



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월05일

(11) 등록번호 10-2213412

(24) 등록일자 2021년02월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06T 17/20 (2006.01) G06T 3/00 (2019.01)

G06T 7/30 (2017.01)

(52) CPC특허분류

G06T 17/20 (2013.01)

G06T 3/0093 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0141076

(22) 출원일자 2018년11월15일

심사청구일자 2018년11월15일

(65) 공개번호 10-2020-0056855

(43) 공개일자 2020년05월25일

(56) 선행기술조사문헌

KR101864411 B1*

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

서울여자대학교 산학협력단

서울특별시 노원구 화랑로 621 (공릉동, 서울여자대학교)

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

홍헬렌

서울특별시 서초구 서초대로65길 13-10, 103동 1501호(서초동, 서초래미안아파트)

이민진

서울특별시 은평구 연서로 149, 101동 1402호(갈현동, 동광갈현베르빌)

형우진

서울특별시 서초구 방배로 270, 라동 401호(방배동, 방배삼호아파트)

(74) 대리인

특허법인비엘티

전체 청구항 수 : 총 9 항

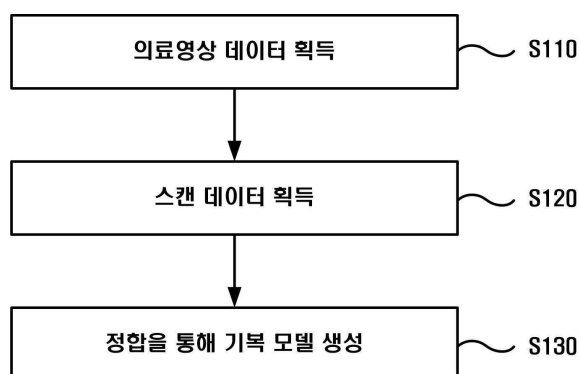
심사관 : 강석제

(54) 발명의 명칭 기복모델 생성방법, 장치 및 프로그램

(57) 요약

컴퓨터가 환자의 의료영상 데이터를 획득하는 단계, 기복(pneumoperitoneum) 상태인 상기 환자의 신체를 스캔한 스캔 데이터를 획득하는 단계 및 상기 의료영상 데이터를 상기 스캔 데이터에 정합하여 기복 모델을 생성하는 단계를 포함하는, 기복모델 생성방법이 개시된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 7/30 (2017.01)

G06T 2207/10008 (2013.01)

G06T 2210/41 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020110018573 A*

KR1020120111871 A*

KR1020170096088 A*

KR101862359 B1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

컴퓨터가 환자의 의료영상 데이터를 획득하는 단계;

상기 컴퓨터가 기복(pneumoperitoneum) 상태인 상기 환자의 신체를 스캔한 스캔 데이터를 획득하는 단계;

상기 컴퓨터가 상기 의료영상 데이터를 상기 스캔 데이터에 정합하여 기복상태가 반영된 가상 신체 모델인 기복 모델을 생성하는 단계; 및

상기 컴퓨터가 상기 의료영상 데이터, 상기 스캔 데이터 또는 상기 기복모델을 기초로 기복상태 구현 학습모델의 트레이닝을 위한 학습데이터셋을 구축하는 단계를 포함하고,

상기 기복상태 구현 학습모델은, 신규 의료영상 데이터를 입력받아 기복상태가 반영된 기복모델을 출력하는 학습모델이고,

상기 기복모델 생성 단계는, 상기 환자의 신체 특성을 나타내는 적어도 하나의 지표에 기초하여 상기 환자의 내부 장기에 대한 정보를 획득하는 단계를 더 포함하고,

상기 학습데이터셋은 상기 신체 특성 지표를 더 포함하고,

상기 컴퓨터는 신규 환자의 기복 전 의료영상 데이터 및 상기 신규 환자의 신체특성을 나타내는 하나 이상의 지표가 입력되면, 상기 기복상태 구현 학습모델을 이용하여 상기 신규 환자의 내부 장기의 위치, 형태 및 구조 중 적어도 하나가 반영된 기복모델을 획득하는 것을 특징으로 하는, 기복모델 생성방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 의료영상 데이터는,

사전에 촬영된 상기 환자의 의료영상에 기초하여 생성된 상기 환자의 신체의 3D 모델링 데이터인 것을 특징으로 하는, 기복모델 생성방법.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 기복모델을 생성하는 단계는,

상기 의료영상 데이터 및 상기 스캔 데이터로부터 각각 하나 이상의 랜드마크(landmarks)를 선택하는 단계; 및

상기 의료영상 데이터에서 선택된 하나 이상의 랜드마크 각각을 상기 스캔 데이터에서 선택된 하나 이상의 랜드마크 각각에 따라 정합시키는 단계를 포함하는, 기복모델 생성방법.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 학습데이터셋은, 상기 의료영상 데이터의 랜드마크가 대응되는 상기 스캔 데이터의 랜드마크로 이동하는 벡터데이터를 포함하는 것을 특징으로 하는, 기복모델 생성방법.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 기복 모델을 생성하는 단계는,

상기 의료영상 데이터를 상기 스캔 데이터에 따라 와핑(warping)하는 단계; 를 더 포함하는, 기복모델

생성방법.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 와핑하는 단계는,

상기 의료영상 데이터 및 상기 스캔 데이터로부터 각각 하나 이상의 랜드마크를 선택하는 단계; 및

상기 선택된 하나 이상의 랜드마크에 기반하여 상기 의료영상 데이터를 상기 스캔 데이터에 따라 와핑하는 단계; 를 포함하는, 기록모델 생성방법.

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 기록 모델을 생성하는 단계는,

상기 의료영상 데이터를 상기 스캔 데이터에 따라 비강체 정합(non-rigid registration) 하는 단계; 를 더 포함하는, 기록모델 생성방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

하나 이상의 인스트럭션을 저장하는 메모리; 및

상기 메모리에 저장된 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행하는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써,

환자의 의료영상 데이터를 획득하는 단계;

기록상태인 상기 환자의 신체를 스캔한 스캔 데이터를 획득하는 단계;

상기 의료영상 데이터를 상기 스캔 데이터에 정합하여 기록상태가 반영된 가상 신체 모델인 기록모델을 생성하는 단계; 및

상기 의료영상 데이터, 상기 스캔 데이터 또는 상기 기록모델을 기초로 기록상태 구현 학습모델의 트레이닝을 위한 학습데이터셋을 구축하는 단계를 수행하고,

상기 기록모델을 생성하는 단계를 수행할 때, 상기 환자의 신체 특성을 나타내는 적어도 하나의 지표에 기초하여 상기 환자의 내부 장기에 대한 정보를 획득하는 단계를 더 수행하고,

상기 기록상태 구현 학습모델은, 신규 의료영상 데이터를 입력받아 기록상태가 반영된 기록모델을 출력하는 학습모델이고,

상기 학습데이터셋은 상기 신체 특성 지표를 더 포함하고,

신규 환자의 기록 전 의료영상 데이터와 상기 신규 환자의 신체특성을 나타내는 하나 이상의 지표가 입력되면 상기 기록상태 구현 학습모델을 이용하여 상기 신규 환자의 내부 장기의 위치, 형태 및 구조 중 적어도 하나가 반영된 기록모델을 획득하는 것을 특징으로 하는, 장치.

청구항 10

하드웨어인 컴퓨터와 결합되어, 제1 항의 방법을 수행할 수 있도록 컴퓨터에서 독출가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 기복모델 생성방법, 장치 및 프로그램에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 의료진들이 실제와 유사한 상황에서 훈련을 수행할 수 있도록 하는 장치와 소프트웨어가 필요하다. 일반적으로, 의료진을 위한 시뮬레이션 장치는 환자의 상황과 유사하게 제작한 후 훈련을 수행하는 방식이다. 이러한 시뮬레이션 장치들은 환자에게 발생하는 여러가지 상황을 제공하지 못하며 시뮬레이션 시에 현실감이 떨어지는 문제점이 존재하였다. 또한, 외과적 수술의 경우, 의료진이 실제 수술과 동일한 조건에서 시뮬레이션을 할 수 없는 문제가 존재하였다.

[0003] 또한, 수술과정에서, 의사의 수술을 보조하기 위한 정보를 제공할 수 있는 기술들의 개발이 요구되고 있다. 수술을 보조하기 위한 정보를 제공하기 위해서는, 수술행위를 인식할 수 있어야 한다. 기존에는 수술 프로세스를 최적화 하기 위한 시나리오 구상을 위해서는 사전에 촬영된 의료영상을 참고하거나 매우 숙련된 의사의 자문을 받았으나, 의료영상만으로는 불필요한 프로세스의 판단이 어려웠으며 숙련된 의사의 자문은 특정 환자에 맞는 자문을 받기에 어려운 문제점이 있었다. 따라서, 의료영상이나 숙련된 의사의 자문은 수술대상 환자에 대한 수술프로세스의 최적화를 위한 보조 용도로는 활용되기 어려운 점이 많았다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 가상현실을 이용하여 수술 시뮬레이션을 수행하는 경우, 실제 수술 시와 동일한 조건에서 훈련을 수행하여야 수술시뮬레이션이 리허설로서의 역할을 수행할 수 있다. 특히, 최소침습수술(예를 들어, 로봇수술 또는 복강경수술)을 수행하는 경우, 실제 수술 시와 수술시뮬레이션 시에 카메라의 촬영방향이 상이하게 되면 의료진이 시뮬레이션 과정에서 확인하였던 영상과 실제 수술시에 보이는 영상이 차이남에 따라 실제 수술과 동일하게 훈련을 수행한 효과를 얻지 못할 수 있다. 즉, 복강내 구조가 복강내 구조를 확인하기 위한 카메라의 위치에 따라 상이할 수 있어서, 수술 시뮬레이션 시에 실제 수술 시와 신체 내부로 동일하게 카메라가 진입하도록 구현할 필요가 있다.

[0005] 따라서, 본 발명은 카메라가 실제 수술 시와 동일한 영상을 수술 시뮬레이션 시에 제공하기 위해, 실제 수술 시와 동일하게 기복상태(pneumoperitoneum: 환자의 체내로 가스를 주입하여 수술이 용이하도록 환자의 배를 부풀린 상태)가 적용된 가상신체모델을 구현하여 실제 수술시와 동일한 신체표면을 생성하는, 기복모델 생성방법, 장치 및 프로그램을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0006] 또한, 본 발명은 카메라가 실제 수술 시와 동일하게 구현된 신체표면 상의 동일한 위치를 통해 신체 내부에 진입하는 경우, 실제 수술 시와 동일한 화면을 제공할 수 있는 가상신체모델을 생성하는 가상신체모델 생성방법, 장치 및 프로그램을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 또한, 본 발명은 신규 환자의 의료영상데이터를 기반으로 실제 수술 시와 동일하게 기복상태가 적용된 가상신체모델을 구현하는 기복모델을 학습시키기 위한 학습데이터셋을 구축하는 방법, 장치 및 프로그램을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급된 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 면에 따른 기복모델 생성방법은, 컴퓨터가 환자의 의료영상 데이터를 획득하는 단계, 기복(pneumoperitoneum) 상태인 상기 환자의 신체를 스캔한 스캔 데이터를 획득하는 단계 및 상기 의료영상 데이터를 상기 스캔 데이터에 정합하여 기복 모델을 생성하는 단계를 포함한다.

[0010] 또한, 상기 의료영상 데이터는, 사전에 촬영된 상기 환자의 의료영상에 기초하여 생성된 상기 환자의 신체의 3D 모델링 데이터인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 환자의 의료영상은, 상기 환자의 신체를 소정의 각도 기울여서 촬영된 의료영상인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 기복 모델을 생성하는 단계는, 상기 의료영상 데이터 및 상기 스캔 데이터로부터 각각 하나 이상의

랜드마크(landmarks)를 선택하는 단계 및 상기 의료영상 데이터에서 선택된 하나 이상의 랜드마크 각각을 상기 스캔 데이터에서 선택된 하나 이상의 랜드마크 각각에 따라 정합시키는 단계를 포함할 수 있다.

- [0013] 또한, 상기 기록 모델을 생성하는 단계는, 상기 의료영상 데이터를 상기 스캔 데이터에 따라 와핑(warping)하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 와핑하는 단계는, 상기 의료영상 데이터 및 상기 스캔 데이터로부터 각각 하나 이상의 랜드마크를 선택하는 단계 및 상기 선택된 하나 이상의 랜드마크에 기반하여 상기 의료영상 데이터를 상기 스캔 데이터에 따라 와핑하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 기록 모델을 생성하는 단계는, 상기 의료영상 데이터를 상기 스캔 데이터에 따라 비강체 정합(non-rigid registration) 하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 기록 모델을 생성하는 단계는, 상기 환자의 신체 특성을 나타내는 적어도 하나의 지표에 기초하여 상기 환자의 내부 장기에 대한 정보를 획득하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 면에 따른 기록모델 생성장치는, 하나 이상의 인스트럭션을 저장하는 메모리 및 상기 메모리에 저장된 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행하는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 환자의 의료영상 데이터를 획득하는 단계, 기록상태인 상기 환자의 신체를 스캔한 스캔 데이터를 획득하는 단계 및 상기 의료영상 데이터를 상기 스캔 데이터에 정합하여 기록 모델을 생성하는 단계를 수행할 수 있다.
- [0018] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 면에 따라 하드웨어인 컴퓨터와 결합되어, 개시된 실시 예에 따른 기록모델 생성방법을 수행할 수 있도록 컴퓨터에서 독출가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터프로그램이 제공된다.
- [0019] 본 발명의 기타 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명의 실시예들을 통해, 환자의 일반적인 의료영상데이터를 기반으로 생성된 신체모델을 최소 침습 수술(예를 들어, 로봇수술, 복강경수술) 시의 기록상태로 구현함에 따라, 의료영상데이터에 의해 구현된 가상신체모델과 실제 환자 신체에서의 카메라 진입 위치 및 방향을 일치시킬 수 있다.
- [0021] 또한, 환자의 일반적인 의료영상데이터를 기반으로 생성된 신체모델을 최소 침습 수술(예를 들어, 로봇수술, 복강경수술) 시의 기록상태로 구현하면서, 기록알고리즘 구현을 위한 학습데이터를 획득할 수 있다. 즉, 기존 환자의 의료영상데이터 기반의 신체모델을 수술 전 기록된 신체표면 스캐닝 데이터로 변형함에 따라 기록알고리즘을 학습시키기 위한 학습데이터를 획득하고, 학습데이터를 기반으로 학습된 기록알고리즘을 통해 새로운 환자의 의료영상데이터로 수술 시의 기록상태와 동일하게 구현할 수 있다.
- [0022] 따라서, 의료진은 최소침습수술 시와 동일한 카메라 뷰 방향으로 수술 전에 시뮬레이션을 수행함에 따라 실제 수술 시에 시뮬레이션 시와 동일한 영상을 보면서 수술할 수 있어서, 실제에 동일한 상황에서 수술 연습을 수행하여 실제 수술 시의 예상치 못한 상황을 미리 대비할 수 있다. 또한, 실제 수술시에 기록된 환자 신체와 동일하게 신체 표면이 구현된 가상신체모델에서 동일한 위치 및 방향으로 가상카메라를 진입시킴에 따라, 의료진이 카메라를 통해 실제로 보는 화면과 가상신체모델 상의 가상카메라가 주시하는 방향이 동일하여 의료진이 최소 침습 수술을 수행하고 있는 위치에 대한 정확한 정보를 가상신체모델을 통해 전달하여 수술보조를 수행할 수 있다.
- [0023] 또한, 실제 수술 자세와 동일한 자세로 촬영된 의료영상데이터를 이용하여 3차원 신체모델을 구현함에 따라, 가상신체모델의 장기 배치를 실제 수술 시 신체 내부의 장기 배치와 동일하게 구현할 수 있다. 이를 통해, 동일한 위치에서 동일한 방향으로 진입한 카메라를 통해 제공된 영상 정보가 동일하게 구현할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급된 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 일 실시 예에 따라 기록 모델을 생성하는 방법을 간략하게 도시한 흐름도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 실제 수술 자세를 반영한 의료영상 획득을 위해 보조 장치를 이용한 예시도

면이다.

도 3은 환자의 의료영상 데이터와 기록 상태인 환자의 신체를 스캔한 스캔 데이터를 도시한 도면이다.

도 4는 컴퓨터가 정합을 수행하는 일 예를 도시한 흐름도이다.

도 5는 포인트 기반 정합을 수행하는 일 예를 도시한 도면이다.

도 6은 와핑을 수행하는 일 예를 도시한 도면이다.

도 7은 비강체 정합의 일 예를 도시한 도면이다.

도 8은 일 실시 예에 따른 장치의 구성도이다.

도 9는 개시된 실시 예에 따라 로봇수술을 수행할 수 있는 시스템을 간략하게 도식화한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 제한되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에게 본 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0027] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소 외에 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 명세서 전체에 걸쳐 동일한 도면 부호는 동일한 구성 요소를 지칭하며, "및/또는"은 언급된 구성요소들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다. 비록 "제1", "제2" 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.
- [0028] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0029] 명세서에서 사용되는 "부" 또는 "모듈"이라는 용어는 소프트웨어, FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, "부" 또는 "모듈"은 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만 "부" 또는 "모듈"은 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. "부" 또는 "모듈"은 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 "부" 또는 "모듈"은 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 "부" 또는 "모듈"들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 "부" 또는 "모듈"들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 "부" 또는 "모듈"들로 더 분리될 수 있다.
- [0030] 본 명세서에서 '컴퓨터'는 연산처리를 수행하여 사용자에게 결과를 제공할 수 있는 다양한 장치들이 모두 포함된다. 예를 들어, 컴퓨터는 데스크 탑 PC, 노트북(Note Book) 뿐만 아니라 스마트폰(Smart phone), 태블릿 PC, 셀룰러폰(Cellular phone), 피씨에스폰(PCS phone; Personal Communication Service phone), 동기식/비동기식 IMT-2000(International Mobile Telecommunication-2000)의 이동 단말기, 팜 PC(Palm Personal Computer), 개인용 디지털 보조기(PDA; Personal Digital Assistant) 등도 해당될 수 있다. 또한, 헤드마운트 디스플레이(Head Mounted Display; HMD) 장치가 컴퓨팅 기능을 포함하는 경우, HMD장치가 컴퓨터가 될 수 있다. 또한, 컴퓨터는 클라이언트로부터 요청을 수신하여 정보처리를 수행하는 서버가 해당될 수 있다.
- [0031] 본 명세서에서 "영상"은 이산적인 영상 요소들(예를 들어, 2차원 영상에 있어서의 픽셀들 및 3D 영상에 있어서의 볼셀들)로 구성된 다차원(multi-dimensional) 데이터를 의미할 수 있다. 예를 들어, 영상은 CT 촬영 장치에

의해 획득된 대상체의 의료 영상 등을 포함할 수 있다.

- [0032] 본 명세서에서 "대상체(object)"는 사람 또는 동물, 또는 사람 또는 동물의 일부 또는 전부일 수 있다. 예를 들어, 대상체는 간, 심장, 자궁, 뇌, 유방, 복부 등의 장기, 및 혈관 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0033] 본 명세서에서 "사용자"는 의료 전문가로서 의사, 간호사, 임상 병리사, 의료 영상 전문가 등이 될 수 있으며, 의료 장치를 수리하는 기술자가 될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0034] 본 명세서에서 "의료영상데이터"는 의료영상 촬영장비로 촬영되는 의료영상으로서, 대상체의 신체를 3차원 모델로 구현 가능한 모든 의료영상을 포함한다. "의료영상데이터"는 컴퓨터 단층촬영(Computed Tomography; CT)영상, 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging; MRI), 양전자 단층촬영(Positron Emission Tomography; PET) 영상 등을 포함할 수 있다.
- [0035] 본 명세서에서 "가상신체모델"은 의료영상데이터를 기반으로 실제 환자의 신체에 부합하게 생성된 모델을 의미한다. "가상신체모델"은 의료영상데이터를 그대로 3차원으로 모델링하여 생성한 것일 수도 있고, 모델링 후에 실제 수술 시와 같게 보정한 것일 수도 있다.
- [0036] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다.
- [0037] 이하에서는, 컴퓨터(예를 들어, 제어부(30), 서버(100) 또는 수술실에 구비되는 컴퓨팅 장치)가 수행할 수 있는, 기복모델 생성방법에 대하여 설명한다. 예를 들어, 제어부(30), 서버(100) 또는 수술실에 구비되는 컴퓨팅 장치는 스캐닝 장비로부터 획득되는, 사용자의 신체 외형에 기초하여, 의료영상 촬영장비(10)로부터 획득된 환자의 의료영상 데이터(예를 들어, 의료영상으로부터 생성된 3D 모델)를 정합하는 방법을 수행한다.
- [0038] 구체적으로, 최소침습수술(예를 들어, 복강경 수술 또는 로봇 수술)을 수행하는 경우, 신체를 관통한 트로카(Trocar)를 통해 신체에 진입한 카메라를 통해 신체 내부의 일부 범위를 확인하면서 다른 위치에 삽입된 하나 이상의 트로카(Trocar)를 통해 진입한 수술도구로 수술을 수행한다. 수술도구가 움직일 공간을 제공하기 위해 최소 침습 수술 시에는 신체 내부(예를 들어, 복부 수술을 수행하는 경우에 복벽 사이 공간)에 기체(예를 들어, 이산화탄소)를 주입한다.
- [0039] 의료진은 실제 수술 전에 미리 수술을 시뮬레이션 수행하여 실제 수술 시에 발생할 수 있는 변수를 대비하기를 원한다. 실제 수술을 연습하기 위해서는 실제 수술과 동일한 환경에서 시뮬레이션을 수행하여야 한다. 최소 침습 수술은 신체 내부에 삽입된 카메라(즉, 내시경)만으로 확인하면서 수술을 하게 되므로, 시뮬레이션 시에 전혀 다른 위치 또는 방향으로 표시된 영상으로 연습을 한 후에 실제 수술을 진행하게 되면, 의료진에게 실제 수술 시에 제공되는 영상이 전혀 다르기 때문에 연습 효과를 전혀 얻을 수 없다. 특히, 신체 수술 시의 환자 신체 상태와 동일하게 가상신체모델을 모델링을 수행하더라도, 카메라가 상이한 위치 또는 방향으로 진입하게 되면 전혀 다른 영상을 보면서 연습을 수행하여 연습효과를 얻을 수 없다.
- [0040] 환자 신체에 기복 상태가 적용되면 신체 표면(예를 들어, 복부 표면)의 형상이 변형됨에 따라, 기복되지 않은 3차원 신체모델에 기복된 신체 표면과 동일한 위치를 지정하더라도, 카메라가 삽입되는 각도가 달라지게 된다. 따라서, 수술 시뮬레이션을 수행하기 위한 가상신체모델 생성 시에 실제 수술 시와 동일하게 기복상태가 적용된 신체 표면을 구현할 필요가 있다.
- [0041] 도 1은 일 실시 예에 따라 기복 모델을 생성하는 방법을 간략하게 도시한 흐름도이다.
- [0042] 도 1에 도시된 각 단계들은 후술되는 제어부(30), 서버(100) 또는 수술실에 구비되는 컴퓨팅 장치 등의 컴퓨터에 의하여 시계열적으로 수행된다. 이하에서는, 설명의 편의를 위하여 도 1 및 이하에서 서술되는 각 단계들이 컴퓨터에 의하여 수행되는 것으로 서술한다. 하지만, 도 1 및 이하에서 서술되는 각 단계들의 적어도 일부 또는 전부는 제어부(30), 서버(100) 또는 수술실에 구비되는 컴퓨팅 장치에 의하여 수행될 수 있으며, 또한 그 주체는 이에 제한되지 않는다.
- [0043] 단계 S110에서, 컴퓨터는 환자의 의료영상 데이터를 획득한다.
- [0044] 일 실시 예에서, 의료영상 데이터는 상술한 의료영상 촬영장비(10)로부터 획득되는 의료영상을 포함하며, 그 종류는 제한되지 않는다. 예를 들어, 의료영상 데이터는 환자의 신체를 촬영한 CT 영상 데이터를 포함할 수 있고, CT 영상 데이터로부터 생성된 3D 모델링 영상 데이터를 포함할 수 있다.
- [0045] 의료영상 촬영장치(예를 들어, CT 시스템)에서 획득된 환자의 3차원 의료영상은 의료영상 촬영장치(예를 들어, CT 시스템) 또는 외부 컴퓨터에 의하여 3D 모델링 영상을 생성하는 데 이용된다. 예를 들어, CT 시스템 또는 외

부 컴퓨터는 환자의 3차원 의료영상을 이용하여 3D 모델링 영상을 렌더링하여 생성할 수 있다.

- [0046] 일 실시 예로, CT 시스템은 갠트리, 테이블, X-ray 생성부 및 X-ray 검출부를 포함할 수 있다. 갠트리는 X-ray 생성부 및 X-ray 검출부를 포함할 수 있다. 환자는 테이블 상에 위치될 수 있고, 테이블은 CT 촬영 과정에서 소정의 방향(예컨대, 상, 하, 좌, 우 중 적어도 한 방향)으로 이동할 수 있다. 테이블이 움직임에 따라 CT시스템은 3차원 신체 모델링 데이터 생성에 이용되는 복수의 신체 단면이미지를 획득한다.
- [0047] 또한, 일 실시 예로, 의료진은 실제 수술시와 유사한 환자의 내부 장기 모양을 갖는 3차원 의료영상을 획득하기 위해 소정의 전처리 동작을 수행하거나 의료영상 촬영장치에 요청한다. 일반적으로 환자가 수평상태로 누운 상태에서 CT 시스템을 통하여 획득되는 환자의 3차원 영상에 포함된 내부 장기의 모양 또는 배치 상태는 수술시 환자의 내부 장기의 모양 또는 배치상태와 상이할 수 있다. 즉, 실제 수술 시에는 수술 유형 또는 수술 부위 등에 의해 환자의 수술자세가 바로 누운 자세와 상이하게 될 수 있으므로, 환자의 신체 장기가 중력 영향을 상이하게 받아서 배치상태가 달라질 수 있다. 즉, 수술시 환자가 눕혀지는 각도에 따른 중력의 영향으로 환자의 내부 장기 모양이 달라질 수 있다.
- [0048] 일 실시 예에서, 의료영상 획득장치는 테이블 또는 갠트리를 소정의 각도 기울여서 환자의 3차원 의료영상을 획득할 수 있다. 예를 들어, CT 시스템은 테이블을 15도 기울여서(즉, 환자 또한 15도 기울여서) 환자의 3차원 의료영상을 획득할 수 있다. 또한, 다른 일실시예로, 도 2에서와 같이, 의료진은 실제 수술 시와 동일한 장기 배치를 구현할 수 있는 보조장치를 이용하여 일반적인 갠트리 내에서 실제 수술 부위를 실제 수술 시와 동일한 상태로 구현할 수 있다. 즉, 15도를 역으로 기울여서 수술하여야 하는 경우, 의료진은 환자의 의료영상 촬영 시에 환자 하체 쪽에 보조장치를 배치할 수 있다. 일 실시 예에서, 단계 S110에서 획득되는 환자의 의료영상 데이터는 환자를 소정의 각도(예를 들어, 15도) 기울인 상태에서 촬영된 CT 영상으로부터 획득되는 3차원 의료영상을 의미할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0049] 단계 S120에서, 컴퓨터는 기복(pneumoperitoneum) 상태인 환자의 신체를 스캔한 스캔 데이터를 획득한다.
- [0050] 일 실시 예에서, 기복 상태는 수술을 위해 환자의 신체에 가스를 주입한 상태를 의미한다. 컴퓨터는 기복 상태인 환자의 신체를 스캔한 스캔 데이터(예를 들어, 피부를 스캔하여 획득된 신체의 외양에 대한 데이터)를 획득한다.
- [0051] 도 3을 참조하면, 환자의 의료영상 데이터(200)와 기복 상태인 환자의 신체를 스캔한 스캔 데이터(300)가 도시되어 있다.
- [0052] 실시 예에 따라, 의료영상 데이터(200)는 환자의 신체를 기울임으로써 기복상태와 유사한 상태의 영상을 획득한 것일 수 있다. 하지만, 도 3에 도시된 스캔 데이터(300)와 같이 기복상태의 신체는 가스로 인하여 배가 부풀어 오르는 등 의료영상 데이터(200)와 차이점이 발생하게 된다.
- [0053] 따라서, 단계 S130에서 컴퓨터는 의료영상 데이터(200)를 스캔 데이터(300)에 정합하여 기복 신체 모델을 생성한다. 예를 들어, 상기 스캔 데이터(300)은 수술 전에 환자 신체 내에 이산화탄소를 주입한 후에 기복된 복부를 수직으로 바라보는 방향 또는 바닥에 수직인 방향에서 3D 스캐너로 촬영되어 획득될 수 있다.
- [0054] 일 실시 예에서, 컴퓨터는 의료영상 데이터(200)의 외양을 스캔 데이터(300)에 따라 변형시킨다. 또한, 기복상태 구현에 따라 장기 배치가 변형되는 경우, 컴퓨터는 이에 대응하도록 의료영상 데이터(200)에 포함된 내부 장기 배치 구조 또한 함께 변형되도록 하는 정합을 수행할 수 있다.
- [0055] 또한, 일 실시 예로, 스캔 데이터(300)와의 정합을 수행하기 전에, 컴퓨터는 의료영상 데이터(200)의 전처리 과정을 수행할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터는 의료영상 촬영장치로부터 3차원으로 모델링된 의료영상 데이터를 획득하거나 의료영상 촬영장치에 의해 획득된 연속된 프레임의 2차원 영상데이터를 기반으로 3차원 모델링데이터를 생성한 후, 3차원 모델링데이터에서 신체표면을 분리하는 과정을 수행한다. 즉, 컴퓨터는 기복이 반영되지 않은 3차원 신체모델에서 분리된 피부 모델 또는 신체 표면 모델을 생성한다. 컴퓨터는 스캔데이터(300)와 정합 과정에서 의료영상 데이터로 3차원 신체모델을 직접 이용할 수도 있고, 신체 표면 모델(또는 피부 모델)을 이용할 수도 있다.
- [0056] 일 실시예로, 의료영상 데이터로 CT영상데이터를 이용하는 경우, 신체 표면 모델을 생성하기 위해, 컴퓨터는 밝기값을 기반으로 신체 표면을 분리하는 과정을 수행한다. 구체적으로, CT영상에서 피부는 낮은 밝기값을 가지고 있기 때문에, 컴퓨터는 -300HU으로 임계값을 산정하고, 임계값 범위 내의 한 지점을 자동으로 추출하여 씨앗 점으로 산정하고 영역 확장법을 이용하여 전체 복부 영역을 분할하고, 홀 채움 기법을 이용하여 내부를 채워준다.

그 후, 컴퓨터는 분할된 영역에서 피부 표면에 대한 표면 데이터로 만들어주기 위해 마칭 큐브 알고리즘을 사용하여 피부 표면 데이터로 변형한다.

- [0057] 또한, 신체 표면 모델을 이용하여 정합 과정을 수행하고자 하는 경우, 컴퓨터는 스캔데이터와의 정합에 이용되지 않는 불필요한 부분을 삭제하는 과정을 추가로 수행할 수 있다. 즉, 복부 기복을 수행하는 경우, 컴퓨터는 전체 피부 표면 데이터에서 기복 형성과 관련이 없는 불필요한 등쪽 영역을 제거하는 과정을 수행한다.
- [0058] 구체적으로, 환자를 특정 각도로 기울여서 촬영한 영상인 경우, 전체 프레임에서 동일한 위치를 기준으로 불필요한 부분을 제거하기 어려우므로, 시상면(Sagittal Plane)을 기준으로 가장 상단 프레임에서 등부분에 해당하는 지점과 가장 하단 프레임에서 등 부분에 해당하는 지점을 사용자로부터 입력받아 직선을 생성하고, 각 프레임에서 제거해야하는 영역을 산출할 수 있다.
- [0059] 도 4는 컴퓨터가 정합을 수행하는 일 예를 도시한 흐름도이다.
- [0060] 단계 S132에서, 컴퓨터는 포인트 기반 정합(Point-based registration)을 수행한다.
- [0061] 일 실시 예에서, 컴퓨터는 의료영상 데이터(200) 및 스캔 데이터(300)로부터 각각 하나 이상의 랜드마크(landmarks)를 선택한다. 예를 들어, 랜드마크는 갈비뼈, 배꼽, 골반 등의 특징적인 부분으로부터 선택될 수 있다.
- [0062] 일 실시 예에서, 랜드마크는 사용자에게 의하여 선택될 수도 있고, 컴퓨터에 의하여 자동으로 선택될 수도 있다. 예를 들어, 컴퓨터는 랜드마크의 특징에 대한 정보에 기초하여 영상 인식을 통해 자동으로 랜드마크를 선택할 수 있다. 또한, 컴퓨터는 랜드마크 위치가 라벨링된 학습 데이터에 기초하여 학습된 모델을 이용, 영상으로부터 랜드마크를 자동으로 획득할 수 있다.
- [0063] 도 5는 포인트 기반 정합을 수행하는 일 예를 도시한 도면이다.
- [0064] 도 5를 참조하면, 정합을 수행할 대상인 의료영상 데이터(210) 및 정합의 레퍼런스(reference)로서 이용될 스캔 데이터(310)가 도시되어 있다. 도 5에 도시된 실시 예에서, 스캔 데이터(310)는 하얀 점들로 도시되어 의료영상 데이터(210)에 오버래핑된 부분을 의미한다.
- [0065] 도 5를 참조하면, 의료영상 데이터(210)에서 선택된 하나 이상의 랜드마크(보라색 점)와 스캔 데이터(310)에서 선택된 하나 이상의 랜드마크(빨간색 점)가 도시되어 있다.
- [0066] 일 실시 예에서, 컴퓨터는 의료영상 데이터(210)에서 선택된 하나 이상의 랜드마크 각각을 스캔 데이터(310)에서 선택된 하나 이상의 랜드마크 각각에 따라 정합시킨다.
- [0067] 예를 들어, 컴퓨터는 의료영상 데이터(210)에서 선택된 하나 이상의 랜드마크를 스캔 데이터(310)에서 선택된 하나 이상의 랜드마크 방향으로 이동시키는 방식으로, 포인트 기반 정합을 수행할 수 있다.
- [0068] 일 실시 예에서, 컴퓨터는 의료영상 데이터(210)에 포함된 하나 이상의 랜드마크가 스캔 데이터(310)에 포함된 하나 이상의 랜드마크 방향으로 이동됨에 따라 의료영상 데이터(210)에 포함된 내부 장기의 위치, 모양 및 구조 등도 이에 따라 변경시킬 수 있다.
- [0069] 일 실시 예에서, 컴퓨터는 포인트 기반 정합 방법으로서 의료영상 데이터(210)를 x, y, z축 방향으로 변환(translation)하거나, 회전(rotation)하거나, 크기(scale)를 변경시킬 수 있다.
- [0070] 단계 S134에서, 컴퓨터는 의료영상 데이터(200)를 스캔 데이터(300)에 따라 와핑(warping)할 수 있다.
- [0071] 예를 들어, 컴퓨터는 의료영상 데이터(200)를 스캔 데이터(300)에 따라 TPS(Thin Plate Spline) 와핑할 수 있다.
- [0072] 도 6은 와핑을 수행하는 일 예를 도시한 도면이다.
- [0073] 도 6을 참조하면, 컴퓨터는 의료영상 데이터(220)를 스캔 데이터(320)에 따라 와핑할 수 있다.
- [0074] 일 실시 예에서, 도 6에 도시된 의료영상 데이터(220)는 도 5에 도시된 의료영상 데이터(210)를 스캔 데이터(310)에 따라 포인트 기반 정합을 수행한 결과에 따라 획득된 것일 수 있다.
- [0075] 일 실시 예에서, 컴퓨터는 의료영상 데이터(220)로부터 하나 이상의 랜드마크를 선택한다. 일 실시 예에서, 의료영상 데이터(220)로부터 선택되는 랜드마크는 도 5의 의료영상 데이터(210)로부터 선택된 랜드마크의 적어도 일부 또는 전부를 포함할 수 있다.

- [0076] 예를 들어, 컴퓨터는 갈비뼈, 배꼽 및 골반 등에서 하나 이상의 랜드마크를 선택하고, 선택된 랜드마크에 기반하여 의료영상 데이터(220)를 스캔 데이터(320)에 따라 와핑할 수 있다. 컴퓨터는 기록에 따른 신체의 변화 정도를 평가하고, 이에 따라 와핑 기법을 이용하여 의료영상 데이터(220)를 스캔 데이터(320)에 정합시킬 수 있다.
- [0077] 단계 S136에서, 컴퓨터는 의료영상 데이터(200)를 스캔 데이터(300)에 따라 비강체 정합(non-rigid registration)할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터는 B-Spline 비강체 정합을 수행할 수 있다.
- [0078] 컴퓨터는 기록에 따른 신체의 변화 정도를 평가하고, 이에 따라 의료영상 데이터(200)에 대한 B-Spline 비강체 정합을 수행할 수 있다.
- [0079] 도 7은 비강체 정합의 일 예를 도시한 도면이다.
- [0080] 도 7을 참조하면, 의료영상 데이터(230)에 대하여 스캔 데이터(330)에 따라 비강체 정합을 수행하는 일 예가 도시되어 있다.
- [0081] 일 실시 예에서, 의료영상 데이터(230)는 도 6의 의료영상 데이터(220)에 대하여 와핑을 수행한 결과로서 획득될 수 있다.
- [0082] 컴퓨터는 의료영상 데이터(230)에 대한 비강체 정합을 수행함으로써, 스캔 데이터(330)에 의료영상 데이터(230)를 정합시킬 수 있다.
- [0083] 일 실시 예에서, 컴퓨터는 정합을 수행함에 있어서, 기록 상태에 따라 신체의 외양(즉, 신체 표면)이 변경되는 모양을 예측하기 위하여, 상술한 정합 방법에 더하여 환자의 성별 및 지방분포율 등을 포함하는 환자의 신체특성에 대한 정보를 활용할 수 있다.
- [0084] 일 실시 예에서, 컴퓨터는 환자의 신체특성을 나타내는 하나 이상의 지표 및 환자의 기록 전후 의료영상 데이터를 학습 데이터로 하여, 환자의 기록 전 의료영상 데이터로부터 기록 후 신체특성을 획득할 수 있는 모델을 학습시킬 수 있다. 실시 예에 따라서는, 학습 데이터에는 신체를 스캔한 데이터가 더 포함될 수 있다.
- [0085] 즉, 컴퓨터는 학습된 모델을 이용하여, 환자의 기록 전 의료영상 데이터, 환자의 신체특성을 나타내는 하나 이상의 지표 및 환자의 기록 후 스캔 데이터로부터 기록 후 환자의 내부 장기의 위치, 형태 및 구조가 반영된 모델을 획득할 수 있다.
- [0086] 각각의 학습과정은 도 4에 도시된 흐름도에 따른 각각의 정합방법을 고도화시키기 위하여서도 이용될 수 있으며, 상술한 바와 같이 환자의 신체 특성에 대한 정보로부터 환자의 내부 장기상태를 판단하는 데에도 활용될 수 있다.
- [0087] 또한, 다른 일실시예로, 컴퓨터는 복수의 환자별 3차원 신체모델의 신체표면이 스캔 데이터(300)로 변형되는 정보(예를 들어, 기록 전의 3차원 신체모델 내의 랜드마크가 스캔데이터 상에 대응되는 랜드마크로 이동하는 벡터 데이터)를 누적하여, 기록상태 구현을 위한 통계모델 또는 학습모델을 구현한다. 이를 통해, 컴퓨터는 새로운 환자의 의료영상데이터를 기반으로 생성된 3차원 신체모델을 기록상태 구현을 위한 통계모델 또는 학습모델에 적용하여 기록이 적용된 가상신체모델로 변형할 수 있다.
- [0088] 또한, 다른 일실시예로, 컴퓨터는 상기 통계모델 또는 학습모델 구현 시에 이용된 데이터에 각 환자의 신체정보(예를 들어, 키, 몸무게, BMI 등)를 함께 포함할 수 있다. 이를 통해, 컴퓨터는 환자 신체 조건에 따른 신체 표면 변화 특성을 반영하여 기록모델(즉, 기록상태가 반영된 가상신체모델)을 구현할 수 있다.
- [0089] 또한, 다른 일실시예로, 신체 표면 모델(즉, 피부 모델)을 이용하여 스캔데이터와 정합을 수행하는 경우(즉, 기록모델이 기록이 적용된 가상 신체 표면 모델인 경우), 컴퓨터는 기록모델과 혈관 또는 장기 모델(즉, 의료영상 데이터를 기반으로 장기와 혈관 배치에 대해 3차원으로 구현된 모델)을 정합한다. 이를 통해, 컴퓨터는 수술 시 물레이션이 가능한 3차원 가상신체모델을 완성할 수 있다. 이 때, 혈관 또는 장기 모델은, 기록에 의해 장기 배치 상태에 변화가 없는 경우, 수술 자세를 반영하여 촬영된 의료영상데이터를 기반으로 모델링된 것을 그대로 적용할 수 있다.
- [0090] 도 8은 일 실시 예에 따른 장치의 구성도이다.
- [0091] 프로세서(402)는 하나 이상의 코어(core, 미도시) 및 그래픽 처리부(미도시) 및/또는 다른 구성 요소와 신호를 송수신하는 연결 통로(예를 들어, 버스(bus) 등)를 포함할 수 있다.
- [0092] 일 실시예에 따른 프로세서(402)는 메모리(404)에 저장된 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 도 1 내지

도 7과 관련하여 설명된 기복모델 생성방법을 수행한다.

- [0093] 예를 들어, 프로세서(402)는 메모리에 저장된 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써 환자의 의료영상 데이터를 획득하는 단계, 기복상태인 상기 환자의 신체를 스캔한 스캔 데이터를 획득하는 단계 및 상기 의료영상 데이터를 상기 스캔 데이터에 정합하여 기복 모델을 생성하는 단계를 수행할 수 있다.
- [0094] 한편, 프로세서(402)는 프로세서(402) 내부에서 처리되는 신호(또는, 데이터)를 일시적 및/또는 영구적으로 저장하는 램(RAM: Random Access Memory, 미도시) 및 롬(ROM: Read-Only Memory, 미도시)을 더 포함할 수 있다. 또한, 프로세서(402)는 그래픽 처리부, 램 및 롬 중 적어도 하나를 포함하는 시스템온칩(SoC: system on chip) 형태로 구현될 수 있다.
- [0095] 메모리(404)에는 프로세서(402)의 처리 및 제어를 위한 프로그램들(하나 이상의 인스트럭션들)을 저장할 수 있다. 메모리(404)에 저장된 프로그램들은 기능에 따라 복수 개의 모듈들로 구분될 수 있다.
- [0096] 도 9은 개시된 실시 예에 따라 로봇수술을 수행할 수 있는 시스템을 간략하게 도식화한 도면이다.
- [0097] 도 9에 따르면, 로봇수술 시스템은 의료영상 촬영장비(10), 서버(100) 및 수술실에 구비된 제어부(30), 디스플레이(32) 및 수술로봇(34)을 포함한다. 실시 예에 따라서, 의료영상 촬영장비(10)는 개시된 실시 예에 따른 로봇수술 시스템에서 생략될 수 있다.
- [0098] 일 실시 예에서, 수술로봇(34)은 촬영장치(36) 및 수술도구(38)를 포함한다.
- [0099] 일 실시 예에서, 로봇수술은 사용자가 제어부(30)를 이용하여 수술용 로봇(34)을 제어함으로써 수행된다. 일 실시 예에서, 로봇수술은 사용자의 제어 없이 제어부(30)에 의하여 자동으로 수행될 수도 있다.
- [0100] 서버(100)는 적어도 하나의 프로세서와 통신부를 포함하는 컴퓨팅 장치이다.
- [0101] 제어부(30)는 적어도 하나의 프로세서와 통신부를 포함하는 컴퓨팅 장치를 포함한다. 일 실시 예에서, 제어부(30)는 수술용 로봇(34)을 제어하기 위한 하드웨어 및 소프트웨어 인터페이스를 포함한다.
- [0102] 촬영장치(36)는 적어도 하나의 이미지 센서를 포함한다. 즉, 촬영장치(36)는 적어도 하나의 카메라 장치를 포함하여, 대상체, 즉 수술부위를 촬영하는 데 이용된다. 일 실시 예에서, 촬영장치(36)는 수술로봇(34)의 수술 암(arm)과 결합된 적어도 하나의 카메라를 포함한다.
- [0103] 일 실시 예에서, 촬영장치(36)에서 촬영된 영상은 디스플레이(32)에 표시된다.
- [0104] 일 실시 예에서, 수술로봇(34)은 수술부위의 절단, 클리핑, 고정, 잡기 동작 등을 수행할 수 있는 하나 이상의 수술도구(38)를 포함한다. 수술도구(38)는 수술로봇(34)의 수술 암과 결합되어 이용된다.
- [0105] 제어부(30)는 서버(100)로부터 수술에 필요한 정보를 수신하거나, 수술에 필요한 정보를 생성하여 사용자에게 제공한다. 예를 들어, 제어부(30)는 생성 또는 수신된, 수술에 필요한 정보를 디스플레이(32)에 표시한다.
- [0106] 예를 들어, 사용자는 디스플레이(32)를 보면서 제어부(30)를 조작하여 수술로봇(34)의 움직임을 제어함으로써 로봇수술을 수행한다.
- [0107] 서버(100)는 의료영상 촬영장비(10)로부터 사전에 촬영된 대상체의 의료영상데이터를 이용하여 로봇수술에 필요한 정보를 생성하고, 생성된 정보를 제어부(30)에 제공한다.
- [0108] 제어부(30)는 서버(100)로부터 수신된 정보를 디스플레이(32)에 표시함으로써 사용자에게 제공하거나, 서버(100)로부터 수신된 정보를 이용하여 수술로봇(34)을 제어한다.
- [0109] 일 실시 예에서, 의료영상 촬영장비(10)에서 사용될 수 있는 수단은 제한되지 않으며, 예를 들어 CT, X-Ray, PET, MRI 등 다른 다양한 의료영상 획득수단이 사용될 수 있다.
- [0110] 개시된 실시 예에서, 촬영장치(36)에서 획득되는 수술영상은 제어부(30)로 전달된다. 도시되어 있지 않으나, 환자의 신체를 스캔할 수 있는 스캐닝 장비가 수술실에 더 구비될 수 있다. 예를 들어, 스캐닝 장비는 환자의 피부, 즉 신체의 외형을 스캔할 수 있는 장비를 포함할 수 있다.
- [0111] 일 실시 예에서, 제어부(30)는 수술 중에 획득되는 수술영상을 실시간으로 분할(segmentation)할 수 있다.
- [0112] 일 실시 예에서, 제어부(30)는 수술 중 또는 수술이 완료된 후 수술영상을 서버(100)에 전송한다.
- [0113] 서버(100)는 수술영상을 분할하여 분석할 수 있다.

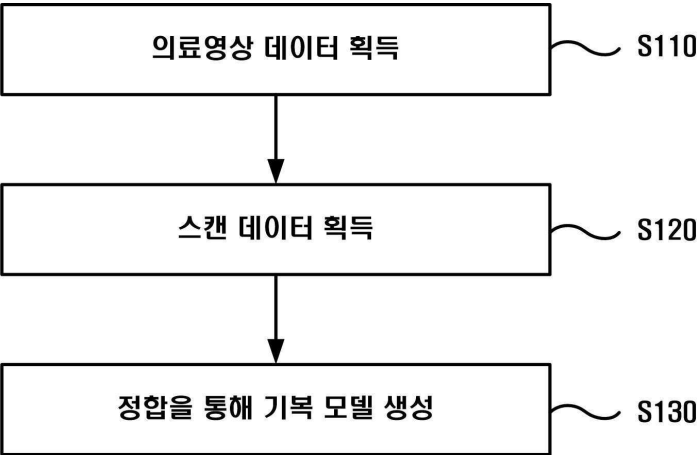
- [0114] 서버(100)는 수술영상을 분할하여 분석하기 위한 적어도 하나의 모델을 학습 및 저장한다. 또한, 서버(100)는 최적화된 수술 프로세스를 생성하기 위한 적어도 하나의 모델을 학습 및 저장한다.
- [0115] 서버(100)는 적어도 하나의 모델을 학습하기 위하여 학습 데이터를 이용하며, 학습 데이터는 수술 영상 및 수술 영상에 대한 라벨링 정보를 포함하나, 이에 제한되지 않는다.
- [0116] 이상에서 전술한 본 발명의 일 실시예에 따른 학습용 데이터 관리방법은, 하드웨어인 컴퓨터와 결합되어 실행되기 위해 프로그램(또는 어플리케이션)으로 구현되어 매체에 저장될 수 있다.
- [0117] 상기 전술한 프로그램은, 상기 컴퓨터가 프로그램을 읽어 들여 프로그램으로 구현된 상기 방법들을 실행시키기 위하여, 상기 컴퓨터의 프로세서(CPU)가 상기 컴퓨터의 장치 인터페이스를 통해 읽힐 수 있는 C, C++, JAVA, 기계어 등의 컴퓨터 언어로 코드화된 코드(Code)를 포함할 수 있다. 이러한 코드는 상기 방법들을 실행하는 필요한 기능들을 정의한 함수 등과 관련된 기능적인 코드(Functional Code)를 포함할 수 있고, 상기 기능들을 상기 컴퓨터의 프로세서가 소정의 절차대로 실행시키는데 필요한 실행 절차 관련 제어 코드를 포함할 수 있다. 또한, 이러한 코드는 상기 기능들을 상기 컴퓨터의 프로세서가 실행시키는데 필요한 추가 정보나 미디어가 상기 컴퓨터의 내부 또는 외부 메모리의 어느 위치(주소 번지)에서 참조되어야 하는지에 대한 메모리 참조관련 코드를 더 포함할 수 있다. 또한, 상기 컴퓨터의 프로세서가 상기 기능들을 실행시키기 위하여 원격(Remote)에 있는 어떠한 다른 컴퓨터나 서버 등과 통신이 필요한 경우, 코드는 상기 컴퓨터의 통신 모듈을 이용하여 원격에 있는 어떠한 다른 컴퓨터나 서버 등과 어떻게 통신해야 하는지, 통신 시 어떠한 정보나 미디어를 송수신해야 하는지 등에 대한 통신 관련 코드를 더 포함할 수 있다.
- [0118] 상기 저장되는 매체는, 레지스터, 캐쉬, 메모리 등과 같이 짧은 순간 동안 데이터를 저장하는 매체가 아니라 반영구적으로 데이터를 저장하며, 기기에 의해 판독(reading)이 가능한 매체를 의미한다. 구체적으로는, 상기 저장되는 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있지만, 이에 제한되지 않는다. 즉, 상기 프로그램은 상기 컴퓨터가 접속할 수 있는 다양한 서버 상의 다양한 기록매체 또는 사용자의 상기 컴퓨터상의 다양한 기록매체에 저장될 수 있다. 또한, 상기 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장될 수 있다.
- [0119] 본 발명의 실시예들을 통해, 환자의 일반적인 의료영상데이터를 기반으로 생성된 신체모델을 최소 침습 수술(예를 들어, 로봇수술, 복강경수술) 시의 기복상태로 구현함에 따라, 의료영상데이터에 의해 구현된 가상신체모델과 실제 환자 신체에서의 카메라 진입 위치 및 방향을 일치시킬 수 있다.
- [0120] 또한, 환자의 일반적인 의료영상데이터를 기반으로 생성된 신체모델을 최소 침습 수술(예를 들어, 로봇수술, 복강경수술) 시의 기복상태로 구현하면서, 기복알고리즘 구현을 위한 학습데이터를 획득할 수 있다. 즉, 기존 환자의 의료영상데이터 기반의 신체모델을 수술 전 기복된 신체표면 스캐닝 데이터로 변형함에 따라 기복알고리즘을 학습시키기 위한 학습데이터를 획득하고, 학습데이터를 기반으로 학습된 기복알고리즘을 통해 새로운 환자의 의료영상데이터로 수술 시의 기복상태와 동일하게 구현할 수 있다.
- [0121] 따라서, 의료진은 최소침습수술 시와 동일한 카메라 뷰 방향으로 수술 전에 시뮬레이션을 수행함에 따라 실제 수술 시에 시뮬레이션 시와 동일한 영상을 보면서 수술할 수 있어서, 실제로 동일한 상황에서 수술 연습을 수행하여 실제 수술 시의 예상치 못한 상황을 미리 대비할 수 있다. 또한, 실제 수술시에 기복된 환자 신체와 동일하게 신체 표면이 구현된 가상신체모델에서 동일한 위치 및 방향으로 가상카메라를 진입시킴에 따라, 의료진이 카메라를 통해 실제로 보는 화면과 가상신체모델 상의 가상카메라가 주시하는 방향이 동일하여 의료진이 최소 침습 수술을 수행하고 있는 위치에 대한 정확한 정보를 가상신체모델을 통해 전달하여 수술보조를 수행할 수 있다.
- [0122] 또한, 실제 수술 자세와 동일한 자세로 촬영된 의료영상데이터를 이용하여 3차원 신체모델을 구현함에 따라, 가상신체모델의 장기 배치를 실제 수술 시 신체 내부의 장기 배치와 동일하게 구현할 수 있다. 이를 통해, 동일한 위치에서 동일한 방향으로 진입한 카메라를 통해 제공된 영상 정보가 동일하게 구현할 수 있다.
- [0123] 이상, 첨부된 도면을 참조로 하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며, 제한적이지 않은 것으로 이해해야만 한다.

부호의 설명

[0124] 400 : 기록모델 생성장치
402 : 프로세서
404 : 메모리

도면

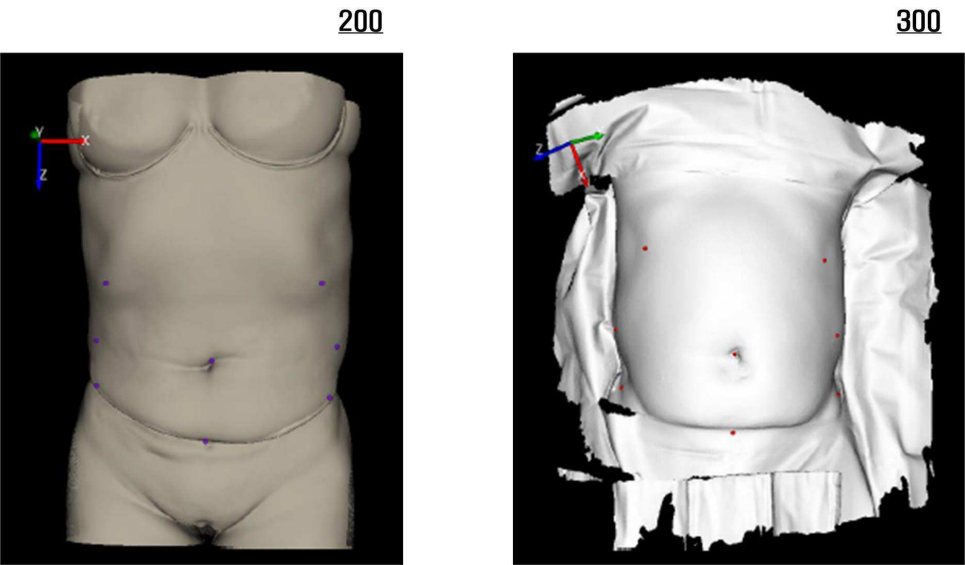
도면1



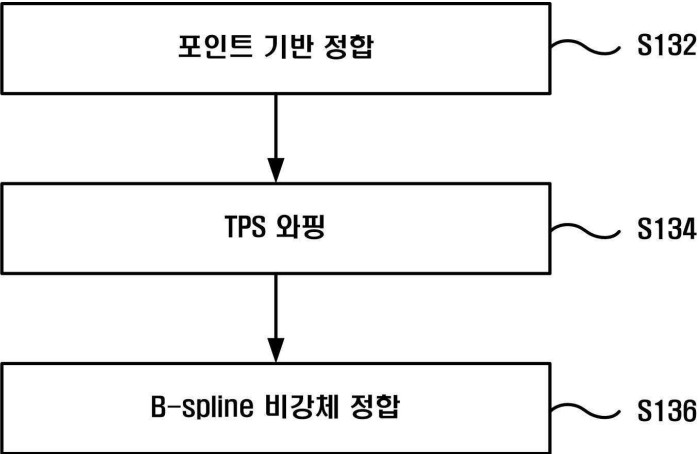
도면2



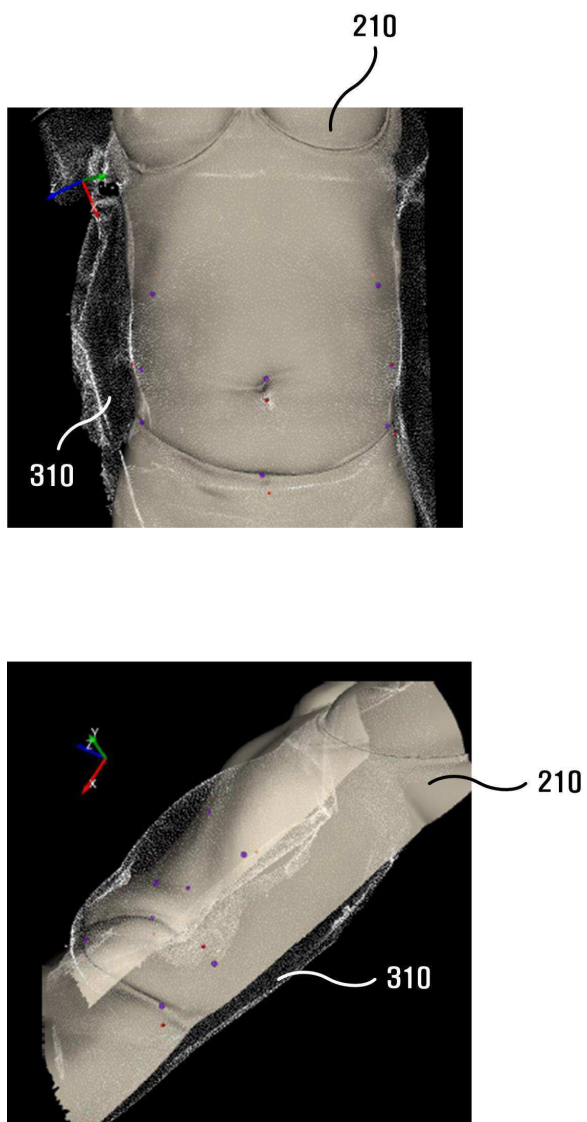
도면3



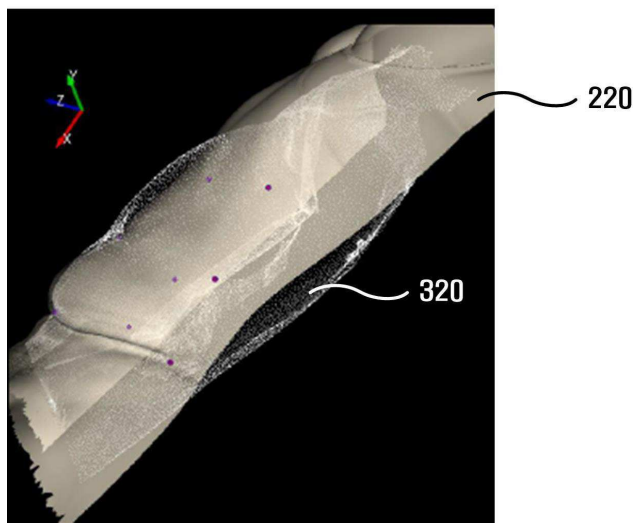
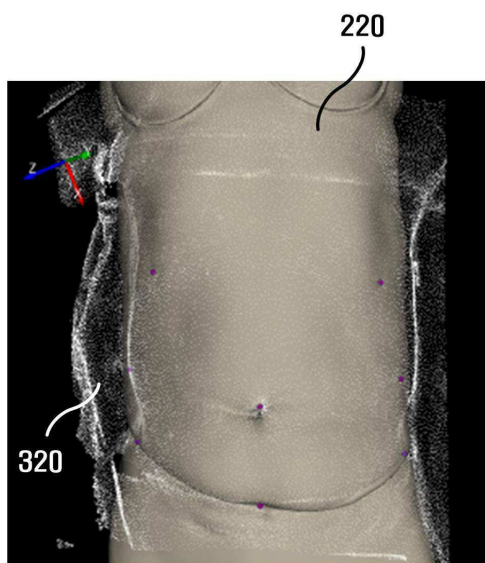
도면4



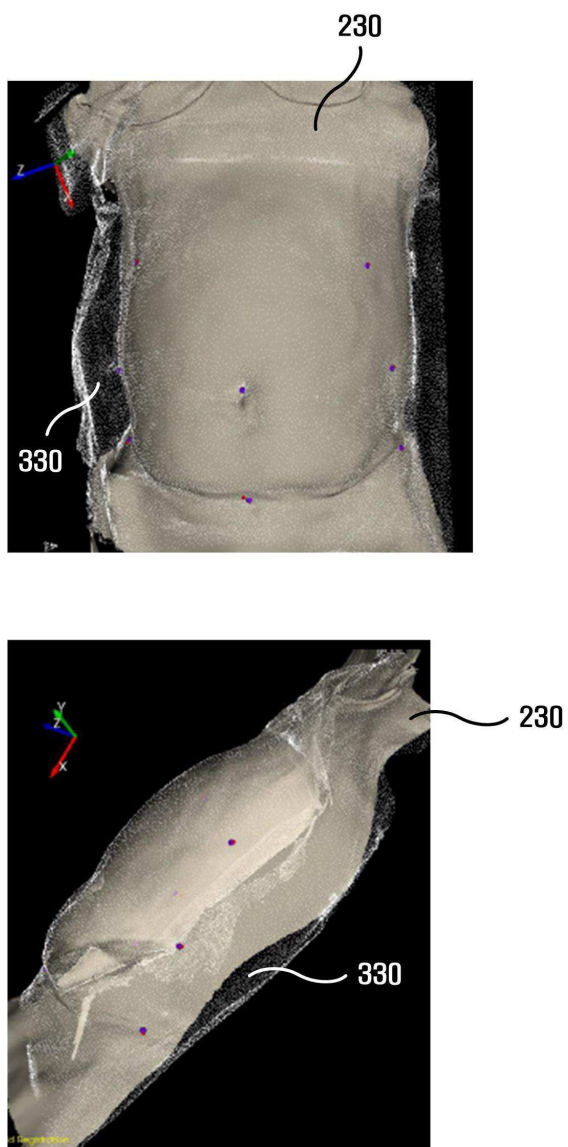
도면5



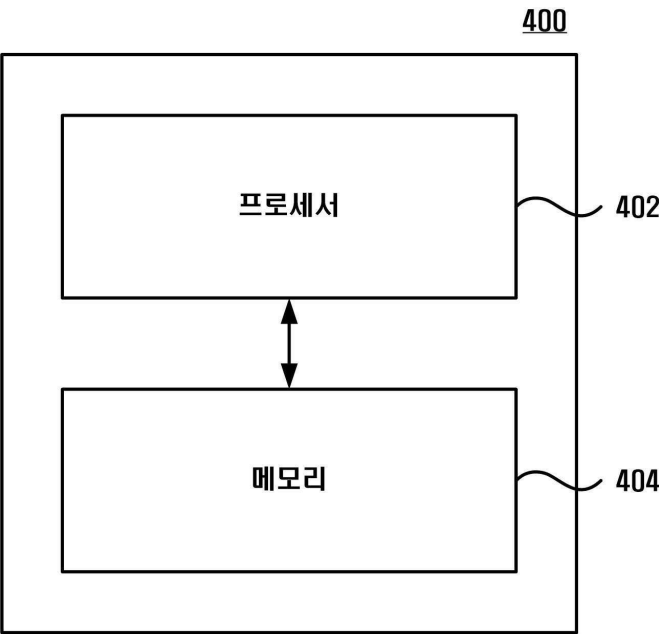
도면6



도면7



도면8



도면9

