



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년03월05일
(11) 등록번호 10-2084598
(24) 등록일자 2020년02월27일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 34/20 (2016.01) A61B 17/00 (2006.01)
A61B 34/10 (2016.01) A61B 34/30 (2016.01)
A61B 8/08 (2006.01) A61B 90/00 (2016.01)
G06N 3/04 (2006.01) G06N 3/08 (2006.01)
G16H 30/40 (2018.01)
- (52) CPC특허분류
A61B 34/20 (2016.02)
A61B 34/10 (2016.02)
- (21) 출원번호 10-2019-0100322
- (22) 출원일자 2019년08월16일
심사청구일자 2019년08월16일
- (56) 선행기술조사문헌
KR1020160047921 A
JP2015173899 A
KR1020150145106 A
WO2015011256 A1

- (73) 특허권자
주식회사 딥노이드
서울특별시 구로구 디지털로33길 55, 13층 제1305호(구로동, 이앤씨벤처드림타워2차)
- (72) 발명자
최우식
경기도 김포시 대곶면 용두로15번길 6, 19통 김태규
경기도 용인시 기흥구 동백죽전대로 455-17, 102동 105호(동백동, 동원마을 동원로얄듀크)
- (74) 대리인
특허법인남춘

전체 청구항 수 : 총 6 항

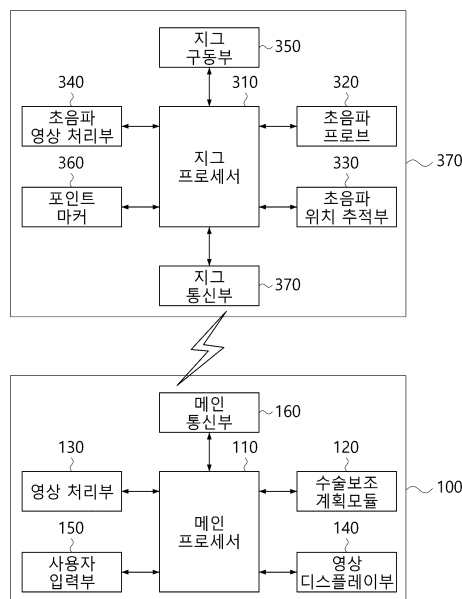
심사관 : 도민환

(54) 발명의 명칭 뼈 병변 수술을 위한 A I 기반의 수술 보조 시스템

(57) 요약

본 발명은 뼈 병변 수술을 위한 AI 기반의 수술 보조 시스템에 관한 것으로, 환자의 수술 부위에 배치되고, 초음파 영상의 촬영을 위한 초음파 프로브를 갖는 지그 디바이스와, 환자의 3차원 의료 영상이 저장된 영상 저장부와, 상기 지그 디바이스로부터 전송되는 초음파 영상을 이용하여 수술 보조 계획을 수립하는 수술 보조 계(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



획 모듈을 갖는 메인 디바이스를 포함하며; 상기 수술 보조 계획 모듈은 상기 초음파 영상을 이용하여 3차원의 뼈 초음파 영상을 생성하는 뼈 초음파 모델링 모듈과, 상기 영상 저장부에 저장된 3차원 의료 영상을 딥러닝 기반으로 학습하여 뼈 병변의 위치가 표시된 3차원의 뼈 병변 영상을 생성하는 뼈 병변 모델링 모듈과, 상기 뼈 초음파 영상과 상기 뼈 병변 영상을 정합하여 3차원의 뼈 병변 정합 영상을 생성하는 영상 정합 모듈과, 상기 뼈 병변 정합 영상 내의 위치를 기반으로 입력되는 수술 포인트 위치 정보를 상기 지그 디바이스로 전송하는 포인트 위치 결정부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

A61B 34/30 (2016.02)

A61B 8/5261 (2013.01)

A61B 90/37 (2016.02)

G06N 3/0427 (2013.01)

G06N 3/08 (2013.01)

G16H 30/40 (2018.01)

A61B 2034/105 (2016.02)

A61B 2034/2063 (2016.02)

A61B 2034/2068 (2016.02)

명세서

청구범위

청구항 1

뼈 병변 수술을 위한 AI 기반의 수술 보조 시스템에 있어서,

환자의 수술 부위에 배치되고, 초음파 영상의 촬영을 위한 초음파 프로브를 갖는 지그 디바이스와,

환자의 3차원 의료 영상이 저장된 영상 저장부와, 상기 지그 디바이스로부터 전송되는 초음파 영상을 이용하여 수술 보조 계획을 수립하는 수술 보조 계획 모듈을 갖는 메인 디바이스를 포함하며;

상기 수술 보조 계획 모듈은

상기 초음파 영상을 이용하여 3차원의 뼈 초음파 영상을 생성하는 뼈 초음파 모델링 모듈과,

상기 영상 저장부에 저장된 3차원 의료 영상을 딥러닝 기반으로 학습하여 뼈 병변의 위치가 표시된 3차원의 뼈 병변 영상을 생성하는 뼈 병변 모델링 모듈과,

상기 뼈 초음파 영상과 상기 뼈 병변 영상을 정합하여 3차원의 뼈 병변 정합 영상을 생성하는 영상 정합 모듈과,

상기 뼈 병변 정합 영상 내의 위치를 기반으로 입력되는 수술 포인트 위치 정보를 상기 지그 디바이스로 전송하는 포인트 위치 결정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 뼈 병변 수술을 위한 AI 기반의 수술 보조 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 지그 디바이스는

상기 초음파 프로브의 위치를 추적하여 프로브 위치 정보를 생성하는 초음파 위치 추적부와,

상기 메인 디바이스와의 통신을 수행하는 지그 통신부와,

상기 초음파 프로브에 의해 촬영된 초음파 영상과, 초음파 영상의 촬영시에 상기 초음파 위치 추적부에 의해 생성된 상기 프로브 위치 정보를 동기화시켜 상기 지그 통신부를 통해 상기 메인 디바이스로 전송하는 지그 프로세서 포함하며;

상기 뼈 초음파 모델링 모듈은 상기 프로브 위치 정보와 동기화된 초음파 영상을 이용하여 3차원의 상기 뼈 초음파 영상을 생성하는 것을 특징으로 하는 뼈 병변 수술을 위한 AI 기반의 수술 보조 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 뼈 초음파 모델링 모듈은 뼈의 초음파 영상과 뼈의 초음파 영상에서의 뼈의 위치가 레이블된 레이블 정보를 학습 데이터로 하여 학습된 뼈 추적 학습 모델을 포함하며;

상기 뼈 추적 학습 모델은

상기 지그 디바이스로부터 전송되는 초음파 영상을 학습하여 뼈 영역 영상을 추출하고,

하나의 초음파 영상에 대해 추출된 상기 뼈 영역 영상을 한 장의 슬라이스 영상으로 인식하여, 각각의 상기 뼈 영역 영상의 상기 프로브 위치 정보를 이용하여 3차원의 상기 뼈 초음파 영상을 생성하는 것을 특징으로 하는 뼈 병변 수술을 위한 AI 기반의 수술 보조 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 뼈 병변 모델링 모듈은 상기 3차원 의료 영상으로부터 딥러닝 기반의 학습을 통해 뼈 영역과 뼈 병변 영역을 분할하여 상기 뼈 영역에 상기 뼈 병변 영역이 정합된 상기 뼈 병변 영상을 생성하는 것을 특징으로 하는 뼈 병변 수술을 위한 AI 기반의 수술 보조 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 영상 정합 모듈은 ICP(Iterative Closest Point) 알고리즘을 이용하여 상기 뼈 초음파 영상과 상기 뼈 병변 영상을 정합하는 것을 특징으로 하는 뼈 병변 수술을 위한 AI 기반의 수술 보조 시스템.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 지그 디바이스는 환자의 수술 부위에 포인트를 마킹하기 위한 포인트 마커를 더 포함하며;

상기 지그 프로세서는 상기 지그 통신부를 통해 수신되는 상기 수술 포인트 위치 정보에 해당하는 위치에 포인트가 마킹되도록 상기 포인트 마커를 제어하는 것을 특징으로 하는 뼈 병변 수술을 위한 AI 기반의 수술 보조 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 뼈 병변 수술을 위한 AI 기반의 수술 보조 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 골낭종과 같은 뼈 병변을 수술할 때 정확한 수술 위치를 수술 현장에서 실시간으로 제공할 수 있는 뼈 병변 수술을 위한 AI 기반의 수술 보조 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 초기의 의료 로봇 시스템은 주로 복강경 수술에만 집중되었으나, 최근에는 다양한 정형외과 수술에도 활용되고 있다. 정확한 수술을 위해서는 수술 전 영상 촬영 뿐만 아니라 수술 현장에서 병변을 찾아내는 것도 매우 중요하게 여겨지고 있다. 일 예로, 한국등록특허 제10-0941612호에는 골 종양 수술에서 지표점 등록을 용이하게 하고, 기다란 핀을 이용하여 지표점 등록을 통해 용이하게 네비게이션할 수 있는 골 종양 수술에서의 네비게이션 방법이 개시되어 있다.

[0003] 뼈 병변의 하나인 골낭종 수술의 경우, 수술 전에 MRI와 같은 3차원 의료 영상을 통해 골낭종의 위치를 1차적으로 파악하더라도, 수술시에 환자의 어느 부위를 정확하게 절제할지를 결정하기 위해 추가적으로 3차원 의료 영상을 촬영하는 것이 일반적이다.

[0004] 수술실이라는 제한적인 공간에서의 의료 영상의 촬영을 위해, 일반적으로 C-ARM이라 불리는 영상 장비를 수술실에 배치한 후, 촬영된 영상을 이용하여 정확한 수술 위치를 찾고 있다.

[0005] 그러나, C-ARM이 기본적으로 방사선을 이용하는 영상 장비라는 점에서 환자 뿐만 아니라 수술이 참관하는 의료진, 예컨대, 집도의, 어시스턴트, 간호사, C-ARM 촬영을 위한 방사선과 전문의 등 다수가 방사선에 노출되는 문제점이 있다. 비록 방사선 차폐복을 착용하고 있다고 하더라도 전신을 차폐하지는 못하므로, 수회의 수술이 진행될 때 참관인들에게 누적되는 선량은 증가할 수 밖에 없다.

[0006] 따라서, 방사선에 의한 영향을 없애면서도 수술실 내에서 실시간으로 뼈 병변의 정확한 위치를 파악할 수 있는 수술 보조 시스템이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 골낭종과 같은 뼈 병변을 수술할 때 방사선을 이용한 영상 장비가 아닌 초음파 영상으로부터 환자의 뼈 영상을 취득하고, 이를 3차원의 뼈 영상과 정합시켜 실시간으로 정확한 수술 위치를 수술 현장에서 제공할 수 있는 뼈 병변 수술을 위한 AI 기반의 수술 보조 시스템

템을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0008] 또한, 본 발명은 정합된 영상으로부터 절제 또는 천공할 위치를 결정하면, 환자의 수술 부위에 배치되는 지그 디바이스가 동기되어 위치를 결정하게 됨으로써, 보다 정확한 수술 부위를 마킹하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적은 본 발명에 따라, 뼈 병변 수술을 위한 AI 기반의 수술 보조 시스템에 있어서, 환자의 수술 부위에 배치되고, 초음파 영상의 촬영을 위한 초음파 프로브를 갖는 지그 디바이스와, 환자의 3차원 의료 영상이 저장된 영상 저장부와, 상기 지그 디바이스로부터 전송되는 초음파 영상을 이용하여 수술 보조 계획을 수립하는 수술 보조 계획 모듈을 갖는 메인 디바이스를 포함하며; 상기 수술 보조 계획 모듈은 상기 초음파 영상을 이용하여 3차원의 뼈 초음파 영상을 생성하는 뼈 초음파 모델링 모듈과, 상기 영상 저장부에 저장된 3차원 의료 영상을 딥러닝 기반으로 학습하여 뼈 병변의 위치가 표시된 3차원의 뼈 병변 영상을 생성하는 뼈 병변 모델링 모듈과, 상기 뼈 초음파 영상과 상기 뼈 병변 영상을 정합하여 3차원의 뼈 병변 정합 영상을 생성하는 영상 정합 모듈과, 상기 뼈 병변 정합 영상 내의 위치를 기반으로 입력되는 수술 포인트 위치 정보를 상기 지그 디바이스로 전송하는 포인트 위치 결정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 뼈 병변 수술을 위한 AI 기반의 수술 보조 시스템에 의해서 달성된다.

[0010] 여기서, 상기 지그 디바이스는 상기 초음파 프로브의 위치를 추적하여 프로브 위치 정보를 생성하는 초음파 위치 추적부와, 상기 메인 디바이스와의 통신을 수행하는 지그 통신부와, 상기 초음파 프로브에 의해 촬영된 초음파 영상과, 초음파 영상의 촬영시에 상기 초음파 위치 추적부에 의해 생성된 상기 프로브 위치 정보를 동기화시켜 상기 지그 통신부를 통해 상기 메인 디바이스로 전송하는 지그 프로세서를 포함하며; 상기 뼈 초음파 모델링 모듈은 상기 프로브 위치 정보와 동기화된 초음파 영상을 이용하여 3차원의 상기 뼈 초음파 영상을 생성할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 뼈 초음파 모델링 모듈은 뼈의 초음파 영상과 뼈의 초음파 영상에서의 뼈의 위치가 레이블된 레이블 정보를 학습 데이터로 하여 학습된 뼈 추적 학습 모델을 포함하며; 상기 뼈 추적 학습 모델은 상기 지그 디바이스로부터 전송되는 초음파 영상을 학습하여 뼈 영역 영상을 추출하고, 하나의 초음파 영상에 대해 추출된 상기 뼈 영역 영상을 한 장의 슬라이스 영상으로 인식하여, 각각의 상기 뼈 영역 영상의 상기 프로브 위치 정보를 이용하여 3차원의 상기 뼈 초음파 영상을 생성할 수 있다.

[0012] 그리고, 상기 뼈 병변 모델링 모듈은 상기 3차원 의료 영상으로부터 딥러닝 기반의 학습을 통해 뼈 영역과 뼈 병변 영역을 분할하여 상기 뼈 영역에 상기 뼈 병변 영역이 정합된 상기 뼈 병변 영상을 생성할 수 있다.

[0013] 그리고, 상기 영상 정합 모듈은 ICP(Iterative Closest Point) 알고리즘을 이용하여 상기 뼈 초음파 영상과 상기 뼈 병변 영상을 정합할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 지그 디바이스는 환자의 수술 부위에 포인트를 마킹하기 위한 포인트 마커를 더 포함하며; 상기 지그 프로세서는 상기 지그 통신부를 통해 수신되는 상기 수술 포인트 위치 정보에 해당하는 위치에 포인트가 마킹되도록 상기 포인트 마커를 제어할 수 있다.

발명의 효과

[0015] 상기와 같은 구성에 따라, 본 발명에 따르면, 골낭종과 같은 뼈 병변을 수술할 때 방사선을 이용한 영상 장비가 아닌 초음파 영상으로부터 환자의 뼈 영상을 취득하고, 이를 3차원의 뼈 영상과 정합시켜 실시간으로 정확한 수술 위치를 수술 현장에서 제공할 수 있는 뼈 병변 수술을 위한 AI 기반의 수술 보조 시스템이 제공된다.

[0016] 또한, 본 발명에 따르면, 정합된 영상으로부터 절제 또는 천공할 위치를 결정하면, 환자의 수술 부위에 배치되는 지그 디바이스가 동기되어 위치를 결정하게 됨으로써, 보다 정확한 수술 부위를 마킹이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명에 따른 뼈 병변 수술을 위한 AI 기반의 수술 보조 시스템의 셋업의 예를 나타낸 도면이고,
 도 2은 본 발명에 따른 뼈 병변 수술을 위한 AI 기반의 수술 보조 시스템의 제어 블록도의 예를 나타낸 도면이고,
 도 3는 도 2의 AI 기반의 수술 보조 시스템의 수술 보조 계획 모듈의 구성의 예를 나타낸 도면이고,

도 4는 본 발명에 따른 뼈 병변 수술을 위한 AI 기반의 수술 보조 시스템의 동작 과정을 설명하기 위한 도면이고,

도 5 내지 도 9은 본 발명에 따른 뼈 병변 수술을 위한 AI 기반의 수술 보조 시스템의 메인 디바이스에 제공하는 화면들의 예를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다.
- [0019] 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0020] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0021] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가진 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0022] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예들을 상세히 설명한다.
- [0023] 도 1은 본 발명에 따른 뼈 병변 수술을 위한 AI 기반의 수술 보조 시스템의 셋업의 예를 나타낸 도면이고, 도 2은 본 발명에 따른 뼈 병변 수술을 위한 AI 기반의 수술 보조 시스템의 제어 블록도의 예를 나타낸 도면이다.
- [0024] 도 1 내지 도 3를 참조하여 설명하면, 본 발명에 따른 AI 기반의 수술 보조 시스템은 지그 디바이스(300)와 메인 디바이스(100)를 포함한다.
- [0025] 지그 디바이스(300)는, 도 1에 도시된 바와 같이, 환자의 수술 부위에 배치된다. 예컨대, 환자의 경골 부위에 발생한 골낭종과 같은 뼈 병변의 제거 수술시, 환자가 수술대 위에 누워있는 상태에서 지그 디바이스(300)는 환자의 경골 부근에 배치된다.
- [0026] 여기서, 지그 디바이스(300)는, 도 2에 도시된 바와 같이, 초음파 영상의 촬영을 위한 초음파 프로브(320)를 포함하며, 초음파 프로브(320)에 의해 촬영된 초음파 영상은 초음파 영상은 메인 디바이스(100)로 전송된다.
- [0027] 도 2을 참조하여 설명하면, 본 발명에 따른 지그 디바이스(300)는 상술한 초음파 프로브(320)를 비롯하여, 초음파 위치 추적부(330), 지그 통신부(370) 및 지그 프로세서(310)를 포함할 수 있다. 또한 지그 디바이스(300)는 초음파 영상 처리부(340), 지그 구동부(350) 및 포인트 마커(360)를 포함할 수 있다.
- [0028] 초음파 영상 처리부(340)는 초음파 프로브(320)에 의해 감시된 신호에 기초하여 초음파 영상을 생성한다. 그리고, 초음파 위치 추적부(330)는 초음파 프로브(320)의 위치를 추적하여 프로브 위치 정보를 생성한다.
- [0029] 지그 프로세서(310)는 초음파 프로브(320)에 의해 촬영되어 초음파 영상 처리부(340)에 의해 생성된 초음파 영상과, 해당 초음파 영상의 촬영시에 초음파 위치 추적부(330)에 의해 생성된 프로브 위치 정보를 동기화시켜 지그 통신부(370)를 통해 메인 디바이스(100)로 전송한다. 여기서, 초음파 영상과 프로브 위치 정보에 대한 상세한 설명은 후술한다.
- [0030] 지그 구동부(350)는 지그 프로세서(310)의 제어에 따라 지그 디바이스(300)의 위치를 조절하고, 포인트 마커(360)는 환자의 수술 부위에 포인트를 마킹하는데, 이에 대한 상세한 설명은 후술한다.
- [0031] 한편, 메인 디바이스(100)는, 도 2에 도시된 바와 같이, 영상 저장부(130) 및 수술 보조 계획 모듈(120)을 포함한다. 또한, 메인 디바이스(100)는 메인 통신부(160), 영상 디스플레이부(140), 사용자 입력부(150) 및 메인 프로세서(110)를 포함할 수 있다.

- [0032] 메인 프로세서(110)는 본 발명에 따른 메인 디바이스(100)의 작동을 위한 CPU, 메모리 등의 하드웨어적인 구성과, 운영체제(OS)와 같은 소프트웨어적 구성을 포함한다.
- [0033] 메인 통신부(160)는 통신망을 통해 지그 디바이스(300)와 연결되어 데이터나 명령을 교환한다. 본 발명에서는 메인 통신부(160)가 TCT/IP 기반의 유선 통신이나, 블루투스, 와이파이 등의 무선 통신을 통해 지그 디바이스(300)와 연결되며, 본 발명의 기술적 사상이 특정 통신망의 유형에 국한되지 않음은 물론이다.
- [0034] 사용자 입력부(150)는 사용자의 조작에 따라 동작에 입력신호를 입력하는데, 마우스, 키보드, 터치스크린 등 다양한 형태로 마련될 수 있다. 그리고, 영상 디스플레이부(140)는 모니터 등의 형태로 마련되어, 수술 보조 계획 모듈(120)이 제공하는 후술할 GUI(Graphic user interface) 화면을 화면 상에 표시한다.
- [0035] 영상 저장부(130)에는 환자의 3차원 의료 영상이 저장된다. 본 발명에서는 뼈 병변의 파악에 적합한 MRI 영상이 저장되는 것을 예로 하는데, CT 영상이나 MRA 영상 등 다른 형태의 3차원 의료 영상이 저장될 수 있음은 물론이다.
- [0036] 수술 보조 계획 모듈(120)은 지그 디바이스(300)로부터 전송된 초음파 영상을 이용하여 수술 보조 계획을 수립한다. 여기서, 수술 보조 계획 모듈(120)은 컴퓨터의 운영체제(OS)를 기반으로 설치되는 소프트웨어 형태로 마련되는 것을 예로 한다.
- [0037] 도 3는 본 발명에 따른 수술 보조 계획 모듈(120)의 구성의 예를 나타낸 도면이다. 도 3를 참조하여 설명하면, 본 발명에 따른 수술 보조 계획 모듈(120)은 뼈 초음파 모델링 모듈(121), 뼈 병변 모델링 모듈(122), 영상 정합 모듈(123) 및 포인트 위치 결정부(125)를 포함한다.
- [0038] 뼈 초음파 모델링 모듈(121)은 지그 디바이스(300)로부터 전송되어 메인 통신부(160)를 통해 수신된 초음파 영상을 이용하여 3차원의 뼈 초음파 영상을 생성한다. 본 발명에서는 뼈 초음파 모델링 모듈(121)이 상술한 프로브 위치 정보와 동기화된 초음파 영상을 이용하여 3차원의 뼈 초음파 영상을 생성하는 것을 예로 한다.
- [0039] 여기서, 본 발명에서는 뼈 초음파 모델링 모듈(121)이, 도 3에 도시된 바와 같이 뼈 추적 학습 모델(121a)을 포함하는 것을 예로 한다. 뼈 추적 학습 모델(121a)은 뼈의 초음파 영상과 뼈의 초음파 영상에서의 뼈의 위치가 레이블된 레이블 정보를 학습 데이터로 하여 학습된다. 즉, 뼈 추적 학습 모델은 한 장의 2D 초음파 영상과, 해당 2D 초음파 영상 내에서의 뼈의 위치가 레이블된 레이블 정보를 갖는 복수의 학습 데이터로 하여 학습되고, 2D의 초음파 영상이 입력되면 해당 영상 내에서 뼈의 위치를 찾아 출력한다.
- [0040] 보다 구체적으로 설명하면, 뼈 추적 학습 모델(121a)은 지그 디바이스(300)로부터 전송된 복수의 초음파 영상, 즉 복수의 2D 초음파 영상을 학습하여, 각각의 초음파 영상에서 뼈 영역 영상을 추출한다.
- [0041] 그리고, 뼈 추적 학습 모델(121a)은 하나의 초음파 영상에 대해 추출된 뼈 영역 영상을 한 장의 슬라이스 영상으로 인식하고, 각각의 뼈 영역 영상의 프로브 위치 정보를 이용하여 3차원의 뼈 초음파 영상을 생성하게 된다. 프로브 위치 정보는 초음파 프로브(320)로 환자의 수술 부위를 스캔할 때 측정 위치에 대한 정보가 포함되므로, 해당 정보에 따라 슬라이스 영상을 나열하게 되면, 3차원의 뼈 초음파 영상이 생성 가능하게 된다.
- [0042] 뼈 병변 모델링 모듈(122)은 영상 저장부(130)에 저장된 3차원 의료 영상을 딥러닝 기반으로 학습하여 뼈 병변의 위치가 표시된 3차원의 뼈 병변 영상을 생성한다. 보다 구체적으로 설명하면, 뼈 병변 모델링 모듈(122)은, 도 3에 도시된 바와 같이, 딥러닝 기반의 학습 모델인 병변 추적 학습 모델(122a)을 포함하는데, 병변 추적 학습 모델(122a)은 3차원 의료 영상이 입력되면, 해당 3차원 의료 영상에서 뼈 영역과 뼈 병변 영역을 분할한다. 그리고, 병변 추적 학습 모델(122a)은 뼈 영역과 뼈 병변 영역이 정합된 뼈 병변 영상을 생성하게 된다.
- [0043] 영상 정합 모듈(123)은 뼈 초음파 영상과 뼈 병변 영상을 정합하여, 3차원의 뼈 병변 정합 영상을 생성한다. 본 발명에서는 ICP(Iterative Closest Point) 알고리즘을 이용하여 상기 뼈 초음파 영상과 상기 뼈 병변 영상을 정합하는 것을 예로 한다.
- [0044] 상기와 같은 구성에 따라, 실제 수술 현장에서 C-ARM과 같은 방사선을 이용한 영상 장비를 사용하지 않고, 초음파 영상을 이용하여 방사선 노출에 따른 문제점을 해소할 수 있게 된다.
- [0045] 또한, 2차원의 초음파 영상을 프로브 위치 정보에 동기시키고, 각각의 초음파 영상으로부터 딥러닝 기반의 학습을 통해 뼈 영역 영상을 추출하고, 프로브 위치 정보에 기초하여 복수의 뼈 영역 영상으로 3차원으로 뼈 초음파 영상을 생성함으로써, 초음파 영상으로부터 3차원의 뼈 초음파 영상을 실시간으로 생성할 수 있게 된다.
- [0046] 그리고, 기존에 촬영된 환자의 MRI 영상과 같은 3차원 의료 영상과 뼈 초음파 영상을 정합하여 현재 환자에 대

해 촬영되어 생성된 뼈 초음파 영상에 뼈 병변의 위치가 오버랩되어 정확한 뼈 병변의 위치를 확인할 수 있게 된다.

- [0047] 이하에서는, 도 4 내지 도 9을 참조하여 본 발명에 따른 AI 기반의 수술 보조 시스템의 동작 과정의 예에 대해 상세히 설명한다.
- [0048] 도 4를 참조하여 설명하면, 먼저, 사용자가 메인 디바이스(100)에서 수술 보조 계획 모듈(120)이 포함된 프로그램을 실행하게 되면(S50), 영상 디스플레이부(140)의 화면 상에, 도 5에 도시된 바와 같은 GUI 화면이 표시된다.
- [0049] 본 발명에 따른 수술 보조 계획 모듈(120)이 제공하는 GUI 화면은 좌측에 기능 실행을 위한 다수의 선택 항목들이 표시되고, 우측에 선택 항목의 선택에 따른 실행 화면 또는 결과 영상이 표시되는 표시창이 형성된다.
- [0050] 사용자가 GUI 화면 상에서 '초음파 스캔 시작' 항목을 선택하여 초음파 스캔을 실행하게 되면(S51), 메인 디바이스(100)로부터 지그 디바이스(300)로 스캔 명령이 전송된다.
- [0051] 이 때, 지그 디바이스(300)의 지그 프로세서(310)는 초음파 프로브(320)에 의해 스캔되어(S70) 초음파 영상 처리부(340)에 의해 생성된 초음파 영상과, 초음파 위치 추적부(330)의 의해 생성된 프로브 위치 정보를 동기화시켜 메인 디바이스(100)로 전송한다.
- [0052] 그리고, 사용자는 초음파 프로브(320)를 통한 수술 부위의 스캔이 완료되면, 즉 수술 부위에 대한 초음파 스캔이 완료되어 다수의 초음파 영상의 전송이 완료되면, 스캔 종료로 선택하는데, 도 5에 도시된 '초음파 스캔 시작' 항목이 선택되어 스캔이 진행되면 해당 항목이 '초음파 스캔 종료' 항목으로 전환되어 사용자가 이를 선택하도록 마련될 수 있다. 종료 명령은 지그 디바이스(300)로 전송되어 초음파 스캔이 종료된다(S71).
- [0053] 초음파 스캔이 완료되어 다수의 초음파 영상의 수신된 상태에서, 사용자가 '초음파 Bone 모델 생성' 항목의 'Prediction' 항목을 선택하게 되면, 뼈 추적 학습 모델(121a)이 실행되어(S53), 초음파 영상과 프로브 위치 정보에 기초하여 뼈 초음파 영상이 생성된다(S54). 여기서, 뼈 초음파 영상의 생성 방법은 상술한 바와 같다.
- [0054] 뼈 추적 학습 모델(121a)에 의해 뼈 초음파 영상의 생성이 완료된 상태에서, '초음파 Bone 모델 생성' 항목의 'Data Convert' 항목이 선택되면, 도 3의 초음파 데이터 변환부(121b)가 뼈 초음파 영상을 기 설정된 포맷의 파일로 변환하여 저장될 수 있다. 그리고, '초음파 Bone 모델 생성' 항목의 '3D View' 항목이 선택되면, 도 3의 3차원 이미지 생성부(124)가 뼈 초음파 영상을 우측의 표시창에 표시하게 된다.
- [0055] 도 6은 본 발명에 따른 뼈 추적 학습 모델(121a)에 의해 생성된 뼈 초음파 영상의 예를 나타낸 도면이다. 도 6에 도시된 바와 같이, 뼈 초음파 영상은 각각의 초음파 영상에서 추출된 뼈 영역 영상이 순차적으로 배열되어 형성되는 것을 확인할 수 있다.
- [0056] 상기와 같은 과정을 통해 뼈 초음파 영상이 생성되면, 사용자가 'MRI Bone-Cyst 모델' 항목의 'Prediction' 항목을 선택하게 되면, 병변 추적 학습 모델(122a)이 실행되고(S55), 영상 저장부(130)에 저장된 3차원 의료 영상, 예컨대 MRI 영상을 이용하여 뼈 병변 영상이 생성된다(S56). 도 7은 본 발명에 따른 뼈 병변 영상의 예를 나타낸 도면이다. 여기서, 병변 추적 학습 모델(122a)이 뼈 병변 영상을 생성하는 방법은 상술한 바와 같다.
- [0057] 뼈 병변 학습 모델에 의해 뼈 병변 영상의 생성이 완료된 상태에서, 'MRI Bone-Cyst 모델' 항목의 'Data Convert' 항목이 선택되면, 도 3의 3차원 데이터 변환부(122b)가 뼈 병변 영상을 기 설정된 포맷의 파일로 변환하여 저장될 수 있다. 그리고, 'MRI Bone-Cyst 모델' 항목의 '3D View' 항목이 선택되면, 도 3의 3차원 이미지 생성부(124)가 뼈 병변 영상을 우측의 표시창에, 도 7에 도시된 바와 같이 표시할 수 있다.
- [0058] 다시, 도 4를 참조하여 설명하면, 뼈 초음파 영상과 뼈 병변 영상이 준비된 상태에서, 사용자가 '초음파-MRI 정합' 항목의 'Registration' 항목을 선택하게 되면, 영상 정합 모듈(123)이 뼈 초음파 영상과 뼈 병변 영상을 정합하여 3차원의 뼈 병변 정합 영상을 생성하게 된다.
- [0059] 그리고, 사용자가 '초음파-MRI 정합' 항목의 'Data Convert' 항목을 선택되면, 영상 정합 모듈(123)이 뼈 병변 정합 영상을 기 설정된 포맷의 파일로 변환하여 저장할 수 있다. 그리고, '초음파-MRI 정합' 항목의 '3D View' 항목이 선택되면, 도 3의 3차원 이미지 생성부(124)가 뼈 병변 정합 영상을 우측의 표시창에, 도 8에 도시된 바와 같이 표시할 수 있다.
- [0060] 한편, 사용자가 화면에 표시된 뼈 병변 정합 영상 내의 위치를 기반으로, 도 9에 도시된 바와 같이, 수술 포인트 위치(P1,P2)를 지정하게 되면(S59), 포인트 위치 결정부(125)가 해당 위치에 대응하는 수술 포인트 위치 정

보를 메인 통신부(160)를 통해 지그 디바이스(300)로 전송하게 된다.

[0061] 그리고, 지그 프로세서(310)는 지그 통신부(370)를 통해 수신되는 수술 포인트 위치 정보에 기초하여, 지그 디바이스(300)가 이동하도록 지그 구동부(350)를 제어하고, 수술 포인트 위치 정보에 해당하는 위치에 포인트가 마킹되도록 포인트 마커(360)를 제어한다.

[0062] 본 발명에서는 도 1에 도시된 바와 같이, 내시경 시스템을 통해 수술이 진행되는 것을 예로 하며, 사용자에게 의해 지정되는 수술 포인트 위치(P1,P2)는 내시경 수술을 위해 천공될 위치가 될 수 있다. 그리고, 포인트 마커(360)는 실제 마킹이 아닌 레이저와 같은 광원으로 천공될 위치를 지정하도록 마련될 수 있다.

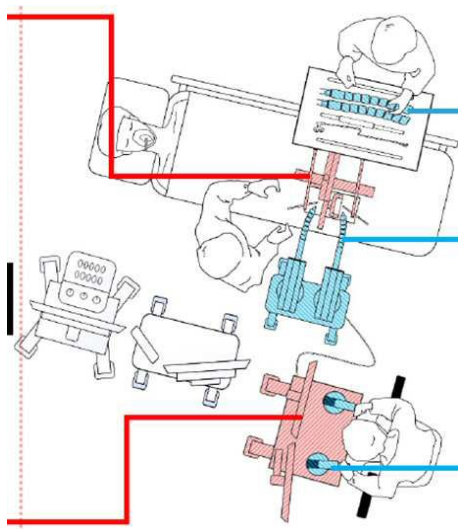
[0063] 비록 본 발명의 몇몇 실시예들이 도시되고 설명되었지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 당업자라면 본 발명의 원칙이나 정신에서 벗어나지 않으면서 본 실시예를 변형할 수 있음을 알 수 있을 것이다. 발명의 범위는 첨부된 청구항과 그 균등물에 의해 정해질 것이다.

부호의 설명

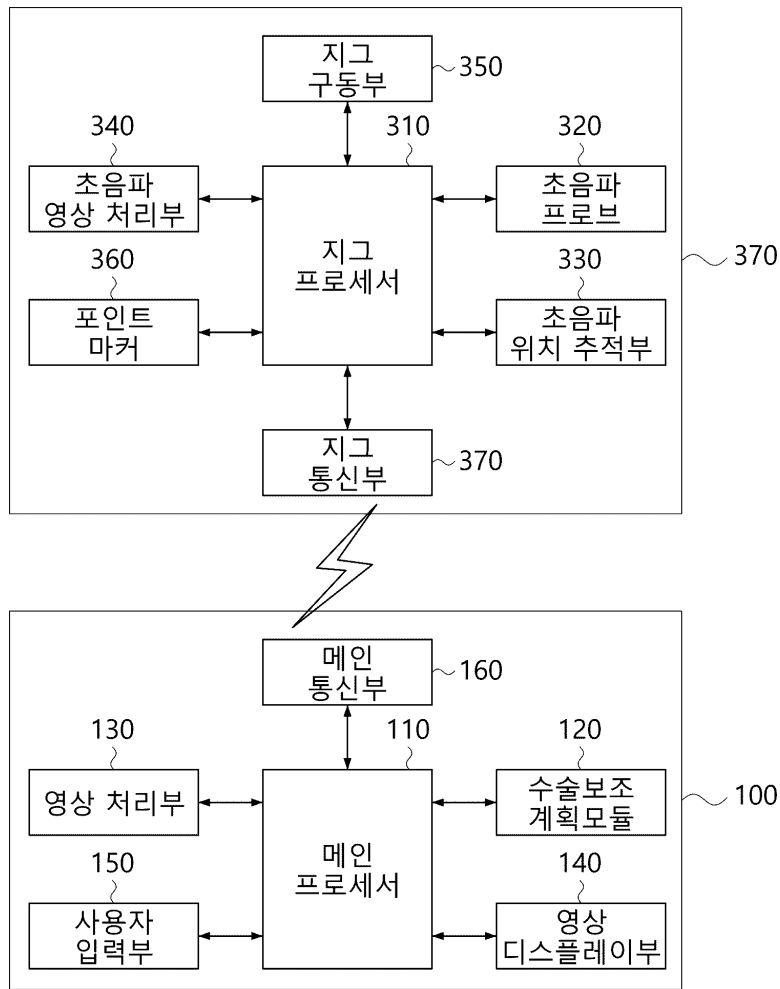
- | | | |
|--------|--------------------|--------------------|
| [0064] | 100 : 메인 디바이스 | 110 : 메인 프로세서 |
| | 120 : 수술 보조 계획 모듈 | 121 : 뼈 초음파 모델링 모듈 |
| | 121a : 뼈 추적 학습 모델 | 121b : 초음파 데이터 변환부 |
| | 122 : 뼈 병변 모델링 모듈 | 122a : 병변 추적 학습 모델 |
| | 122b : 3차원 데이터 변환부 | 123 : 영상 정합 모듈 |
| | 124 : 3차원 이미지 생성부 | 125 : 포인트 위치 결정부 |
| | 130 : 영상 저장부 | 140 : 영상 디스플레이부 |
| | 150 : 사용자 입력부 | 160 : 메인 통신부 |
| | 300 : 지그 디바이스 | 310 : 지그 프로세서 |
| | 320 : 초음파 프로브 | 330 : 초음파 위치 추적부 |
| | 340 : 초음파 영상 처리부 | 350 : 지그 구동부 |
| | 360 : 포인트 마커 | 370 : 지그 통신부 |

도면

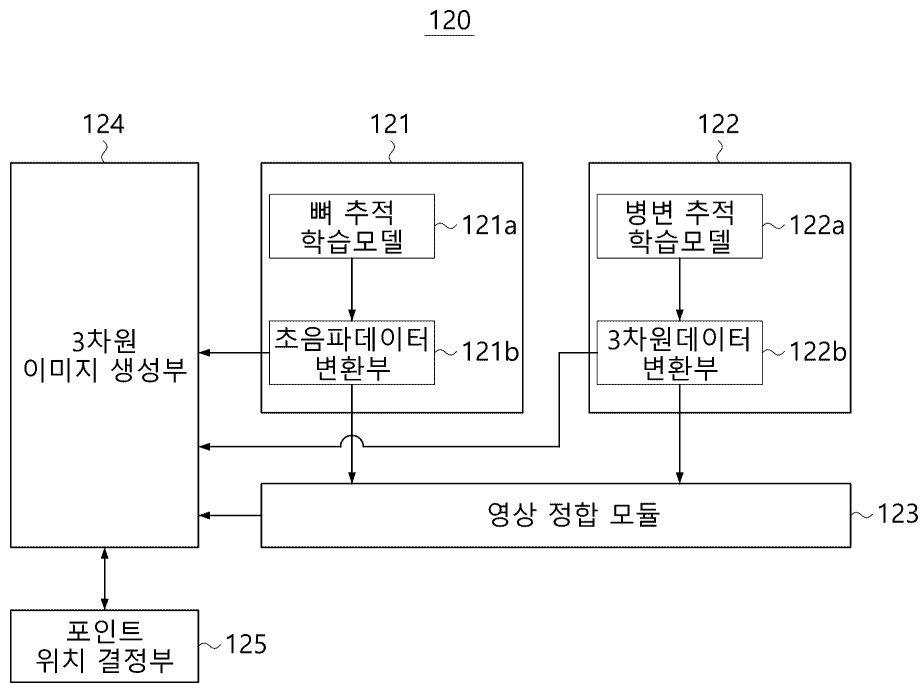
도면1



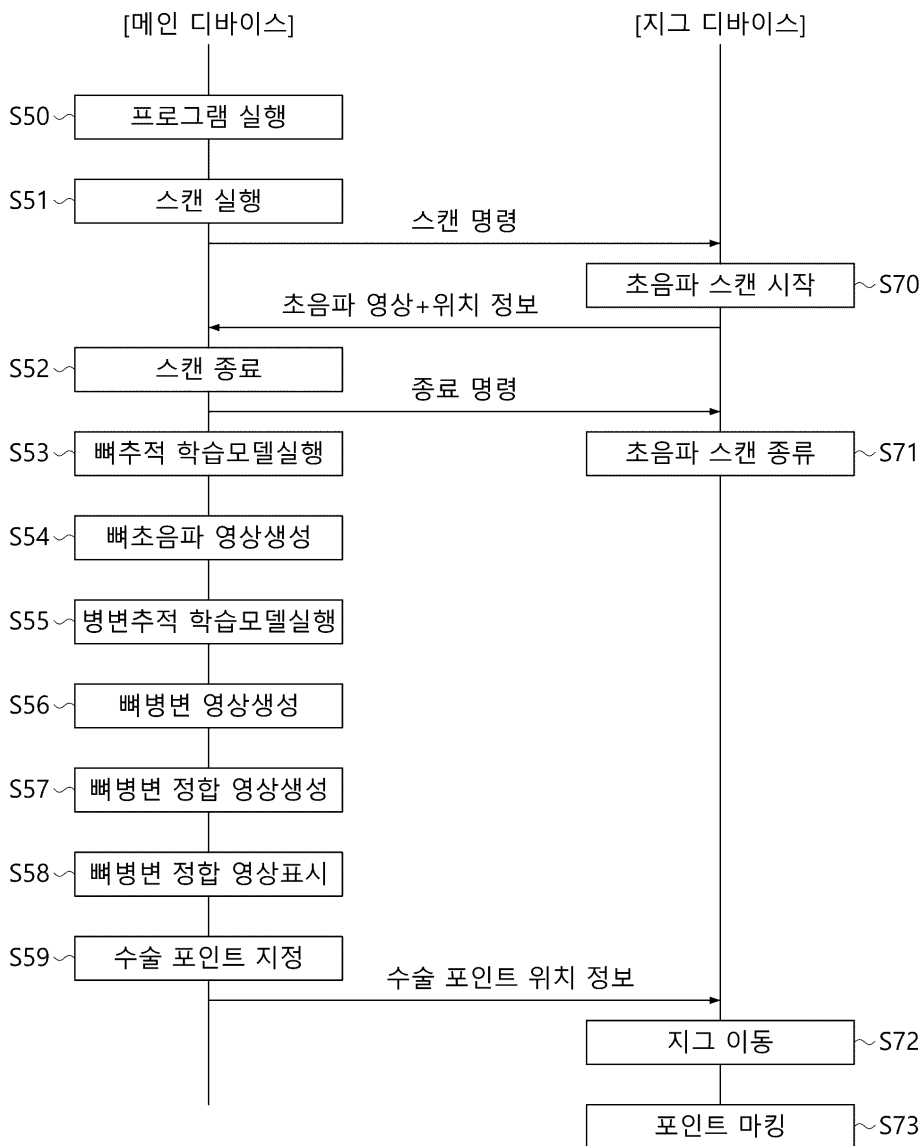
도면2



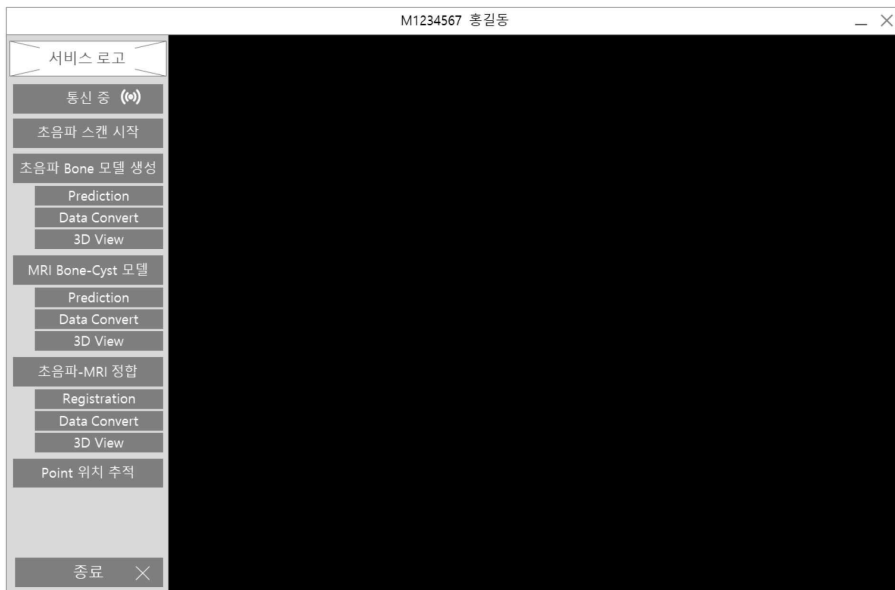
도면3



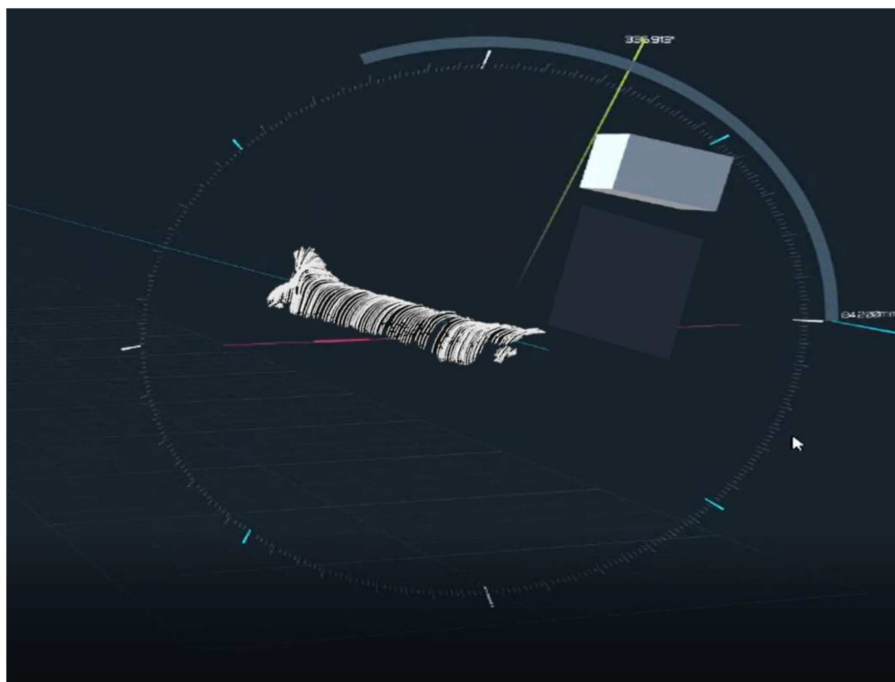
도면4



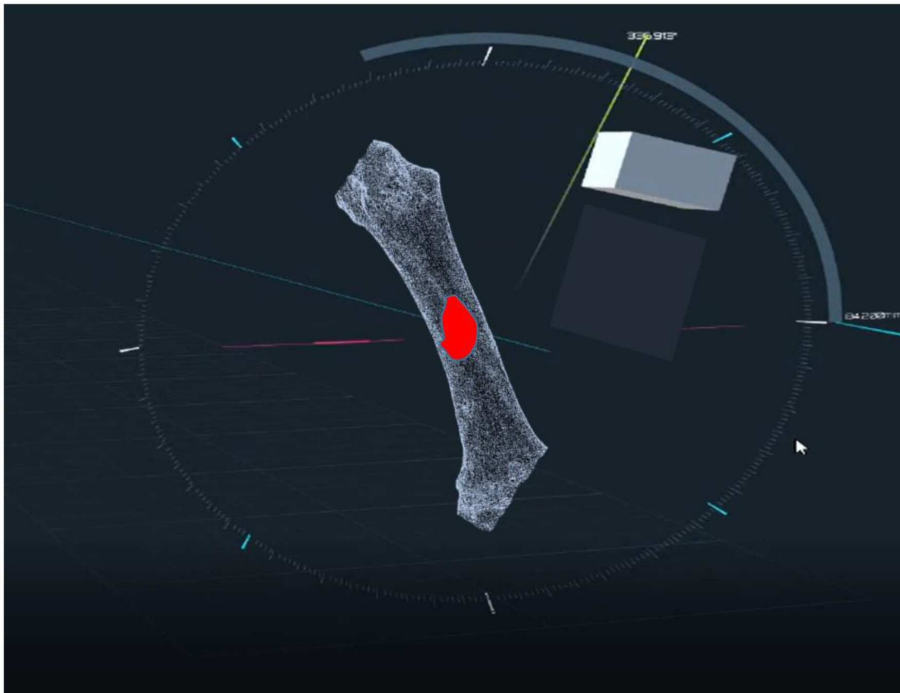
도면5



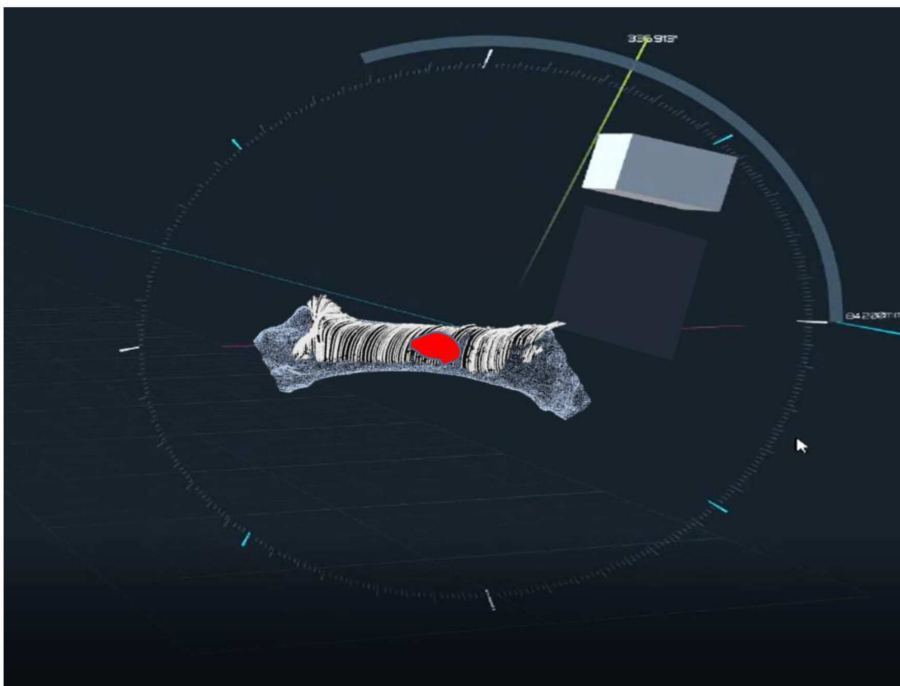
도면6



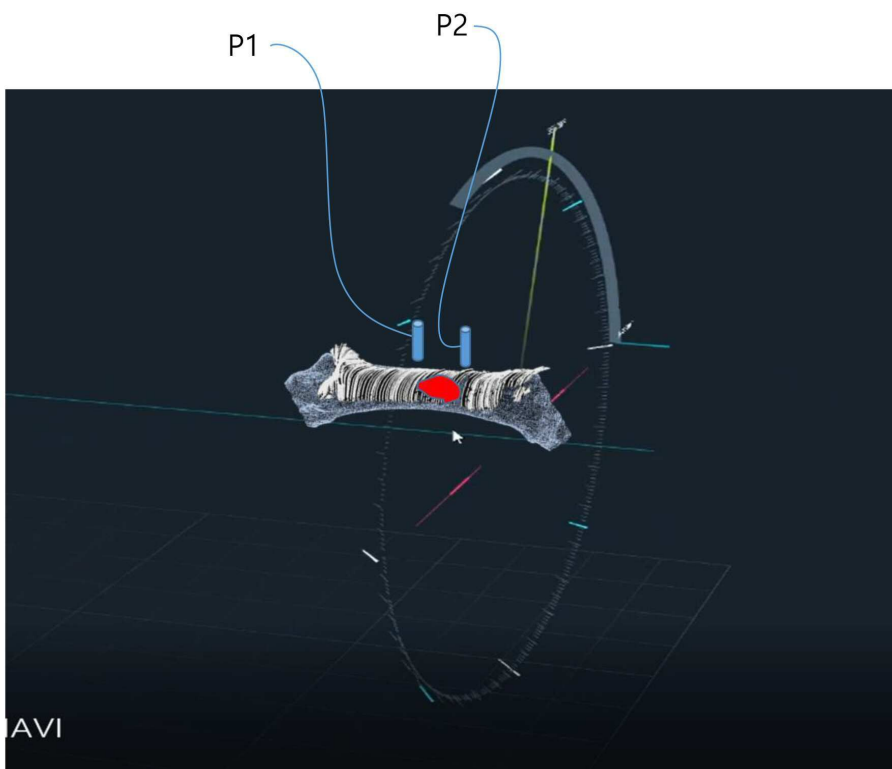
도면7



도면8



도면9



专利名称(译)	基于人工智能的手术骨病变手术辅助系统		
公开(公告)号	KR102084598B1	公开(公告)日	2020-03-05
申请号	KR1020190100322	申请日	2019-08-16
[标]发明人	최우식 김태규		
发明人	최우식 김태규		
IPC分类号	A61B34/20 A61B17/00 A61B34/10 A61B34/30 A61B8/08 A61B90/00 G06N3/04 G06N3/08 G16H30/40		
CPC分类号	A61B34/20 A61B34/10 A61B34/30 A61B8/5261 A61B90/37 G06N3/0427 G06N3/08 G16H30/40 A61B2034/105 A61B2034/2063 A61B2034/2068 A61B2017/00221 A61B2090/3616 A61B2090/364 A61B2090/378 A61B2090/3925		
审查员(译)	民丸		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及一种用于操作骨骼病变的基于AI的手术辅助系统。基于AI的手术辅助系统包括:夹具设备,其布置在患者的手术部位并具有用于捕获超声图像的超声探头;主体设备具有:图像存储单元,其存储患者的三维医学图像;以及手术辅助计划模块,其通过使用从夹具设备发送的超声图像来建立手术辅助计划。外科手术辅助计划模块包括:骨超声建模模块,其通过使用超声图像生成三维骨超声图像;以及骨病变建模模块基于深度学习对存储在图像存储单元中的三维医学图像进行学习,以生成三维骨病变图像,其中显示了骨病变的位置;图像匹配模块,对所述骨超声图像和所述骨病变图像进行匹配,以生成三维骨病变匹配图像;点位置确定单元将基于骨病变匹配图像中的位置输入的手术点位置信息发送至夹具装置。因此,基于AI的手术辅助系统可以实时提供准确的手术位置。

