[0005] 먼저, 신체검사를 이용한 측정방법은 대표적으로 Chest Cyrtometry와 Anthropometric index가 있으며 Chest Cyrtometry는 미터법 테이프를 통해서 직접 가슴둘레를 측정하는 방법이고 Anthropometric index는 흉골의 바깥

쪽 부근의 1/3지점의 가장 긴 직경과 이 지점에서의 가장 깊게 들어간 깊이의 비로 계산하는 방법으로 오목가슴 측정 인덱스인 Haller Index 와 Anthropometric index와의 유사한 경향성을 보이는 특징이 있다.

[0006] 컴퓨터 단층 촬영(Computed Tomography; CT)을 이용한 오목가슴 측정 지수로는 정면 방향에서 흉부의 가로 길이 (A)와 척추에서 흉골 간 길이(C)의 비인 Haller Index (A/C)를 이용하여 흉벽 변형을 정도를 평가하는데 사용되는 표준 방법 중 하나로 흉벽 기형을 객관적이고 정확하게 평가할 수 있다는 장점이 있다.

[0007] 광학 마커리스 3D측정 시스템을 통한 진단 방법은 제한적인 공간 내에서 촬영을 진행하며, 몸의 상부를 스캔을 위해 4개의 카메라를 사용하는 것으로 오목가슴 측정 인덱스인 Haller Index 이용한 광학 마커리스 3D 측정 시스템을 이용한 흉부의 유사 Haller index인 I_{3ds} 와 CT상의 I_{3ds} 의 값을 비교했을 시, 경향성이 유사한 결과가 나오는 것으로 알려져 있다.

[0008] 이러한 종래의 측정 방법 중 먼저 신체 검사를 이용한 측정방법은 시술자의 경험적인 판단에 의하여 진단하기 때문에 시술자에 따라 정확한 진단이 어렵다는 문제점이 있고, 컴퓨터 단층 촬영 방법은 촬영시간이 10~15분 소요되고 전리 방사선에 대한 노출위험이 있다는 문제점, 그리고 광학 마커리스 3D측정 시스템을 통한 진단 방법은 한정된 공간에서 4대의 카메라를 이용하여야 하므로 진단과 설치에 시간과 비용이 소요된다는 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) KR 등록특허공보 제10-1090375호(2011.11.30)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 이러한 문제점을 해결하기 위한 본 발명은 RGB와 IR 기반의 깊이 정보를 토대로 촬영하는 Depth Camera를 이용한 오목가슴 진단 알고리즘 및 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0011] 또한, 본 발명은 컴퓨터 단층 촬영 방법에 비해 짧은 촬영 소요 시간(30초 내외)과, 신체 검사에 비해 정확한 진단이 가능한 오목가슴 진단 알고리즘 및 시스템을 제공하는 것을 다른 목적으로 한다.

[0012] 그리고 본 발명은 1대의 카메라로 흉부의 형상을 스캔하여, 오목가슴 함몰을 관찰할 수 있는 오목가슴 진단 알고리즘 및 시스템을 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 이러한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 오목가슴 진단 알고리즘은 (a)오목가슴 진단 장치를 이용하여 흉부를 측정하는 단계와, (b)단계 (a)에서 측정한 데이터에서 오목가슴 진단을 위한 Raw Data를 획득하는 단계, (c)단계 (b)에서 획득한 Raw Data를 전처리하는 단계, 및 (d)전처리한 데이터를 분석하여 오목가슴 진단하는 단계를 포함하게 구성함으로써 이루어지게 할 수 있다.

[0014] 또한, (b)단계는 흉부에 대한 측정된 Raw data는 팔, 상의 등 촬영된 데이터 중 흉부를 제외한 분석에 불필요한 부위를 제거하여 Raw data를 편집한 흉부(PE.stl) 파일을 생성하는 단계를 포함하게 이루어진다.

[0015] 또한, (c)단계는 PE.stl 파일을 회전시켜 횡단면(Transvers plane)에서의 분석을 위해 흉부의 횡단면과 지면이 수직을 이루도록 회전시키고, 특정 면에서 정사영을 한 넓이가 최대를 이룰 각을 찾고 해당 각도로 회전시키는 단계와, 최대 회전각으로 회전한 흉부파일을 바닥면 기준으로 체스트 오프셋 값을 획득하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 또한, (d)단계는 상기 remeshed.stl 데이터를 획득하여 이를 분석알고리즘에 적용하여 오목가슴을 유무를 분석하여 판단하는 단계를 수행한다.

[0017] 한편, 이러한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 오목가슴 진단 장치는 Depth 카메라, 피검자가 위치하는 베드, 상기 베드에서 일정거리 이격된 상부에서 상기 카메라를 피검자의 흉부를 횡단면으로 촬영할 수 있도록 상기 Depth 카메라를 타원형으로 이동시키는 트랙, 및 상기 Depth 카메라에서 촬영된 영상 데이터를 획득하여 오목가

슴 진단 알고리즘을 사용하여 오목가슴을 진단하는 진단부를 포함하게 구성할 수 있다.

[0018] 또한, 진단부는 상기 카메라를 이용하여 촬영된 흉부측정 데이터에서 오목가슴 진단을 위한 Raw Data를 획득하고, 획득한 Raw Data를 전처리한 다음, 전처리한 데이터를 분석하여 오목가슴의 유무를 진단하게 구성한다.

[0019] 또한, 진단부는 흉부의 가로길이와 높이의 비율이 3.2 이상이 될 경우 오목가슴이 있으므로 판단하고, 수술이 필요한 중증환자로 처리하고, 3.2이하는 정상군 또는 수술이 필요하지 않고 함몰된 깊이가 높지 않은 경증 환자로 판단한다.

발명의 효과

[0020] 따라서, 본 발명의 오목가슴 진단 알고리즘 및 시스템에 의하면, RGB와 IR 기반의 깊이 정보를 토대로 촬영하는 Depth Camera를 이용하여 측정하기 때문에 정확한 진단이 가능한 효과가 있다.

[0021] 또한, 본 발명의 오목가슴 진단 알고리즘 및 시스템에 의하면, 컴퓨터 단층 촬영 방법에 비해 짧은 촬영 소요 시간(30초 내외)과, 신체 검사에 비해 정확한 진단이 가능하다는 효과가 있다.

[0022] 그리고 본 발명의 오목가슴 진단 알고리즘 및 시스템에 의하면, 1대의 카메라로 흉부의 형상을 스캔하여, 오목가슴 함몰을 관찰할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명 오목가슴 진단 장치의 주요 구성도

도 2는 본 발명의 오목가슴 진단 방법을 설명하기 위한 기본 흐름도,

도 3은 측정용 장치의 동작 설명을 위한 참고도면,

도 4는 Raw Data를 편집한 흉부파일을 만드는 과정을 설명하기 위한 도면,

도 5는 촬영된 영상에서 흉부외의 부위를 제거한 상태의 도면,

도 6은 흉부 파일을 축별로 회전시키는 과정을 설명하기 위한 도면,

도 7은 흉부 파일을 축별로 회전시킨 상태의 참고 도면,

도 8은 전처리과정 중 흉부 파일을 바닥면 기준으로 처리하는 과정을 설명하기 위한 참고 도면,

도 9는 체스트 오프셋 값을 획득하는 과정의 참고도면,

도 10은 Remeshing을 통해 왜곡 변형을 줄이는 과정을 설명하기 위한 도면,

도 11은 Remeshing 과정을 설명하기 위한 참고도면,

도 12는 상세 데이터 분석과정을 설명하기 위한 흐름도,

도 13은 함몰깊이를 관찰하기 위한 점 좌표를 형성하는 과정을 설명하기 위한 흐름도,

도 14는 점 좌표 형성과정의 참고 도면,

도 15는 흉골의 중앙 부위의 분할을 위해 가로와 세로를 1/4분할하는 과정을 설명하기 위한 흐름도,

도 16은 추출한 점 데이터를 그래프로 표현하는 과정을 설명하기 위한 흐름도,

도 17은 추출한 점에서 보간한 데이터를 그래프로 예시한 참고도면,

도 18은 최저점의 오차를 설명하기 위한 참고도면,

그리고

도 19 내지 도 21은 인덱스를 이용한 분석과정의 참고 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정 해석되지 아니하며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입

각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

- [0025] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈", "장치" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 및/또는 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0026] 명세서 전체에서 "및/또는"의 용어는 하나 이상의 관련 항목으로부터 제시 가능한 모든 조합을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 예를 들어, "제1 항목, 제2 항목 및/또는 제3 항목"의 의미는 제1, 제2 또는 제3 항목뿐만 아니라 제1, 제2 또는 제3 항목들 중 2개 이상으로부터 제시될 수 있는 모든 항목의 조합을 의미한다.
- [0027] 명세서 전체에서 각 단계들에 있어 식별부호(예를 들어, a, b, c, ...)는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 한정하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않은 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 단계들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.
- [0028] 이하, 도면을 참고하여 본 발명의 일실시예에 대하여 설명한다.
- [0029] 도 1은 본 발명 오목가슴 진단 장치의 주요 구성도로서, 본 발명의 오목가슴 측정용 장치는 환자의 흉부를 정확하게 측정하기 위해 흉부를 기준으로 트랙을 따라 이동하면서 촬영하는 것을 하나의 특징으로 한다.
- [0030] 이를 위하여 본 발명의 오목가슴 진단 장치(100)는 RGB와 IR 기반의 깊이 정보를 토대로 촬영하는 깊이 카메라(Depth Camera; 이하 카메라라 함)(150)와, 피검자가 위치하는 베드(110), 베드(110)에서 일정거리 이격된 상부에서 카메라(150)가 피검자의 흉부를 횡단면으로 촬영할 수 있도록 카메라(150)를 타원형으로 이동시키는 타원형 트랙(140), 및 카메라(150)에서 촬영된 영상 데이터를 획득하여 오목가슴 진단 알고리즘을 사용하여 오목가슴을 진단하는 진단부(160)를 포함한다.
- [0031] 카메라(Depth Camera)(150)는 이미지의 각 픽셀의 깊이 값을 계산할 수 있는 카메라로 2D방식과는 다르게 카메라 모듈 2대를 사용하여 다양한 기법들로 픽셀의 깊이를 계산하여 3D이미지를 표시하는 카메라이다.
- [0032] 본 발명에서 사용되는 카메라(150)는 RGB-IR 센서를 기반으로 하며, 이러한 RGB-IR센서는 R(Red, 적색), G(Green, 녹색), B(Blue, 청색) 픽셀을 통해 가시광 영역의 컬러 영상(color image)을 획득하고, 또한, IR(Infrared Ray, 적외선) 픽셀을 통해 적외선 영상을 획득하는 구조로 이루어진다. 즉, R,G,B,IR 픽셀 배열의 조합으로 단일의 RGB-IR 센서를 구성하게 된다.
- [0033] RGB-IR 센서 구조는, 하나의 R, B 픽셀과 2개의 G 픽셀로 구성되는 일반적인 RGB 센서 (이는 'Bayer 센서 구조'로 널리 알려져 있다) 에서, 상기 하나의 G 픽셀을 IR 픽셀로 변경하여 구성하게 된다.
- [0034] 도면을 참고하면, 점선 화살표와 같이 카메라(150)가 베드(110)상의 피검자 흉부를 중심으로 타원형으로 촬영할 수 있도록 타원형 트랙(140)을 따라 좌우 타원형으로 움직이게 된다.
- [0035] 즉, 타원형의 카메라 트랙(140)을 따라 카메라(150)가 화살표 방향으로 회전하면서 베드의 피검자 흉부를 측정하도록 동작하기 때문에 흉부를 정확하게 측정하도록 초점을 맞추고 있음을 알 수 있다.
- [0036] 본 발명의 측정 장치는 기존의 360도로 촬영하는 3D 스캔 방식에서 초점을 맞추기 위해 동일한 거리에서 흉부를 촬영하기 위해 타원형 트랙을 사용하고, 360도로 촬영하지 않아 촬영 시간을 줄일 수 있는 특징이 있다.
- [0037] 촬영은 초당 30 frame으로 측정된다.
- [0038] 진단부(160)는 카메라(150)에서 촬영한 영상을 수신하여 디스플레이(미도시)에 표시함과 동시에 촬영된 영상 데이터에서 오목가슴 진단 알고리즘을 사용하여 오목가슴을 진단하고, 그 결과를 디스플레이에 표시하도록 한다.
- [0039] 이러한 진단부(160)에 탑재되어 있는 진단알고리즘에 대해서는 아래에서 상세히 설명하기로 한다.
- [0040] 미설명부호 130은 트랙(140)을 지지하기 위한 상부 프레임이고, 120은 지지프레임이고, 170은 하부프레임이다.
- [0041] 도 2의 본 발명의 오목가슴 진단 방법을 설명하기 위한 기본 흐름도를 참고하면, 먼저 상술한 오목가슴 진단 장치를 통하여 흉부를 측정하는 단계(S100)와 단계 S100에서 측정한 데이터에서 오목가슴 진단을 위한 Raw Data를 획득하는 단계(200)와 단계 S200에서 획득한 Raw Data를 전처리하는 단계(300)와 전처리한 데이터를 분석하여 오목가슴을 진단하는 데이터분석 단계(400)를 포함하여 이루어진다.

- [0042] 단계 S100는 오목가슴 진단장치를 이용하여 베드(110)의 피검자 흉부를 동일한 거리에서 촬영할 수 있도록 타원형 트랙(140)을 이용하여 흉부에 초점을 맞춰 촬영한다.
- [0043] 도 3의 측정용 장치의 동작 설명을 위한 참고도면을 보면, 베드에 피검자를 위치시키고 트랙(140)상의 카메라 이동경로(적색의 화살표)에 따라 흉부의 초점을 기준으로 영상을 촬영한다.
- [0044] 단계 S100에서 측정된 영상 데이터로부터 단계 S200에서 Raw data를 획득하여 흉부파일을 생성한다.
- [0045] 이하, 도면을 참고하여 흉부파일을 생성하는 과정에 대하여 설명한다.
- [0046] 도 4는 Raw Data를 편집하여 흉부파일을 만드는 과정을 설명하기 위한 도면이고, 도 5는 촬영된 영상에서 흉부 외의 부위를 제거한 상태의 도면이다.
- [0047] 도면을 참고하면, 흉부에 대한 측정된 Raw data에서 팔, 상의 등 촬영된 데이터 중 흉부를 제외한 분석에 불필요한 부위를 제거하여 편집한 흉부(PE.stl) 파일을 생성한다.
- [0048] stl파일은 삼각형을 이루는 세개의 꼭지점과 해당 벡터로 구성하는 것으로 각 꼭지점의 순서와 방향으로 면의 방향을 표시하는 파일이다.
- [0049] 단계 S100에서 생성된 흉부(PE.stl) 파일은 transverse plane에서의 분석을 위해 전처리 과정(S300)을 수행한다.
- [0050] 이하, 도면을 참고하여 전처리 과정을 설명한다.
- [0051] 도 6은 흉부 파일을 축별로 회전시키는 과정을 설명하기 위한 도면이고, 도 7은 흉부 파일을 축별로 회전시킨 상태의 참고 도면이다.
- [0052] 도 6을 참고하면, 전처리 과정(S200)은 PE.stl 파일을 회전시켜 횡단면(Transvers plane)에서의 분석을 위해 흉부의 횡단면과 지면이 수직을 이루도록 회전시키고, 특정 면에서 정사영을 한 넓이가 최대를 이룰 각을 찾고 해당 각도로 회전시킨다.
- [0053] 단계 S310은 X축 기준 회전 및 정사영을 하는 단계로 정사영의 넓이가 가장 넓은 회전각(θ_x)으로 회전한 다음, Y축 기준 회전 및 정사영을 하는 단계(S320)로 진행한다. 단계 S320에서는 정사영의 넓이가 가장 넓은 회전각(θ_y)으로 회전하고(S320), 그리고 Z축 기준 회전 및 정사영을 하는 단계(S330)로 정사영의 넓이가 가장 넓은 회전각(θ_z)으로 회전한다.
- [0054] 도 7의 흉부 파일을 축별로 회전시킨 상태의 참고 도면을 보면, X축 기준 회전결과가 171도로 회전되어 있음을 Y축으로는 360도 회전을 그리고 Z축으로는 19도로 회전되어 특정 면에서 정사영의 넓이가 최대로 이를 각으로 회전되어 있음을 알 수 있다.
- [0055] 단계 S310 내지 단계 S330에서 각 축이 정사영의 넓이가 가장 넓은 회전각($\theta_x, \theta_y, \theta_z$)으로 회전한 다음 바닥(베드) 기준의 데이터로 수정한다(S340).
- [0056] 도 8의 전처리과정 중 흉부 파일을 바닥면 기준으로 처리하는 과정을 설명하기 위한 참고 도면과 도 9의 체크스트 오프셋 값을 획득하는 과정의 참고도면을 보면, 데이터를 분석하기 위해 바닥 기준으로 사용할 침대부위의 데이터(bed.stl)를 획득한다.
- [0057] 흉부의 높이를 바닥면 기준으로 계산하기 위해 기준에 대한 전처리를 시행한 다음, 단계 S310 내지 단계 S330에서 흉부 파일을 편집한 회전각도, 이동 거리만큼 상기 bed.stl을 편집하고 해당 면을 기준으로 높이를 계산한다.
- [0058] 각 점들이 각 축 기준에서 중앙으로 시프트시켜 면 데이터(Dx, Dy, Dz)를 획득하고(S343), 저장된 bed.stl 데이터를 기준으로 $\theta_x, \theta_y, \theta_z$ 와 획득된 Dx, Dy, Dz를 회전 및 shift시켜 y축이 흉부의 높이가 되도록 offset한다(S342).
- [0059] 이를 위하여 먼저 바닥면의 offset값을 설정하기 위해 bed.stl을 사용하여 offset값을 설정하고, 획득한 $\theta_x, \theta_y, \theta_z$ 의 회전 각도를 사용하여 회전시킨 후, 각 축에서 영점과의 거리를 계산하여 offset 값을 추출하여 x,y축으로 형성되는 bed offset을 추출한다.
- [0060] 즉, bed.stl 파일을 통해 얻은 offset 값(bed offset)을 PE.stl에 적용하여 x,y축으로 형성되는 chest offset(edited.stl)을 획득한다.

- [0061] 단계 S342에서 획득한 chest offset을 remeshing을 통해 왜곡 변형을 줄여 편집된 파일의 신뢰성을 높이는 단계를 수행한다(S350).
- [0062] 도 10의 Remeshing을 통해 왜곡 변형을 줄이는 과정을 설명하기 위한 도면과 도 11의 Remeshing 과정을 설명하기 위한 참고도면을 보면, 먼저 단계 S342에서 편집된 데이터(edited.stl)을 저장한 다음(S351), remeshing을 수행하여(S352) remeshed.stl 데이터를 획득하여 저장한다(S353).
- [0063] 도 11은 분석 지점 단면에서의 변화사진도로서 상단의 remesh전 파일을 하단의 remesh후 파일을 비교하면, remeshing을 통해 왜곡 변형이 줄어든다는 것을 알 수 있다.
- [0064] 단계 S353을 통하여 remeshed.stl 데이터를 획득하면 이를 분석알고리즘에 적용하여 오목가슴의 유무를 진단하는 단계를 수행한다(S400).
- [0065] 도 12의 상세 데이터 분석과정을 설명하기 위한 흐름도와 도 13의 함몰깊이를 관찰하기 위한 점 좌표를 형성하는 과정을 설명하기 위한 흐름도를 참고하면, 단계 S410은 voxelize단계(S410)와 최저점의 횡단면 점 추출단계(S420)와 횡단면에 대한 단층촬영데이터를 획득하는 단계(S430)를 수행한다.
- [0066] voxelize단계(S410)는 3차원에서 점을 얻기 위해 세개의 꼭짓점과 해당 벡터로 구성되어 있던 편집된 stl 파일(S411)을 Voxelize 하여(S412) 점 좌표를 불러오는 단계로 Voxelize한 파일은 face colored plot으로 함몰 깊이를 관찰할 수 있다.
- [0067] 도 14의 점 좌표 형성과정의 참고 도면을 보면, 상단의 remeshed.stl 데이터를 Voxelize한 도면이 그리고 하단에는 face colored plot으로 표시된 도면으로 칼라별로 깊이를 알 수 있게 표시되어 있다.
- [0068] 단계 S412에서 Voxelize한 데이터는 최저점의 횡단면 점 추출단계(S420)로 진행한다.
- [0069] 도 15의 흉골의 중앙 부위의 분할을 위해 가로와 세로를 1/4분할하는 과정을 설명하기 위한 흐름도를 참고하면, 단계 S420의 최저점의 횡단면 점 추출단계는 먼저 분석면을 1/4로 분할하고(S421), 분할된 면의 최저점을 추출하는 단계(S422) 그리고 최저점의 횡단면 양측 점 추출단계(S423)를 수행한다.
- [0070] 단계 S421은 편집된 PE.stl파일에서 최저점을 구할 때, 갈비뼈에 해당하는 부위가 최저점으로 추출되기 때문에 흉골에 해당하는 중앙 부위의 분할을 위해 가로와 세로 모두 1/4분할을 진행하는 것이다.
- [0071] 최저점의 횡단면 양측 점 추출단계(S423)는 Haller index를 이용하여 해당 환자의 각 단면을 분석하고, 흉부의 가로 길이와 흉골의 높이 비가 가장 크게 나온 단면으로 추출한다.
- [0072] 흉골의 높이가 가장 작은 값에 해당하는 단면을 분석할 시 흉부의 가로 길이와 흉골의 높이가 가장 크게 나와 분할면의 최저점을 추출하여 분석하는 것이다.
- [0073] 도 16의 추출한 점 데이터를 그래프로 표현하는 과정을 설명하기 위한 흐름도를 참고하면, 횡단면에 대한 단층촬영데이터를 획득하는 단계(S430)는 추출한 점데이터를 이용하여 횡단면에서 분석을 진행하는 단계(S431)와 인텍스를 추출하는 단계(S432)를 포함한다.
- [0074] 횡단면에서 분석을 진행하는 단계(S431)는 도 17의 추출한 점에서 보간한 데이터를 그래프로 예시한 참고도면을 보면, 상단그림은 추출한 점 데이터를 표시한 도면이고, 하단그림은 보간한 데이터를 그래프로 표시한 도면이다.
- [0075] 보간한 데이터는 remeshed.stl데이터에서 횡단면으로 추출한 5개의 점 데이터를 그래프로 표시한다.
- [0076] 또한, 보간되어진 그래프의 최저점과 기존 그래프의 최저점과의 오차율을 이용하여 보간 오차를 추출한다.
- [0077] 도 18의 최저점의 오차를 설명하기 위한 참고도면을 보면, 보간되어진 그래프의 최저점과 기존 그래프의 최저점과의 오차율은 높이의 오차율과 너비의 오차율로 표시할 수 있음을 알 수 있다.
- [0078] 도면에서는 높이의 오차율이 $1.77348 \times 10^{-6}\%$ 이고 너비의 오차율은 $8.3726 \times 10^{-5}\%$ 임을 알 수 있다.
- [0079] 인텍스를 추출하는 단계(S432)는 도 19 내지 도 21은 인텍스를 이용한 분석과정의 참고 도면을 보면, 흉곽의 변형을 정량적으로 분석하기 위한 평가지표를 이용하여 깊이 포인트(Deepest Point(De))를 "Dmaxp-Dminp"로 계산하여 표시하고, External Hallers Index(EHI)는 "Dw/Sminp"로 External Correction Index(ECI)는 "(Dh-De)/Dh*100"로 표시되어 있다.

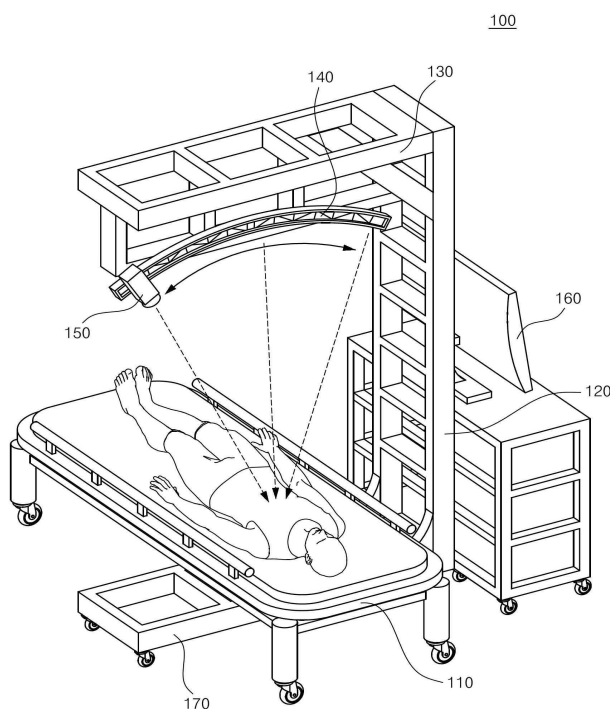
- [0080] 도 20은 인덱스를 이용한 분석과정의 참고 도면으로 횡단면에 대한 단층촬영 인덱스를 획득하는 도면이다, 도면을 참고하면, Deepest Point(De)는 17.29711로 External Hallers Index(EHI)는 2.93934로 그리고 External Correction Index(ECI)는 69.81063dmfh 표시되어 있다.
- [0081] 또한, 도 21의 인덱스를 이용한 분석과정의 참고 도면을 참고하면, face colored plot으로 표시된 도면으로 칼라별로 깊이를 알 수 있게 표시되어 있다.
- [0082] 본 발명에서는 흉부의 가로길이와 높이의 비율로 표시되는 External Hallers Index(EHI)가 즉, 흉부의 가로길이와 높이의 비율이 3.2 이상이 될 경우 수술이 필요한 중증환자로 보며, 3.2이하는 정상군 혹은 수술이 필요하지 않고 함몰된 깊이가 높지 않은 경증 환자로 판단하는 것이다.
- [0083] 이와 같은 분석 방법을 이용함으로써, 본 발명은 기존 분석알고리즘을 최적화하여 그동안 13분 내외로 소요되는 분석 소요시간을 1분 이내로 분석하고, 최대 함몰 지점의 단면에서 분석이 가능할 뿐만 아니라 기존 Haller Index를 이용하여 측정이 가능하도록 하였다.
- [0084]
- [0085] 이상에서 본 발명은 기재된 구체예에 대하여 상세히 설명되었지만 본 발명의 기술사상 범위 내에서 다양한 변형 및 수정이 가능함은 당업자에게 있어서 명백한 것이며, 이러한 변형 및 수정이 첨부된 특허 청구범위에 속함은 당연한 것이다.

부호의 설명

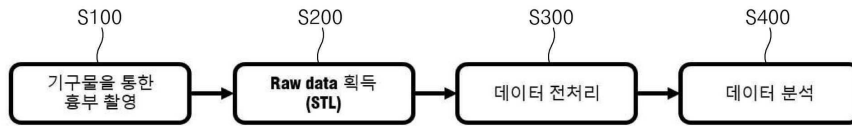
- [0086] 100 : 오목가슴 진단 장치 110 : 베드
120 : 지지프레임 130 : 상부프레임
140 : 트랙 150 : Depth Camera
160 : 진단부 170 : 하부프레임

도면

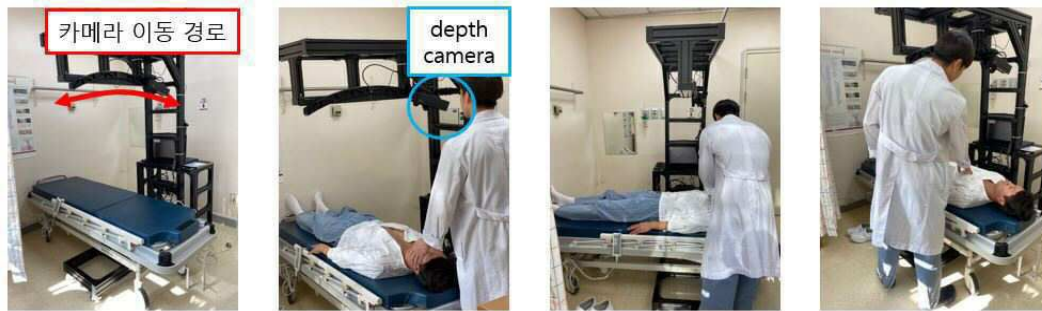
도면1



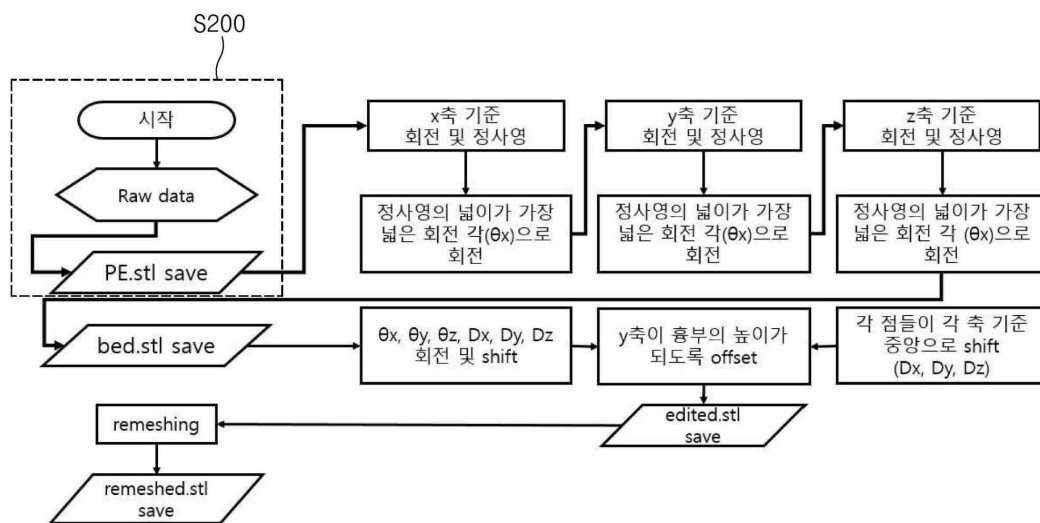
도면2



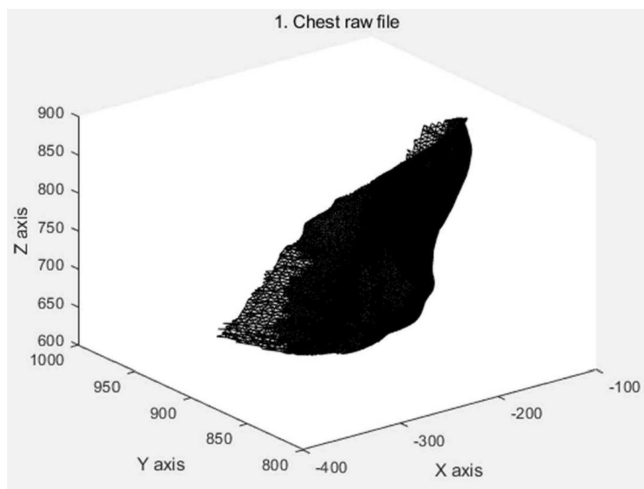
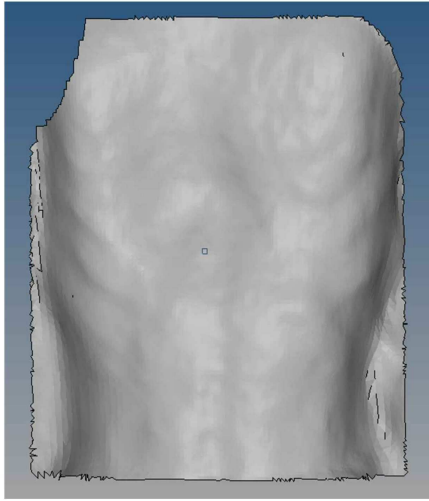
도면3



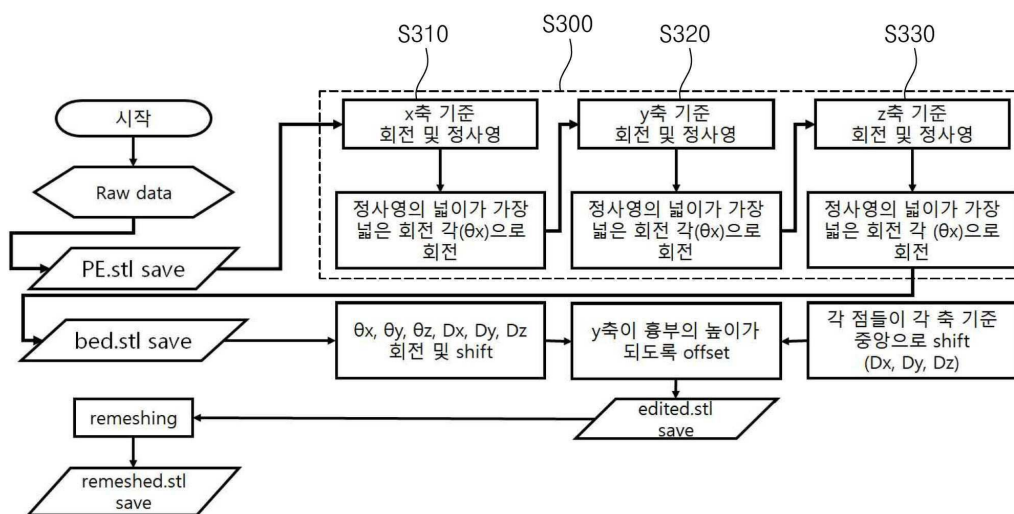
도면4



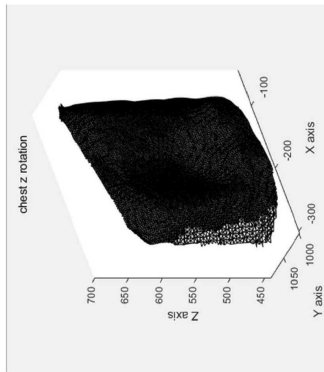
도면5



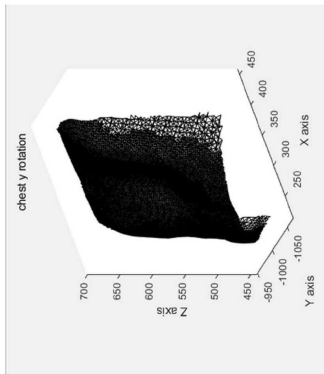
도면6



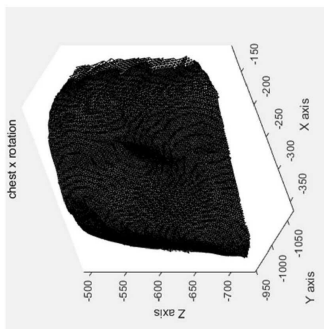
도면7



Z축 기준 회전 결과
X: 171 Y: 360 Z: 19

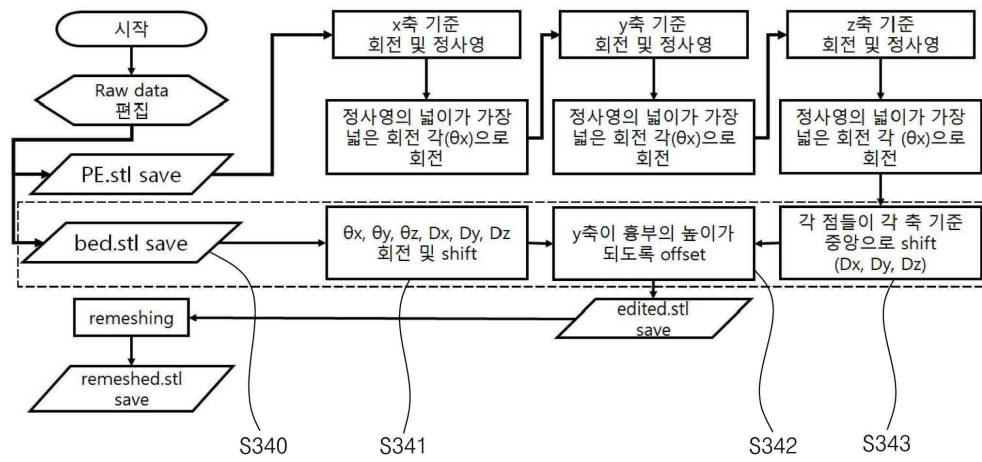


Y축 기준 회전 결과
X: 171 Y: 360 Z: 0

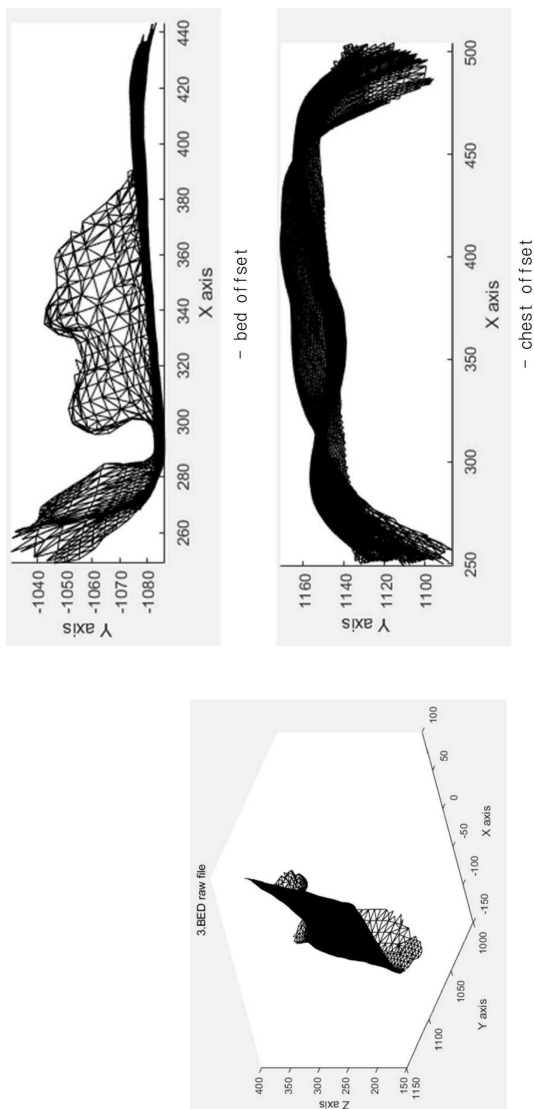


X축 기준 회전 결과
X: 171 Y: 0 Z: 0

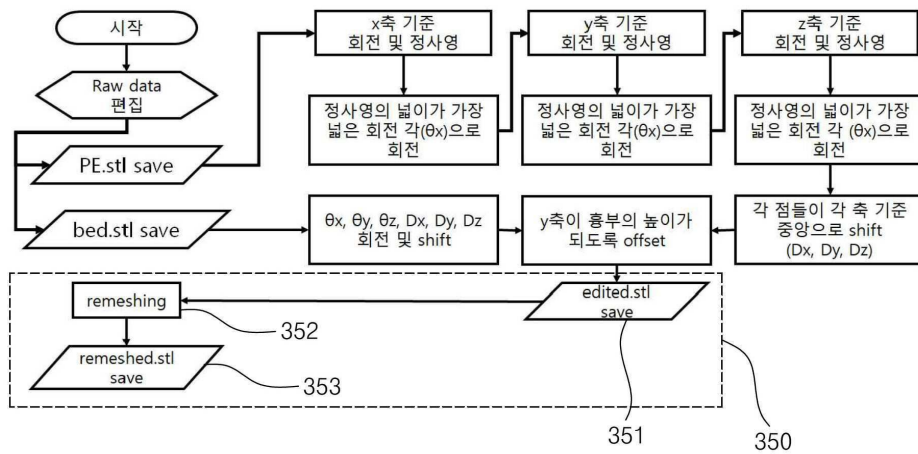
도면8



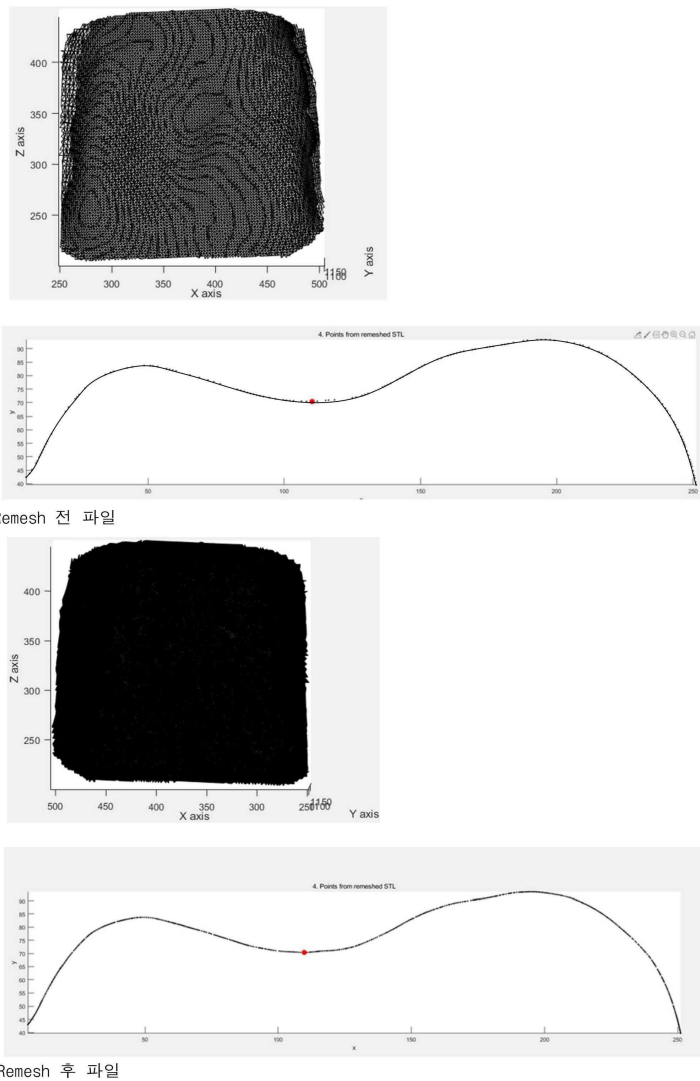
도면9



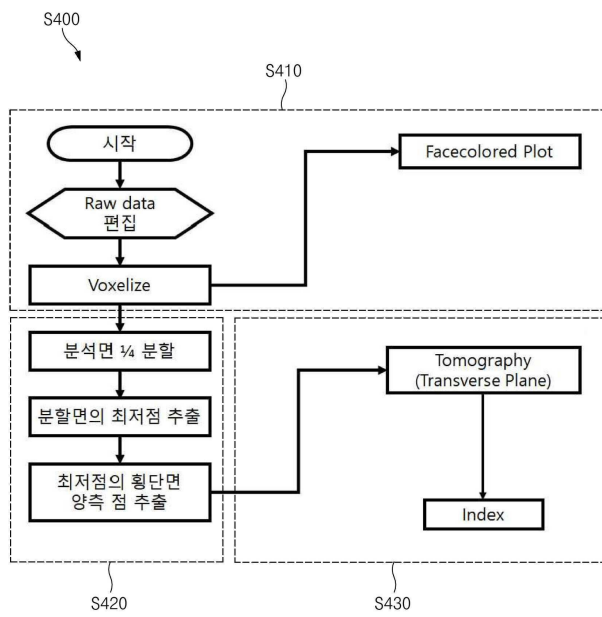
도면10



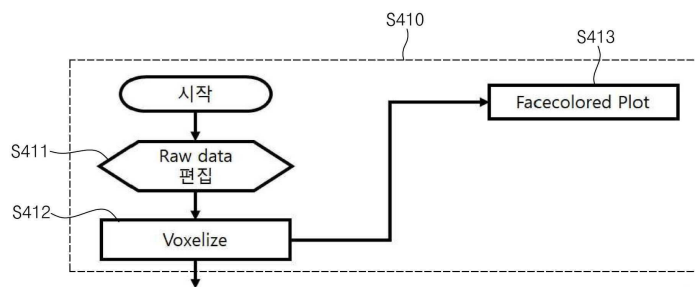
도면11



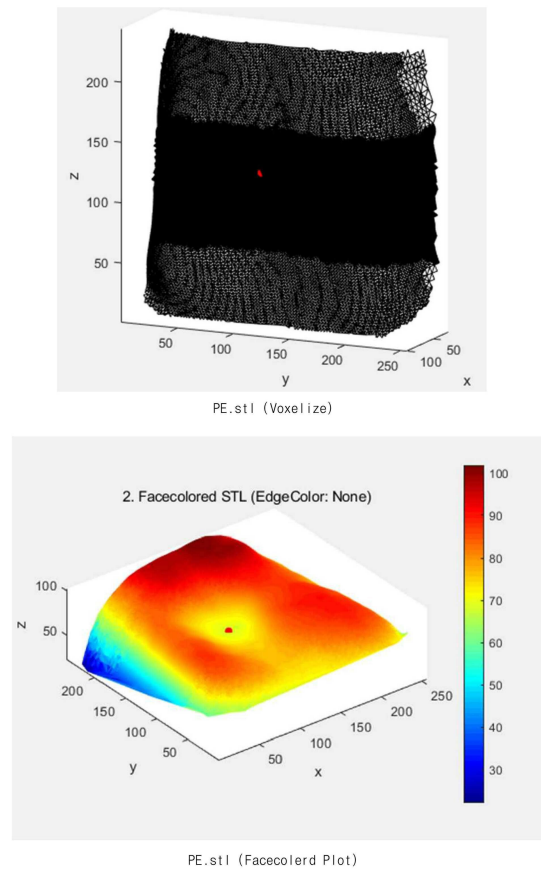
도면12



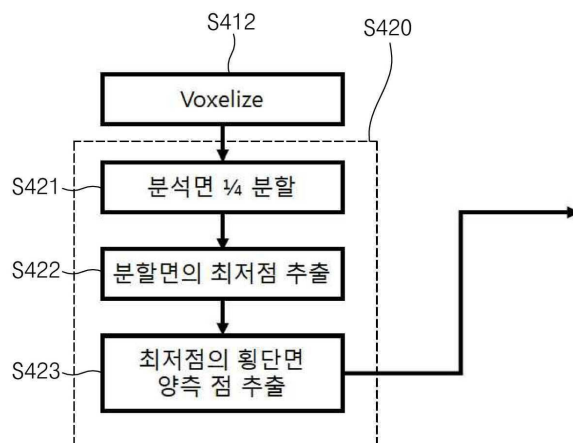
도면13



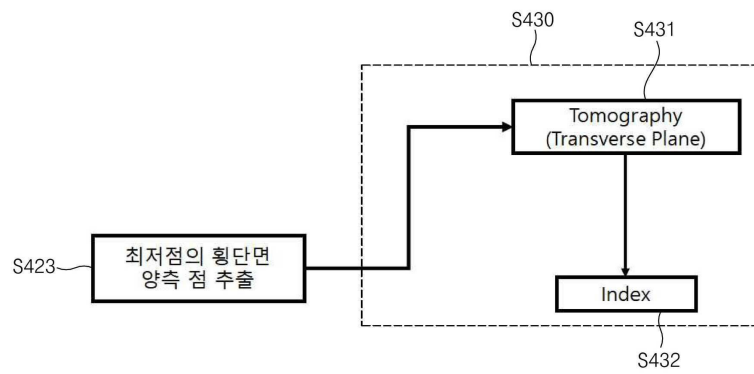
도면14



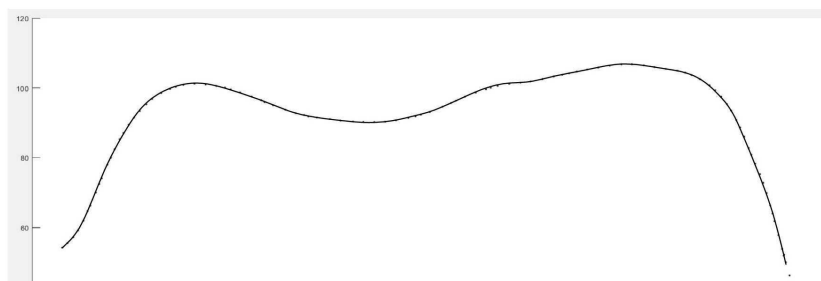
도면15



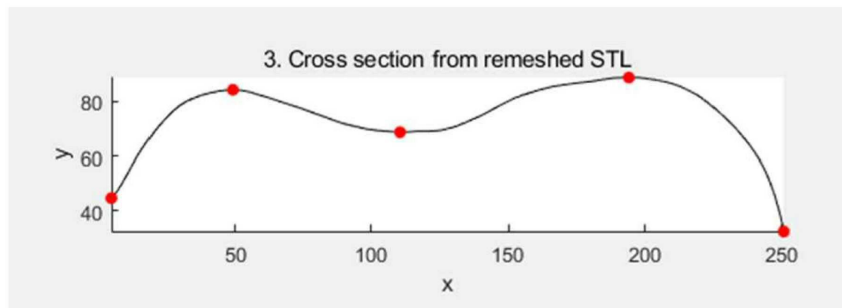
도면16



도면17

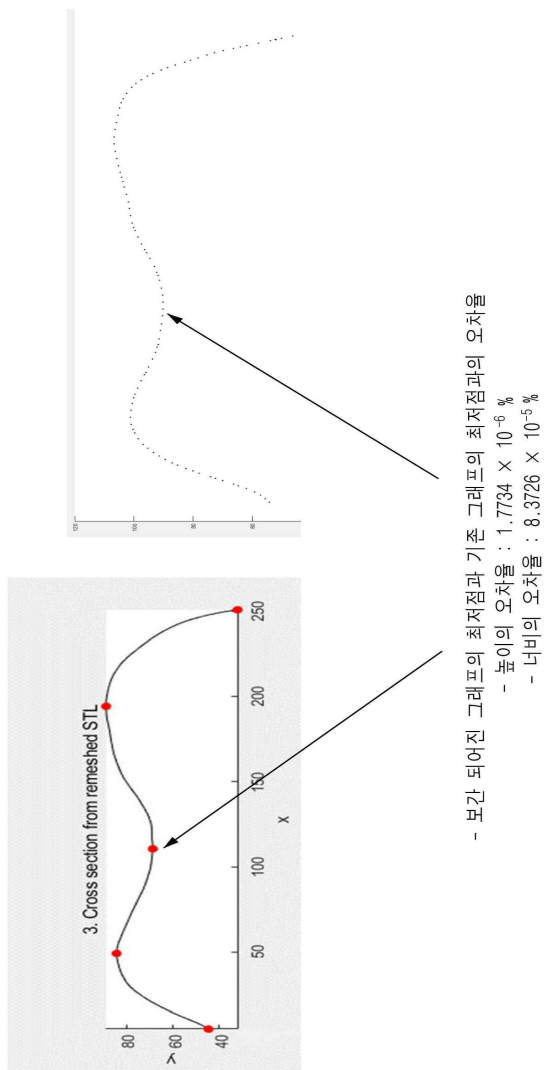


추출한 점 데이터

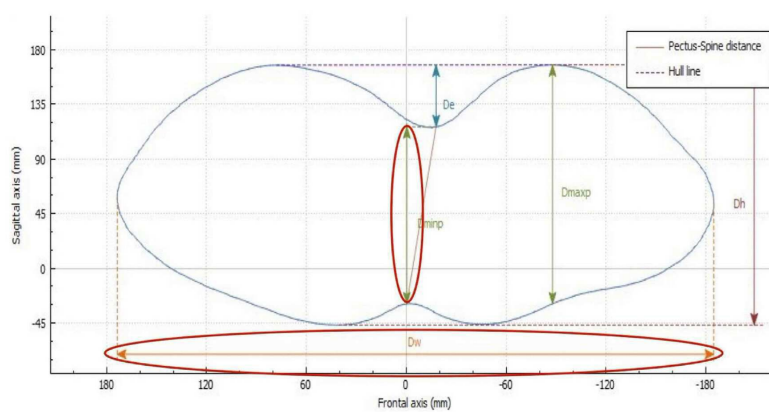


보간한 데이터(그래프)

도면18

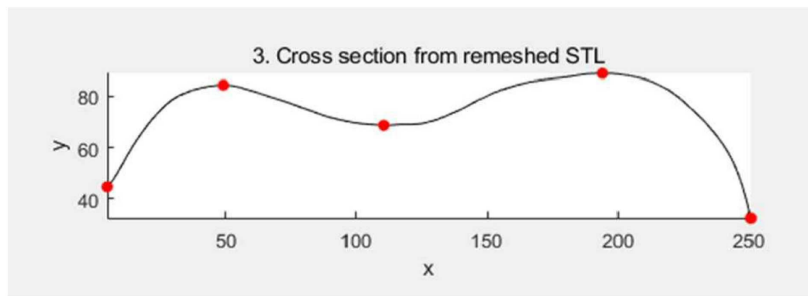


도면19



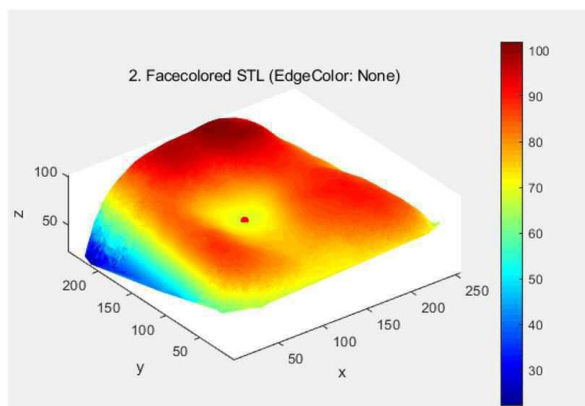
1. Deepest Point(De) : $D_{maxp} - D_{minp}$
2. External Hallers Index(EHI) : D_w / D_{minp}
3. External Correction Index(ECI) : $(D_h - D_e) / D_h \times 100$

도면20



1. Deepest Point(De) : 17.29711
2. External Hallers Index(EHI) : 2.93934
3. External Correction Index(ECI) : 68.81063

도면21



· 분석 시간은 1분 이내로 소요됨.