



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0129154
(43) 공개일자 2023년09월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 34/10 (2016.01) A61B 90/00 (2016.01)

A61B 90/50 (2016.01) G06T 19/00 (2011.01)

(52) CPC특허분류

A61B 34/10 (2016.02)

A61B 90/36 (2016.02)

(21) 출원번호 10-2023-0027085

(22) 출원일자 2023년02월28일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

1020220025813 2022년02월28일 대한민국(KR)

(71) 출원인

이화여자대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)

주식회사 브이알에드

경기도 하남시 미사대로 540, 현대지식산업센터 한강미사 2차 에이동708호(덕풍동)

(72) 발명자

김진우

서울특별시 양천구 안양천로 1071 이화여대목동병원 별관 A동 604호

이희석

경기도 하남시 미사강변한강로334번길 7-1 202호

조은일

경기도 남양주시 화도읍 비룡로 186, 102동 2001호 (남양주 두산위브 트레지움)

(74) 대리인

민혜정

전체 청구항 수 : 총 25 항

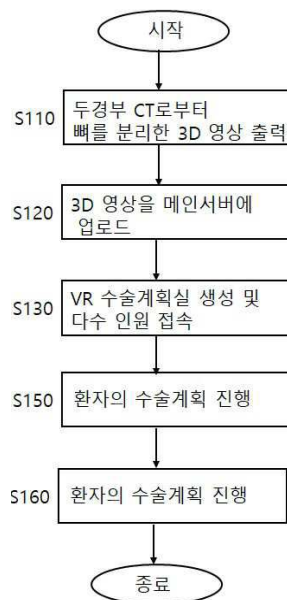
(54) 발명의 명칭 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터

(57) 요약

본 발명은, 환자의 두경부 CT영상을, 기학습된 뼈분리 인공지능 모델에 입력하면, 상기 뼈분리 인공지능 모델은, 환자의 두경부 CT영상에서 각 뼈들이 분리(분류)된 3D 영상을 출력하고, 제어부는 환자의 두경부 3D영상을 VR 공간상에, 각 뼈들이 분리가능하도록 결합된 두경부 3D영상 출력하고, 다수의 HMD를 착용한 의료인들을 VR 공간

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



상에서 상기 두경부 3D영상의 뼈를 자르거나, 뼈를 제거하거나, 뼈를 이동, 결합하는 등의 수술 시뮬레이션을 행하도록 이루어진 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터에 관한 것이다.

본 발명의 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터는, VR(가상현실) 공간인, VR 수술계획실을 생성하고, VR 수술계획실에 3D 두경부 영상을 출력하되, 3D 두경부 영상내의 뼈들은 각기 분리되어 있는, 메인서버; VR 수술계획실에 접속하는, 복수의 VR 공간 접속자가, 착용한 VR HMD(가상현실용 헤드 마운틴 디스플레이); 메인서버로부터 수신된, 뼈들이 각기 분리되어 있는 3D 두경부 영상을 디스플레이하며, VR 공간 접속자가 각자의 VR HMD를 통해 접속되는, VR 수술계획실;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

A61B 90/50 (2016.02)

G06T 19/003 (2013.01)

A61B 2034/105 (2016.02)

A61B 2034/107 (2016.02)

A61B 2090/502 (2016.02)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 9991007127

과제번호 202011B34

부처명 산업통상자원부

과제관리(전문)기관명 (재단)범부처전주기의료기기연구개발사업단

연구사업명 범부처전주기의료기기연구개발사업(R&D)

연구과제명 (참여1)3D프린팅 기반 환자 맞춤형 의료기기와 확장현실(eXtended Reality XR)을 활용한 골결손골절 전주기 치료 솔루션 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 (주)브이알애드

연구기간 2020.09.01 ~ 2021.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

VR(가상현실) 공간인, VR 수술계획실을 생성하고, VR 수술계획실에 3D 두경부 영상을 출력하되, 3D 두경부 영상 내의 뼈들은 각기 분리되어 있는, 메인서버;

VR 수술계획실에 접속하는, 복수의 VR 공간 접속자가, 착용한 VR HMD(가상현실용 헤드 마운틴 디스플레이);

메인서버로부터 수신된, 뼈들이 각기 분리되어 있는 3D 두경부 영상을 디스플레이하며, VR 공간 접속자가 각자의 VR HMD를 통해 접속되는, VR 수술계획실;

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터.

청구항 2

제1항에 있어서,

뼈들이 각기 분리되어 있는 3D 두경부 영상은,

메인서버가, 데이터베이스 또는 메모리부로 부터, 기 저장된 환자의 두경부 CT영상을 읽어들이고, 메인서버는, 기 저장된 환자의 두경부 CT영상을, 기학습된, 인공지능을 적용한 3D 뼈분리 모델에 입력하고, 3D 뼈분리 모델은 환자의 두경부 CT영상에서 관심영역에 해당하는 부위에 대한 각 뼈들이 분리된 3D 두경부 영상을 출력하는 것을 특징으로 하는, 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터.

청구항 3

제2항에 있어서,

VR 공간 접속자는, 손에, 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스를, 장착하거나 쥐고 있으며,

VR 공간상에서, 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스를 움직임에 따라, 이동자가 움직이며,

메인서버는, VR 공간 접속자의 VR HMD에 디스플레이된, 3D 두경부 영상에서, 이동자를 이용하여, 특정 부분을 선택하여, 3D 두경부 영상의 뼈를 자르거나, 뼈를 제거하거나, 뼈를 이동, 결합하는 수술 시뮬레이션이 진행되는 것을 특징으로 하는, 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터.

청구항 4

제2항에 있어서,

3D 뼈분리 모델은, 환자의 두경부 CT영상과, 의료전문인에 의해 뼈를 분류한 상기 환자의 3D 두경부 영상을, 쌍으로 입력하여 학습을 진행한 것을 특징으로 하는, 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터.

청구항 5

제3항에 있어서,

수술 시뮬레이션 시에, VR HMD 상의 VR 공간상에서, VR 공간 접속자가 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스를 이용하여 선택한 두 점간의 거리를 측정하고자 할경우, 메인서버는 상기 두 점간의 실제거리를 연산하여, VR 공간상에 출력하는 것을 특징으로 하는, 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터.

청구항 6

제3항에 있어서,

수술 시뮬레이션 시에, 임플란트 3D 영상을, 메인서버가, VR 공간상에 디스플레이하여, 3D 두경부 영상과 매칭하고, 임플란트 3D 영상의 임플란트와 3D 두경부 영상의 뼈가 겹쳐지는 부위(충돌되는 부위)가 있는 경우, 겹쳐진 부위를 별도의 색으로 표시하여, 수정해야할 부분임을 나타내는 것을 특징으로 하는, 가상현실 구강악안면

수술계획 시뮬레이터.

청구항 7

제3항에 있어서,

수술 시뮬레이션 시에, 3D 두경부 영상의 소정 뼈를 자르고자 할경우, 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스를 움직임에 따라, VR HMD 상의 절단 이동자를 자르고자 하는 부위를 움직이면, 메인서버는 3D 두경부 영상에서 절단 이동자가 움직인 부위를 절단하여 디스플레이하는 것을 특징으로 하는, 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터.

청구항 8

제3항에 있어서,

수술 시뮬레이션 시에, 3D 두경부 영상의 소정 뼈를 자르고자 할경우, 가상 VR 접속자가 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스를 이용하여, 자르고자 하는 부위의 3개의 점을 선택하면, 메인서버는 3D 두경부 영상에서 상기 선택된 3개의 점을 포함하는 평면을 절단하여 디스플레이하는 것을 특징으로 하는, 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터.

청구항 9

제7항 또는 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

수술 시뮬레이션 시에, 3D 두경부 영상에서, 가상 VR 접속자가 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스를 이용하여, 이동자를 움직여서, 잘라낸 뼈를 선택하고, 이동시키거나, 이동을 못하게 하는 잠금을 행하거나, 상기 잠금을 해제하는 것을 특징으로 하는, 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터.

청구항 10

메인서버에 의해 생성되었으며 VR(가상현실) 공간인, VR 수술계획실에, VR HMD를 착용하고 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스를 구비한 복수의 VR 공간 접속자가 접속하여 VR 수술 시뮬레이션을 행하는, 수술계획 시뮬레이터의 구동방법에 있어서,

메인서버가, 환자의 두경부 CT영상을, 기학습된, 인공지능(AI)을 적용한 3D 뼈분리 모델에 입력하고, 3D 뼈분리 모델은 환자의 두경부 CT영상에서 관심영역에 해당하는 부위에 대한 각 뼈들이 분리된 3D 두경부 영상을 출력하는, 뼈분리단계;

뼈분리단계 후, 메인서버가 VR 수술계획실을 생성하되, VR 수술계획실은 원격으로 다수의 인원이 동시에 접속하도록 이루어진, VR 수술계획실 생성 및 접속단계;

VR 수술계획실 생성 및 접속단계 후, 메인서버가, VR 공간 접속자의 VR HMD에 디스플레이된, 3D 두경부 영상에서, 이동자를 이용하여, 특정 부분을 선택하여, 3D 두경부 영상 상에서, 뼈를 자르거나, 뼈를 제거하거나, 뼈를 이동, 결합하거나, 뼈 내의 거리를 측정하는 것을 포함하는 수술 시뮬레이션이 진행되는, 환자의 수술계획 진행 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수술계획 시뮬레이터의 구동방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

환자의 수술계획 진행 단계에서 수술 시뮬레이션이 진행되어 얻어진 결과를, STL 파일 또는 OBJ 파일로 데이터 베이스 또는 메모리부에 저장하는, 저장단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 수술계획 시뮬레이터의 구동방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

뼈분리단계에서, 뼈들이 각기 분리되어 있는 3D 두경부 영상은,

메인서버가, 데이터베이스 또는 메모리부로 부터, 기 저장된 환자의 두경부 CT영상을 읽어들이고, 메인서버는, 기 저장된 환자의 두경부 CT영상을, 기학습된, 인공지능을 적용한 3D 뼈분리 모델에 입력하고, 3D 뼈분리 모델은 환자의 두경부 CT영상에서 관심영역에 해당하는 부위에 대한 각 뼈들이 분리된 3D 두경부 영상을 출력하는 것을 특징으로 하는, 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터의 구동방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

환자의 수술계획 진행 단계에서, 수술 시뮬레이션 시에, 임플란트 3D 영상을, 메인서버가, VR 공간상에 디스플레이하여, 3D 두경부 영상과 매칭하고, 임플란트 3D 영상의 임플란트와 3D 두경부 영상의 뼈가 겹쳐지는 부위(충돌되는 부위)가 있는 경우, 겹쳐진 부위를 별도의 색으로 표시하여, 수정해야할 부분임을 나타내는 것을 특징으로 하는, 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터의 구동방법.

청구항 14

제10항에 있어서,

환자의 수술계획 진행 단계에서, 수술 시뮬레이션 시에, 3D 두경부 영상의 소정 뼈를 자르고자 할 경우, 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스를 움직임에 따라, VR HMD 상의 절단 이동자를 자르고자 하는 부위를 움직이면, 메인서버는 3D 두경부 영상에서 절단 이동자가 움직인 부위를 절단하여 디스플레이하는 것을 특징으로 하는, 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터의 구동방법.

청구항 15

제10항에 있어서,

환자의 수술계획 진행 단계에서, 수술 시뮬레이션 시에, 3D 두경부 영상의 소정 뼈를 자르고자 할 경우, 가상 VR 접속자가 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스를 이용하여, 자르고자 하는 부위의 3개의 점을 선택하면, 메인서버는 3D 두경부 영상에서 상기 선택된 3개의 점을 포함하는 평면을 절단하여 디스플레이하는 것을 특징으로 하는, 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터의 구동방법.

청구항 16

제14항 또는 제15항 중 어느 한 항에 있어서,

환자의 수술계획 진행 단계에서, 수술 시뮬레이션 시에, 3D 두경부 영상에서, 가상 VR 접속자가 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스를 이용하여, 이동자를 움직여서, 잘라낸 뼈를 선택하고, 이동시키거나, 이동을 못하게 하는 잠금을 행하거나, 상기 잠금을 해제하는 것을 특징으로 하는, 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터의 구동방법.

청구항 17

제10항 내지 제15항 중 어느 한 항의 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터의 구동방법을 컴퓨터로 실행하는 프로그램이 기록된 기록매체.

청구항 18

제12항의 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터의 구동방법에서, 환자의 두경부 CT영상을, 기학습된, 인공지능(AI)을 적용한 3D 뼈분리 모델에 입력하고, 3D 뼈분리 모델은 환자의 두경부 CT영상에서 관심영역에 해당하는 부위에 대한 각 뼈들이 분리된 3D 두경부 영상을 출력하도록, 컴퓨터로 실행하는 프로그램이 기록된 기록매체.

청구항 19

제2항에 있어서,

VR 수술계획실은, 각 뼈들이 분리된 3D 두경부 영상에서, 소정 뼈의 한 점을 중심점으로 하여, VR 공간 접속자에 의해, 상기 뼈를 회전시킬 수 있도록 이루어진 것을 특징으로 하는, 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이

터.

청구항 20

제19항에 있어서,

VR 수술계획실은, VR 공간 접속자에 의해 소정 뼈의 한 점을 중심으로 하여 상기 뼈를 회전시킬 경우, X축, Y축, Z축 중의 하나를 회전축으로 하여, 상기 뼈를 회전시키는 것을 특징으로 하는, 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터.

청구항 21

제2항에 있어서,

VR 수술계획실은, 각 뼈들이 분리된 3D 두경부 영상에서, 프랭크퍼트 수평면(FHP) 또는 시상 기준면(SRP)을 표시하고, VR 공간 접속자에 의해 프랭크퍼트 수평면(FHP) 또는 시상 기준면(SRP)의 위치를 조정할 수 있도록 이루어진 것을 특징으로 하는, 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터.

청구항 22

제2항에 있어서,

VR 수술계획실은, 각 뼈들이 분리된 3D 두경부 영상에서, 프랭크퍼트 수평면(FHP) 및 시상 기준면(SRP)을 표시하고, VR 공간 접속자에 의해 3D 두경부 영상의 위치를 조정할 수 있도록 이루어진 것을 특징으로 하는, 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터.

청구항 23

제2항에 있어서,

VR 수술계획실은, 각 뼈들이 분리된 3D 두경부 영상에서, 랜드마크(Landmark)를, 자동으로 표시하거나, VR 공간 접속자에 의해 설정된 랜드마크를 표시하는 것을 특징으로 하는, 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터.

청구항 24

제23항에 있어서,

랜드마크는 전두비골융합의 최상방점(nasion, Na), 상악골의 최전방점(anterior nasal spine, ANS), 전비극과 상악치조정점 사이 곡선의 최후방점("A" 점), 상악중절치의 백악법랑질경계선(치아 머리와 잇몸뼈 경계) 부위(superior prosthion, SPr 또는 PR), 최전방 상악중절치의 끝(Is, incision superius (U1)), 최전방 하악중절치의 끝(Ii, incision inferius (L1)), 하악 중절치의 백악법랑질경계선(치아 머리와 잇몸뼈 경계) 부위(Id, infradentale), 하악골 커브상에서 최후방점("B" 점), 턱끝의 외형선에서 최전방점(Pog, pogonion), 턱끝의 측면 영상 중에서 최전하방점(Gn, gnathion), 턱끝의 하악결합 외형선상에서 최하방점(Me, menton), 골성 경구개의 최후방점(PNS, posterior nasal spine), 안와의 최하방점(Or, orbitale), 하악 우각부의 최후하방점(Go, gonion), 외이공의 최상방점(Po, porion) 중 하나 이상에 표시되는 것을 특징으로 하는, 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터.

청구항 25

제23항에 있어서,

VR 수술계획실은, 각 랜드마크의 이동한 거리 및 방향을 실시간으로 표시하는 것을 특징으로 하는, 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 환자의 두경부 CT영상을, 기학습된 뼈분리 인공지능 모델에 입력하면, 상기 뼈분리 인공지능

모델은, 환자의 두정부 CT영상에서 각 뼈들이 분리(분류)된 3D 영상을 출력하고, 제어부는 환자의 두정부 3D영상을 VR(virtual reality, 가상현실) 공간상에, 각 뼈들이 분리가능하도록 결합된 두정부 3D영상 출력하고, 다수의 HMD를 착용한 의료인들을 VR 공간상에서 상기 두정부 3D영상의 뼈를 자르거나, 뼈를 제거하거나, 뼈를 이동, 결합하는 등의 수술 시뮬레이션을 행하도록 이루어진 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 구강악안면외과학(口腔顎顔面外科學, oral and maxillofacial surgery)이란 구강과 악안면부위에 발생하는 감염, 손상, 기형 및 종양 등의 질병을 올바르게 진단하고 외과적 시술과 보조적 치료를 통해 심미적 복원 및 기능적 회복을 추구하는 특수한 분야라고 할 수 있다.
- [0003] 의료분야, 특히 치과분야나 성형외과분야에서는 교정이나 성형 후의 얼굴 변화를 미리 피시술자에게 보여주는 진료/상담이 필요하며, 이를 위하여 시술자는 피시술자의 얼굴 사진을 컴퓨터 모니터에 띄우고 이를 기초로 시술 후의 얼굴 변화를 보여주고 시술과정을 설명하면서 수술 계획을 세우거나, 피시술자(환자)의 두개골, 특히악골(턱뼈)의 석고 모델을 이용하여 성형이나 교정에 대한 예측, 즉 시뮬레이션을 진행하기도 한다.
- [0004] 최근들어 성형이나 교정에 대한 사회적 인식이 바뀔에 따라 성형수술이나 치열교정시술 및 턱수술(예를 들면 양악수술) 등 다양한 성형/교정시술이 성행하고 있다.
- [0005] 특히 양악수술 등과 같이, 뼈 잘라내는 수술들에 있어서, 잘라낸뼈는 복원이 불가능하므로, 치밀한 수술계획이 필요하며, 경우에 따라서는 다른 분야의 의료전문인들(예를들어 성형외과 의사, 치과 의사 등등)과 협진이 필요할 수도 있다.
- [0006] 이를 위해서는, 환자의 두정부 CT영상으로부터 얻어진, 각 뼈들이 분리가능하게 이루어진 3D 영상을, VR 가상 공간에 디스플레이하고, 다수의 의료전문인들 VR 가상공간상에서 수술 시뮬레이션을 행하도록 이루어진 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터가 요망된다.
- [0007] 선행기술로, 국내 공개특허 제10-2014-0020124호는 가상 의료시술방법/치과시술방법 및 이를 위한 시스템에 관한 것으로, 피시술자의 3차원 얼굴 이미지와 3차원 두개골 이미지의 정합에 의해 생성되는 3차원 정합 이미지를 화면 상에 출력하고, 이 정합 이미지를 통해 3차원 두개골 이미지의 변형이 입력되면, 상기 3차원 두개골 이미지의 변형에 맞추어 상기 3차원 얼굴 이미지의 변형을 산출하고, 그리고 3차원 안면 이미지의 변형을 출력하여 상기 화면상에 보정 이미지를 디스플레이한다. 국내 공개특허 제10-2014-0020124호는 두정부 CT영상으로부터 3차원 두개골 이미지를 생성하고, 또한, 피시술자의 3차원 얼굴 이미지를 생성해야 하며, 이 두개의 이미지를 정합하는 복잡한 과정을 거쳐야만 한다. 그리고, 다수의 의료전문인들 VR 가상공간상에서 뼈를 자르거나, 뼈를 제거하거나, 뼈를 결합하는 등의 수술시뮬레이션을 행할 수 없다.
- [0008] 다른 선행기술로, 국내 공개특허공보 제10-2018-0016406호는 악안면 수술 영상 교정 설계 시스템 및 방법에 관한 것으로, 악안면 골격 및 치아와 연조직의 상대 좌표 위치 영상 데이터인 제1 스캔 영상 데이터와, 환자의 석고 치아 모형을 스캔한 영상 데이터인 제2 스캔 영상 데이터를 이용하여 수술 시뮬레이션 영상을 생성한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 환자의 두정부 CT영상을, 기학습된 뼈분리 인공지능 모델에 입력하면, 상기 뼈분리 인공지능 모델은, 환자의 두정부 CT영상에서 각 뼈들이 분리(분류)된 3D 영상을 출력하고, 제어부는 환자의 두정부 3D영상을 VR(virtual reality, 가상현실) 공간상에, 각 뼈들이 분리가능하도록 결합된 두정부 3D영상 출력하고, 다수의 HMD를 착용한 의료인들을 VR 공간상에서 상기 두정부 3D영상의 뼈를 자르거나, 뼈를 제거하거나, 뼈를 이동, 결합하는 등의 수술 시뮬레이션을 행하도록 이루어진 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터는, VR(가상현실) 공간인, VR 수술계획실을 생성하고, VR 수술계획실에 3D 두정부 영상을 출력하되, 3D 두정부 영상내의 뼈들은 각기 분리되어 있는, 메인서버; VR 수술계획실에 접속하는, 복수의 VR 공간 접속자가, 착용한 VR HMD(가상현실용 헤드 마운

틴 디스플레이)); 메인서버로부터 수신된, 뼈들이 각기 분리되어 있는 3D 두경부 영상을 디스플레이하며, VR 공간 접속자가 각자의 VR HMD를 통해 접속되는, VR 수술계획실;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [0011] 뼈들이 각기 분리되어 있는 3D 두경부 영상은, 메인서버가, 데이터베이스 또는 메모리부로 부터, 기 저장된 환자의 두경부 CT영상을 읽어들이고, 메인서버는, 기 저장된 환자의 두경부 CT영상을, 기학습된, 인공지능을 적용한 3D 뼈분리 모델에 입력하고, 3D 뼈분리 모델은 환자의 두경부 CT영상에서 관심영역에 해당하는 부위에 대한 각 뼈들이 분리된 3D 두경부 영상을 출력한다.
- [0012] VR 공간 접속자는, 손에, 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스를, 장착하거나 쥐고 있으며, VR 공간상에서, 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스를 움직임에 따라, 이동자가 움직이며, 메인서버는, VR 공간 접속자의 VR HMD에 디스플레이된, 3D 두경부 영상에서, 이동자를 이용하여, 특정 부분을 선택하여, 3D 두경부 영상의 뼈를 자르거나, 뼈를 제거하거나, 뼈를 이동, 결합하는 수술 시뮬레이션이 진행되도록 한다.
- [0013] 3D 뼈분리 모델은, 환자의 두경부 CT영상과, 의료전문인에 의해 뼈를 분류한 상기 환자의 3D 두경부 영상을, 쌍으로 입력하여 학습을 진행한다.
- [0014] 수술 시뮬레이션 시에, VR HMD 상의 VR 공간상에서, VR 공간 접속자가 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스를 이용하여 선택한 두 점간의 거리를 측정하고자 할경우, 메인서버는 상기 두 점간의 실제거리를 연산하여, VR 공간상에 출력한다.
- [0015] 수술 시뮬레이션 시에, 임플란트 3D 영상을, 메인서버가, VR 공간상에 디스플레이하여, 3D 두경부 영상과 매칭하고, 임플란트 3D 영상의 임플란트와 3D 두경부 영상의 뼈가 겹쳐지는 부위(충돌되는 부위)가 있는 경우, 겹쳐진 부위를 별도의 색으로 표시하여, 수정해야할 부분임을 나타낸다.
- [0016] 수술 시뮬레이션 시에, 3D 두경부 영상의 소정 뼈를 자르고자 할경우, 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스를 움직임에 따라, VR HMD 상의 절단 이동자를 자르고자 하는 부위를 움직이면, 메인서버는 3D 두경부 영상에서 절단 이동자가 움직인 부위를 절단하여 디스플레이한다.
- [0017] 또는, 수술 시뮬레이션 시에, 3D 두경부 영상의 소정 뼈를 자르고자 할경우, 가상 VR 접속자가 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스를 이용하여, 자르고자 하는 부위의 3개의 점을 선택하면, 메인서버는 3D 두경부 영상에서 상기 선택된 3개의 점을 포함하는 평면을 절단하여 디스플레이한다.
- [0018] 수술 시뮬레이션 시에, 3D 두경부 영상에서, 가상 VR 접속자가 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스를 이용하여, 이동자를 움직여서, 잘라낸 뼈를 선택하고, 이동시키거나, 이동을 못하게 하는 잠금을 행하거나, 상기 잠금을 해제할 수 있다.
- [0019] 또한, 수술계획 시뮬레이터의 구동방법은, 메인서버에 의해 생성되었으며 VR(가상현실) 공간인, VR 수술계획실에, VR HMD를 착용하고 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스를 구비한 복수의 VR 공간 접속자가 접속하여 VR 수술 시뮬레이션을 행하는, 수술계획 시뮬레이터의 구동방법에 있어서, 메인서버가, 환자의 두경부 CT영상을, 기학습된, 인공지능(AI)을 적용한 3D 뼈분리 모델에 입력하고, 3D 뼈분리 모델은 환자의 두경부 CT영상에서 관심영역에 해당하는 부위에 대한 각 뼈들이 분리된 3D 두경부 영상을 출력하는, 뼈분리단계; 뼈분리단계 후, 메인서버가 VR 수술계획실을 생성하되, VR 수술계획실은 원격으로 다수의 인원이 동시에 접속하도록 이루어진, VR 수술계획실 생성 및 접속단계; VR 수술계획실 생성 및 접속단계 후, 메인서버가, VR 공간 접속자의 VR HMD에 디스플레이된, 3D 두경부 영상에서, 이동자를 이용하여, 특정 부분을 선택하여, 3D 두경부 영상 상에서, 뼈를 자르거나, 뼈를 제거하거나, 뼈를 이동, 결합하거나, 뼈 내의 거리를 측정하는 것을 포함하는 수술 시뮬레이션이 진행되는, 환자의 수술계획 진행 단계; 환자의 수술계획 진행 단계에서 수술 시뮬레이션이 진행되어 얻어진 결과를, STL 파일 또는 OBJ 파일로 데이터베이스 또는 메모리부에 저장하는, 저장단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한, 본 발명의 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터의 구동방법을 컴퓨터로 실행하는 프로그램이 기록된 기록매체를 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 본 발명의 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터의 구동방법에서, 환자의 두경부 CT영상을, 기학습된, 인공지능(AI)을 적용한 3D 뼈분리 모델에 입력하고, 3D 뼈분리 모델은 환자의 두경부 CT영상에서 관심영역에 해당하는 부위에 대한 각 뼈들이 분리된 3D 두경부 영상을 출력하도록, 컴퓨터로 실행하는 프로그램이 기록된 기록매체를 특징으로 한다.
- [0022] VR 수술계획실은, 각 뼈들이 분리된 3D 두경부 영상에서, 소정 뼈의 한 점을 중심점으로 하여, VR 공간 접속자

에 의해, 상기 뼈를 회전시킬 수 있도록 이루어진다. VR 수술계획실은, VR 공간 접속자에 의해 소정 뼈의 한 점을 중심으로 하여 상기 뼈를 회전시킬 경우, X축, Y축, Z축 중의 하나를 회전축으로 하여, 상기 뼈를 회전시킨다.

[0023] VR 수술계획실은, 각 뼈들이 분리된 3D 두경부 영상에서, 프랭크퍼트 수평면(FHP) 또는 시상 기준면(SRP)을 표시하고, VR 공간 접속자에 의해 프랭크퍼트 수평면(FHP) 또는 시상 기준면(SRP)의 위치 및 방향을 조정할 수 있도록 이루어진다.

[0024] VR 수술계획실은, 각 뼈들이 분리된 3D 두경부 영상에서, 프랭크퍼트 수평면(FHP) 및 시상 기준면(SRP)을 표시하고, VR 공간 접속자에 의해 3D 두경부 영상의 위치 및 방향을 조정할 수 있도록 이루어진다.

[0025] VR 수술계획실은, 각 뼈들이 분리된 3D 두경부 영상에서, 랜드마크(Landmark)를, 자동으로 표시하거나, VR 공간 접속자에 의해 설정된 랜드마크를 표시할 수 있다.

[0026] 랜드마크는 전두비골봉합의 최상방점(nasion, Na), 상악골의 최전방점(anterior nasal spine, ANS), 전비극과 상악치조정점 사이 곡선의 최후방점("A" 점), 상악중절치의 백악법랑질경계선(치아 머리와 잇몸뼈 경계) 부위(superior prosthion, SPr 또는 PR), 최전방 상악중절치의 끝(Is, incision superius (U1)), 최전방 하악중절치의 끝(Ii, incision inferius (L1)), 하악 중절치의 백악법랑질경계선(치아 머리와 잇몸뼈 경계) 부위(Id, infradentale), 하악골 커브상에서 최후방점("B" 점), 턱끝의 외형선에서 최전방점(Pog, pogonion), 턱끝의 측면 영상 중에서 최전하방점(Gn, gnathion), 턱끝의 하악결합 외형선상에서 최하방점(Me, menton), 골성 경구개의 최후방점(PNS, posterior nasal spine), 안와의 최하방점(Or, orbitale), 하악 우각부의 최후하방점(Go, gonion), 외이공의 최상방점(Po, porion) 중 하나 이상에 표시되어질 수 있다.

[0027] VR 수술계획실은, 각 랜드마크의 이동한 거리 및 방향을 실시간으로 표시한다.

발명의 효과

[0028] 본 발명의 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터는, 환자의 두경부 CT영상을, 기학습된 뼈분리 인공지능 모델에 입력하면, 상기 뼈분리 인공지능 모델은, 환자의 두경부 CT영상에서 각 뼈들이 분리(분류)된 3D 영상을 출력하고, 제어부는 환자의 두경부 3D영상을 VR 공간상에, 각 뼈들이 분리가능하도록 결합된 두경부 3D영상 출력하고, 다수의 HMD를 착용한 의료인들을 VR 공간상에서 상기 두경부 3D영상의 뼈를 자르거나, 뼈를 제거하거나, 뼈를 이동, 결합하는 등의 수술 시뮬레이션을 행하도록 이루어져 있다.

[0029] 따라서, 본 발명은 보다 정확하고 빠른 시간에 뼈를 자르거나, 뼈를 제거하거나, 뼈를 결합하는 3D영상을 VR 공간상에 출력할 수 있으며, 다수의 의료전문인들과 협진하는 경우에, 각 의료전문인들이 공유된 VR 공간상의 두경부 3D영상에상에서 협력하여 뼈를 자르거나, 뼈를 제거하거나, 뼈를 결합하는 등의 시술과정의 시뮬레이션을 행할 수 있어, 보다 구체적이고 치밀하며 정밀/정확한 수술계획을 세울 수 있다.

[0030] 또한, 본 발명의 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터를 이용하여, 환자에게 수술계획에 대해 보다 알기 쉽고 구체적으로 설명할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명의 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터(10)를 개략적으로 설명하는 설명도이다.

도 2는 본 발명의 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터의 구동을 설명하는 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 뼈분리단계후의 3D 두경부 영상을, 메인서버를 통해 확인하거나 열람하는 화면을 나타낸다.

도 4는 VR 수술계획실을 생성하기 위한 화면이다.

도 5는 환자의 수술계획 진행 단계에서, VR 가상공간에 디스플레이된, 3D 두경부 영상을 확대/축소하는 화면을 나타낸다.

도 6a, 도 6b, 도 6c는 환자의 수술계획 진행 단계에서, 3D 두경부 영상에서 뼈를 절단하는 화면을 나타낸다.

도 7은 환자의 수술계획 진행 단계에서, 투명도를 설정하는 화면을 나타낸다.

도 8은 환자의 수술계획 진행 단계에서, 일부 파트는 삭제하는 화면을 나타낸다.

도 9는 환자의 수술계획 진행 단계에서, 3D 두경부 영상을 이동하는 화면을 나타낸다.

도 10은, 환자의 수술계획 진행 단계에서, VR 공간상에서 두 점간의 거리를 측정하는 화면을 나타낸다.

도 11은, 환자의 수술계획 진행 단계에서, 환자의 뼈 모양의 임플란트를 3D 두경부 영상과 매칭하는 영상의 일 예이다.

도 12는 VR 수술계획실에서, 각 뼈들이 분리된 3D 두경부 영상의 방향 재설정을 설명하는 도면이다.

도 13은 각 뼈들이 분리된 3D 두경부 영상에 표시되는 랜드마크의 위치를 설명하는 도면이다.

도 14는 VR 수술계획실에서, 각 뼈들이 분리된 3D 두경부 영상에 랜드마크를 수동으로 표시하는 경우를 설명하는 도면이다.

도 15는 CASS와 본 발명의 VR 수술계획 시뮬레이터의 비교 결과를 나타낸다.

도 16은 VR 공간상에서 두개골을 절단하는 경우를 설명하기위한 설명도이다.

도 17은 VR 공간상에서, 소정 뼈를 회전시키는 것을 설명하는 설명도이다.

도 18은 도 17에서 소정 뼈를 X축(빨강), Y축(초록), Z축(파랑) 각각을 회전축으로 하여, 회전시키는 것을 설명하는 설명도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 본 발명의 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터를 첨부된 도면을 사용하여 구체적으로 설명한다.

[0033] 도 1은 본 발명의 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터(10)를 개략적으로 설명하는 설명도이다.

[0034] 복수의 인원(이하 'VR 공간 접속자'라 함)이 VR HMD(설명 편의상 이하 HMD라 함)(100)를 착용하고, 메인서버(500)에 의해 생성된 VR 공간상에 접속하고, HMD(100)는 HMD제어부(링크박스)(150) 및 인터넷을 통해 메인서버(500)와 연결된다. 또한, VR 공간 접속자는 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스(200)를 구비해야 한다.

[0035] 메인서버(500)(또는 개인단말기)은, 데이터베이스 또는 메모리부로 부터, 기 저장된 환자의 두경부 CT영상을 읽어들이고, 메인서버(500)의 연산처리부(미도시)는, 기 저장된 환자의 두경부 CT영상을, 기학습된, 인공지능(AI)을 적용한 3D 뼈분리 모델에 입력하고, 3D 뼈분리 모델은 환자의 두경부 CT영상에서 관심영역에 해당하는 부위에 대한 각 뼈들이 분리된 3D 두경부 영상을 출력한다.

[0036] 메인서버(500)는 VR 가상공간인, VR 수술계획실을 생성하고, VR 수술계획실에 각 뼈들이 분리된 3D 두경부 영상을 출력하고, VR 공간 접속자는, 각자의 HMD에 디스플레이되는 뼈들이 분리된 3D 영상을 통해 환자를 진단하고, HMD에 디스플레이되는 뼈들이 분리된 3D 영상에서 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스를 사용하여 상기 3D영상의 뼈를 자르거나, 뼈를 제거하거나, 뼈를 이동, 결합하는 등의 수술 계획을 진행한다. 여기서 메인서버(500)는 컴퓨터로 이루어진다.

[0037] 도 2는 본 발명의 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터의 구동을 설명하는 흐름도이다.

[0038] 뼈분리단계로, HMD와 메인서버(또는 개인단말기)가 연동되어, 데이터베이스 또는 메모리부로 부터 읽어들이고, 기 저장된 환자의 두경부 CT영상을 읽어들이고, 메인서버의 연산처리부는, 기 저장된 환자의 두경부 CT영상을, 기학습된, 인공지능(AI)을 적용한 3D 뼈분리 모델에 입력하고, 3D 뼈분리 모델은 환자의 두경부 CT영상에서 관심영역에 해당하는 부위에 대한 각 뼈들이 분리된 3D 두경부 영상을 출력한다(S110). 즉, 3D 뼈분리 모델은 각 뼈들이 3D로 분리가능하도록 이루어진 3D 두경부 영상을 출력한다.

[0039] 여기서, 관심영역은 상악과 하악을 포함하는 영역으로, 공장출하시 설정된 영역이거나, 사용시 설정된 영역일 수 있다.

[0040] 3D 뼈분리 모델은, 합성곱 신경망(CNN) 기반의 U-NET 알고리즘을 사용하여 학습 수행하되, 두경부를 촬영한 CT영상과 두경부 관심 영역에 해당하는 뼈 부위를 라벨링한 결과를 학습 데이터로 입력한다. 즉, 환자의 두경부 CT영상과, 의료전문인에 의해 뼈를 분류한 환자의 3D 두경부 영상을, 쌍으로 입력하여 학습을 진행할 수 있다. 여기서, 구강악안면 수술을 위해, 뼈 부위를 라벨링은, 상악, 하악 두가지 부위로 분류된다.

[0041] 즉, 환자의 의료영상이 3D 뼈분리 모델에 입력에 넣으면, 3D 뼈분리 모델로부터 관심영역에 해당하는 부위에 대한 뼈가 분할된 결과가 출력되며, 이렇게 뼈가 분할된 결과는 STL 파일, OBJ 파일 등의 3D 모델(3D 영상)로 변환 가능하다.

- [0042] 서버 업로드단계로, 뼈분리단계에서 개인단말기(또는 서버)의 연산처리부는 관심영역에 해당하는 부위에 대한 각 뼈들이 분리된 3D 영상을 메인서버에 업로드한다(S120).
- [0043] VR 수술계획실 생성 및 접속단계로, 메인서버는 VR 수술계획실을 생성하고, VR 수술계획실에 원격으로 다수의 인원이 동시에 접속하되, 상기 다수의 인원은 HMD(VR HMD, Head Mounted Display, 머리 장착형 디스플레이)와, 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스를 구비해야 한다(S130).
- [0044] 메인서버에서 생성된 VR 수술계획실에 원격으로 다수의 인원이 VR HMD를 사용하여 동시 접속 가능하며, 최대 10명까지 접속가능하되, 수술계획실에는 주로 구강악안면 전문의와 임플란트를 설계하는 임플란트 디자이너/엔지니어가 접속한다. 여기서 임플란트는 치아 임플란트가 아닌 골절, 골결손 등의 질환 시 뼈를 대체하는 임플란트 혹은 양악수술 후 뼈를 고정하는 고정피스 등을 말한다.
- [0045] 경우에 따라서, 지방에 있는 환자에 대하여 1~2차 병원 의사와 대학병원 의사가 같이 접속하여 환자 진단 등을 수행할 수 있다.
- [0046] 환자의 수술계획 진행 단계로, VR 수술계획실 생성 및 접속단계에서 생성된 VR 수술계획실에 서버 업로드단계에서 업로드된 뼈들이 분리된 3D 영상을 HMD를 통해 디스플레이하며, VR 수술계획실 생성 및 접속단계에서 접속된, 다수의 인원은, HMD에 디스플레이되는 뼈들이 분리된 3D 영상을 통해 환자를 진단하고, HMD에 디스플레이되는 뼈들이 분리된 3D 영상에서 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스를 사용하여 상기 3D영상의 뼈를 자르거나, 뼈를 제거하거나, 뼈를 이동, 결합하는 등의 수술 계획을 진행한다(S150).
- [0047] 첫째로, 환자의 수술계획 진행 단계에서는, 각 접속자는 구강악안면 3D 두정부 영상(3D 모델)을 자유자재로 절단 및 이동할 수 있다.
- [0048] 즉, 접속자들의 편의를 위하여 뼈들이 분리된 3D 두정부 영상의 크기를 확대/축소할 수 있으며, 절단은 손에 달린 평면으로 절단할 수 있다. 즉, 접속자는 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스를 움직임에 따라, HMD 상의 절단 이동자를 움직여서, 3D 두정부 영상에서 특정부위를 절단할 수 있다. 또는 접속자는 HMD에 디스플레이된 공간상에 특정 위치를 선택하여 3개의 점을 만들어 임의의 평면으로 절단할 수 있다.
- [0049] 또한, 접속자들은 HMD 상에서 절단된 각 파트를 별도로 움직일 수 있으며, 파트별로 잠금/해제를 통해 이동이 되지 않도록 할 수도 있고, 파트별로 별도의 투명도를 설정할 수 있고, 일부 파트는 삭제할 수 있다.
- [0050] 접속자들은 HMD 상에서 뼈를 이동할 경우, 격자를 사용하여 0.1~0.5mm간격으로 x,y,z축 이동이 가능하다.
- [0051] 둘째로, 환자의 수술계획 진행 단계에서는, HMD 상의 VR 공간상에서 두 점간의 거리를 측정할 수 있다.
- [0052] 셋째로, 환자의 수술계획 진행 단계에서는, 엔지니어가 설계한 임플란트의 3D 영상(모델)도 함께 로드하여 환자의 골격과 함께 매칭하는 것이 가능하며, 이를 통해 수술계획을 행하는 것이 가능하다.
- [0053] 넷째로, 환자의 수술계획 진행 단계에서는, 접속자가, 환자의 뼈 모양에 맞추어 임플란트가 정확히 설계되었는지 확인하기 위하여, HMD 상의 VR 공간상에서 환자의 뼈와 임플란트를 매칭시켜볼 수 있으며, 충돌 부위가 있는 경우 겹쳐진 부분을 빨간색 등 별도의 색으로 표시하여 수정해야할 부분을 확인할 수 있다.
- [0054] 다섯째로, 환자의 수술계획 진행 단계에서는, 접속자는 HMD 상의 VR 공간상에서 수술계획에 따른 절단/이동등을 수행하기 전과 후의 3D 두정부 영상을 반투명하게 겹쳐서 비교해볼 수 있다.
- [0055] 저장단계로, HMD 상의 VR 공간상에서 진행한 수술계획에 대하여, 접속자는 환자의 뼈를 절단, 이동, 일부 삭제한 것을 반영하여 3D 두정부 영상(모델)을 STL, OBJ 등으로 데이터베이스 또는 메모리부에 별도 저장 가능하다. 저장된 파일을 통해 접속자는 전문 3D 설계 프로그램으로 임플란트의 설계, 수정을 진행할 수 있다(S160).
- [0056] 도 3은 본 발명의 뼈분리단계후의 3D 두정부 영상을, 메인서버를 통해 확인하거나 열람하는 화면을 나타내고, 도 4는 VR 수술계획실을 생성하기 위한 화면이다. 생성된 수술계획실에 다수의 인원(임플란트 디자이너, 엔지니어, 의사)이 동시에 접속하여 수술계획 진행이 가능하다.
- [0057] 도 5는 환자의 수술계획 진행 단계에서, VR 가상공간에 디스플레이된, 3D 두정부 영상을 확대/축소하는 화면을 나타낸다. 도 5에서와 같이, VR 가상공간 접속자가, 이동자를 이용하여 스케일을 크게하거나 작게하는 것을 선택하면, 3D 두정부 영상이 확대/축소된다.
- [0058] 도 6a, 도 6b, 도 6c는 환자의 수술계획 진행 단계에서, 3D 두정부 영상에서 뼈를 절단하는 화면을 나타낸다.

- [0059] 절단시, 손에 달린 평면을 통하여 절단하거나, 이동자(도 6의 원형뿔)을 이용하여 공간상에 특정 위치를 선택하여 3개의 점을 통해 평면을 생성하여 절단 가능하며, 절단된 파트는 별도의 색상으로 표시되어 부분별 구분이 용이하다(도 6c 참고). 또한, 절단된 파트는 개별로 이동이 가능하며 파트별로 잠금/해제를 통해 보다 용이하게 수술계획이 가능하다.
- [0060] 도 7은 환자의 수술계획 진행 단계에서, 투명도를 설정하는 화면을 나타낸다.
- [0061] 3D 두정부 영상에서, 파트별로, 즉, 소정 부위 또는 소정 뼈를, 투명도를 설정할 수 있도록 이루어져 있다.
- [0062] 도 8은 환자의 수술계획 진행 단계에서, 일부 파트는 삭제하는 화면을 나타낸다.
- [0063] 도 9는 환자의 수술계획 진행 단계에서, 3D 두정부 영상을 이동하는 화면을 나타낸다.
- [0064] 3D 두정부 영상(모델)의 이동은 핸드 모션 컨트롤러(그랩)으로 물건을 잡고 움직이듯이 자유롭게 움직이거나, 또는 0.1~0.5mm 간격으로 이동시킬 수 있다. 이동된 모델은 x,y,z 방향 이동거리, yaw,pitch,roll 회전각도 6Dof를 볼 수 있다.
- [0065] 도 10은, 환자의 수술계획 진행 단계에서, VR 공간상에서 두 점간의 거리를 측정하는 화면을 나타낸다.
- [0066] 도 11은, 환자의 수술계획 진행 단계에서, 환자의 뼈 모양의 임플란트를 3D 두정부 영상과 매칭하는 영상의 일 예이다.
- [0067] 환자의 뼈 모양에 맞추어 임플란트가 정확히 설계되었는지 확인하기 위하여 매칭시켜 볼 수 있으며, 충돌 부위가 있는 경우 겹쳐진 부분을 빨간색 등 별도의 색상으로 표시하여 수정해야할 부분을 확인할 수 있다.
- [0068] 본 발명은, VR 수술계획실에서, 각 뼈들이 분리된 3D 두정부 영상을 불러온 후, 3D 두정부 영상의 방향 재설정(Reorientation, 리오리엔테이션)이 가능하다. 즉, 프랭크퍼트 수평면(Frankfort Horizontal Plane, FHP)과 시상 기준면(Sagittal Reference Plane, SRP)의 조정이 가능하며, 두개골(Skull)을 회전하여 조정할 수 있다. 특히 양악 수술시 프랭크퍼트 수평면(FHP)과 시상 기준면(SRP)의 조정이 중요하다.
- [0069] 도 12는 VR 수술계획실에서, 각 뼈들이 분리된 3D 두정부 영상의 방향 재설정을 설명하는 도면이다.
- [0070] 도 12의 (a)는 프랭크퍼트 수평면(FHP)을 조정하는 일예의 화면을 나타내고, 도 12의 (b)는 시상 기준면(SRP)의 조정하는 일예의 화면을 나타내고, 프랭크퍼트 수평면(FHP)과 시상 기준면(SRP)을 나타낸 상태에서 두개골을 조정하는 일예의 화면을 나타낸다.
- [0071] 본 발명은, VR 수술계획실에서, 각 뼈들이 분리된 3D 두정부 영상에 랜드마크(Landmark)를 자동 또는 수동으로 표시할 수 있다. 두개골의 랜드마크로서, 전두비골봉합의 최상방점(nasion, Na), 상악골의 최전방점(anterior nasal spine, ANS), 전비극과 상악치조정점 사이 곡선의 최후방점("A" 점), 상악중절치의 백악법랑질경계선(치아 머리와 잇몸뼈 경계) 부위(superior prosthion, SP_r 또는 PR), 최전방 상악중절치의 끝(Is, incision superius (U1)), 최전방 하악중절치의 끝(Ii, incision inferius (L1)), 하악 중절치의 백악법랑질경계선(치아 머리와 잇몸뼈 경계) 부위(Id, infradentale), 하악골 커브상에서 최후방점("B" 점), 턱끝의 외형선에서 최전방점(Pog, pogonion), 턱끝의 측면 영상 중에서 최전하방점(Gn, gnathion), 턱끝의 하악결합 외형선상에서 최하방점(Me, menton), 골성 경구개의 최후방점(PNS, posterior nasal spine), 안와의 최하방점(Or, orbitale), 하악 우각부의 최후하방점(Go, gonion), 외이공의 최상방점(Po, porion)에 랜드마크를 표시할 수 있다.
- [0072] 도 13은 각 뼈들이 분리된 3D 두정부 영상에 표시되는 랜드마크의 위치를 설명하는 도면이고, 도 14는 VR 수술계획실에서, 각 뼈들이 분리된 3D 두정부 영상에 랜드마크를 수동으로 표시하는 경우를 설명하는 도면이다.
- [0073] 도 14의 (a)는 VR 수술계획실에서 각 뼈들이 분리된 3D 두정부 영상에 랜드마크를 수동으로 표시하는 도구를 나타내는 화면이고, 도 14의 (a)는 VR 수술계획실에서 두개골에 랜드마크를 수동으로 표시하는 일예이다.
- [0074] VR 수술계획실에서, 가상 수술전후의 각 랜드마크의 이동거리 및 방향을 실시간으로 확인할 수 있다. 즉, 수술시 소정 랜드마크가 어느 방향으로 얼마 만큼 움직였는가는 중요하다.
- [0075] 본 발명의 VR 수술계획 시뮬레이터의 효율성을 평가하기 위하여 기존의 CASS(Computer-Aided Surgical Simulation) 소프트웨어의 비교평가를 수행하였으며, 정량적 비교결과(n=3)로서, CASS와 본 발명의 VR 수술계획 시뮬레이터의 랜드마크별 평균 오차로 비교하면, 전폐 평균은 0.79mm (Max:1.02, Min: 0.48)로, 본 발명의 VR 수술계획 시뮬레이터는 CASS와 거의 같은 수준의 결과를 출력할 수 있음을 알 수 있다.

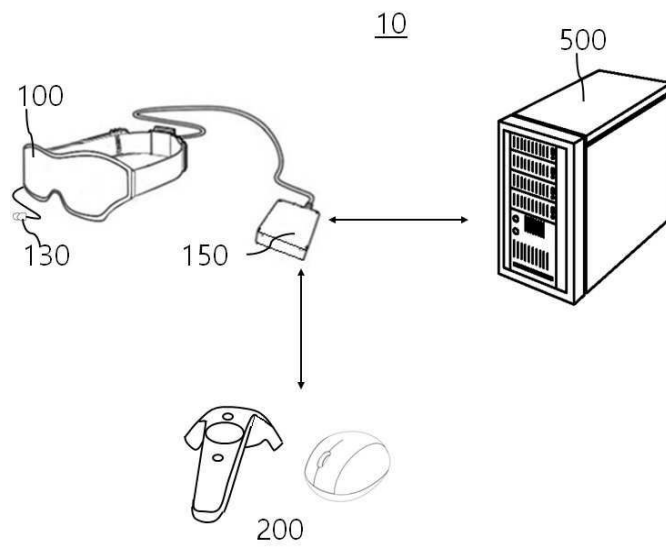
- [0076] 도 15는 CASS와 본 발명의 VR 수술계획 시뮬레이터의 비교 결과를 나타낸다.
- [0077] 도 15는 각 랜드마크 별 오차를 색으로 나타낸 것으로, 오차가 0인 경우를 초록색으로 나타내었으며, 오차값이 양의 값을 가지며 그 크기가 클수록 더 주황색으로 나타내며, 오차값이 음의 값을 가지며 그 크기가 클수록 더 파랑색을 나타내게 하였다.
- [0078] 도 16은 VR 공간상에서 두개골을 절단하는 경우를 설명하기위한 설명도이다.
- [0079] 도 16의 (a)는 '두개골 절단(Skull절단)' 스위치를 선택하는 화면이고, 도 16의 (b)는 절단 이동자를 이용하여 절단하는 면을 생성하기 위한 3점을 찍는 화면이고, 도 16의 (C)는 절단에 앞서, 절단면을 확인하는 화면이다.
- [0080] 즉, VR 공간상에서, '두개골 절단(Skull절단)' 스위치를 선택하면, 화면상 절단 이동자가 생성되고, 절단 이동자를 이용하여 두개골 상에 3점을 찍어 절단하고자 하는 면을 생성하고, 절단면을 확인한 후, '절단' 스위치를 선택하여 절단면을 절단하게 된다.
- [0081] 만약 VR 공간상에서, 절단되어 잘라진 뼈를 버리고자 할 경우는, VR 공간상의 휴지통에 상기 뼈를 버리면 된다. 또한, 다수의 절단된 뼈들을 서로 묶어, 하나로 움직이게 할 수 있도록 그룹화를 행할 수 있다.
- [0082] 본 발명은 VR 공간상에서, 분리된 뼈는, 고정된 한 점을 기준으로 회전이 가능하다.
- [0083] 도 17은 VR 공간상에서, 소정 뼈를 회전시키는 것을 설명하는 설명도이다.
- [0084] 도 17의 (a)는 절단하여 분리되어 있는 뼈(70)에서, 회전의 중심점(고정점)인, 한 점을 설정하는 것을 나타내며, 도 17의 (b)는 선택된 중심점을 기준으로 회전하기 위한 회전축을 선택하는 것을 나타내며, 도 17의 (c)는 선택된 회전축에 따라 회전을 행한 후를 나타내는 것으로, 회전을 행한 결과를 6 자유도(DOF)에 따라 나타내어, X, Y, Z, 요(Yaw), 피치(Pitch), 롤(Roll)로 나타낸다.
- [0085] 도 18은 도 17에서 소정 뼈를 X축(빨강), Y축(초록), Z축(파랑) 각각을 회전축으로 하여, 회전시키는 것을 설명하는 설명도이다.
- [0086] 도 18의 (a)는 소정 뼈(70)를 X축(빨강)을 회전축으로 하여 회전하는 것을 설명하며, 도 18의 (b)는 소정 뼈(70)를 Y축(초록)을 회전축으로 하여 회전하는 것을 설명하며, 도 18의 (c)는 소정 뼈(70)를 Z축(파랑)을 회전축으로 하여 회전하는 것을 설명한다. 이렇게 회전함으로써 인해, 소정 뼈(70)는 일단이 안으로 들어가거나, 앞으로 돌출될 수 있다. 이는 양악 수술등에 많이 적용될 수 있다.
- [0087] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 이는 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명 사상은 아래에 기재된 특허청구범위에 의해서만 파악되어야 하고, 이의 균등 또는 등가적 변형 모두는 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

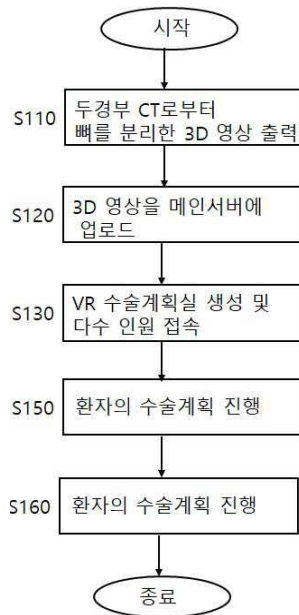
- [0088] 10: 가상현실 구강악안면 수술계획 시뮬레이터
- 100: HMD 150: HMD제어부
- 200: 핸드 모션 컨트롤러 또는 마우스
- 500: 메인서버

도면

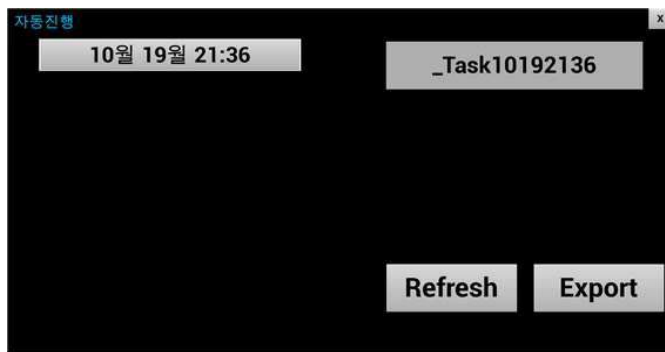
도면1



도면2



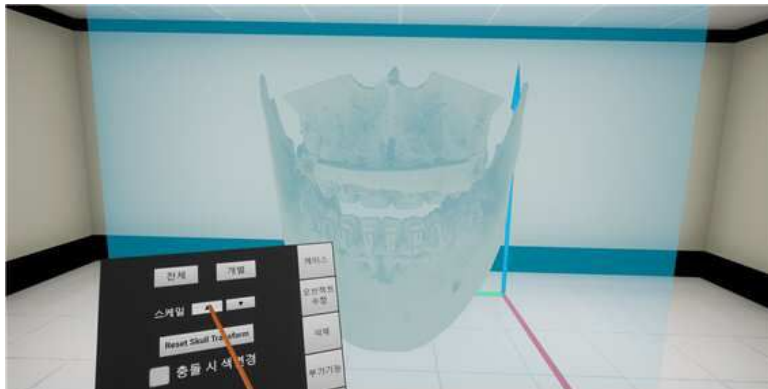
도면3



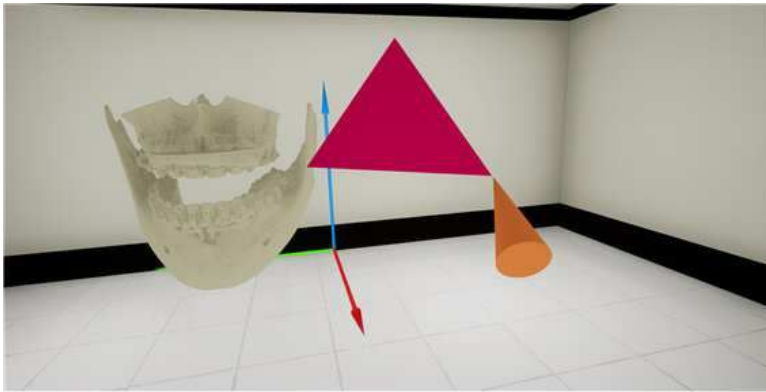
도면4



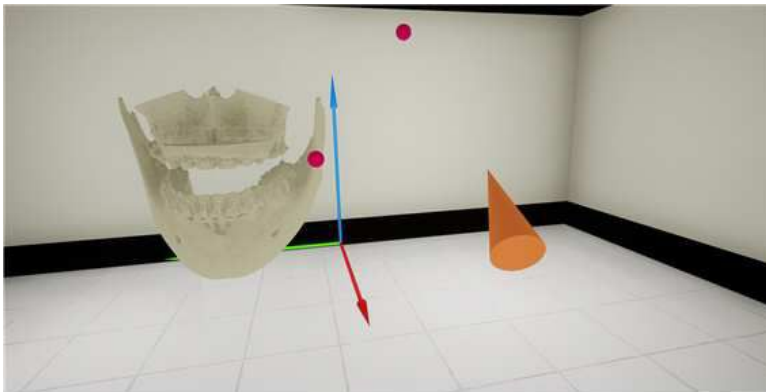
도면5



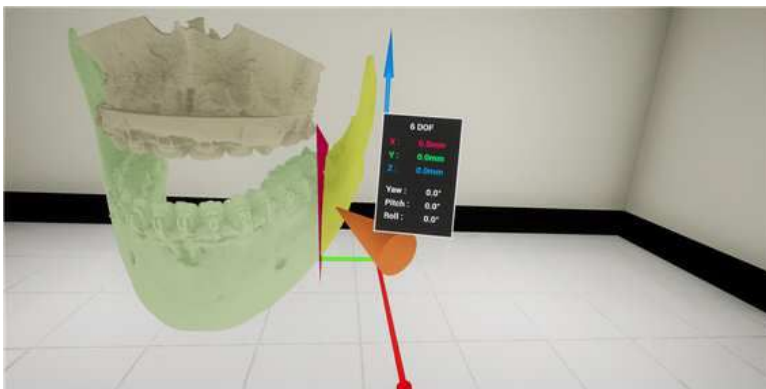
도면6a



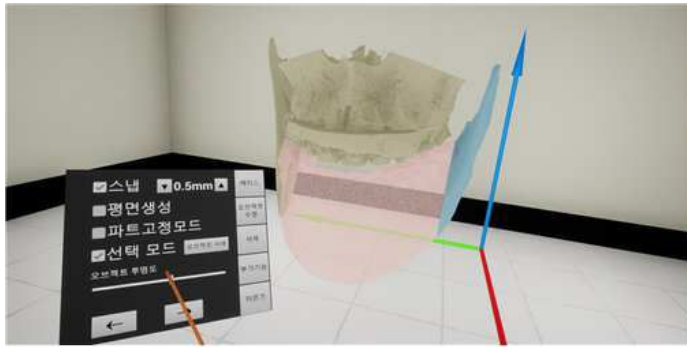
도면6b



도면6c



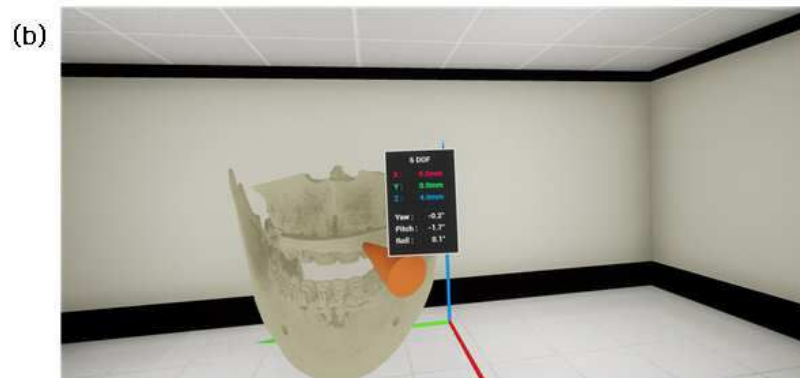
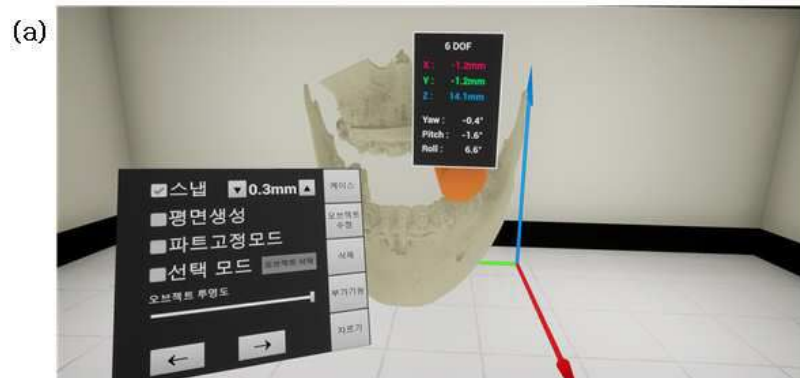
도면7



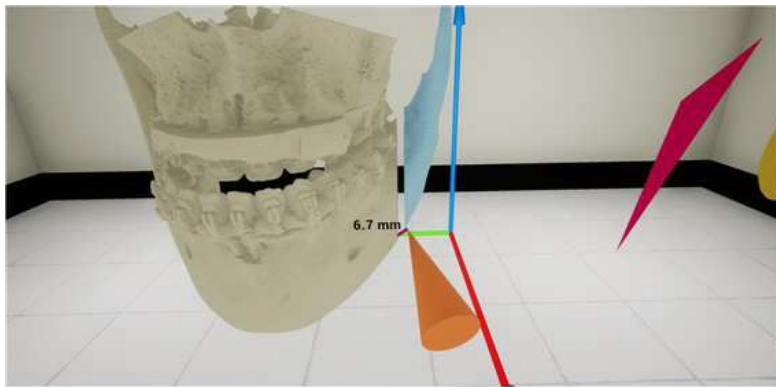
도면8



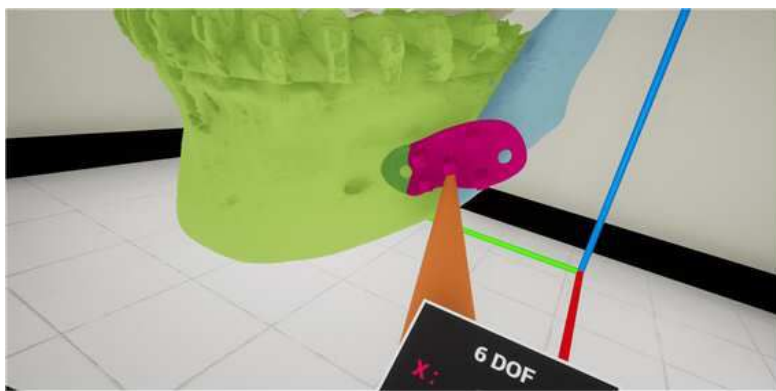
도면9



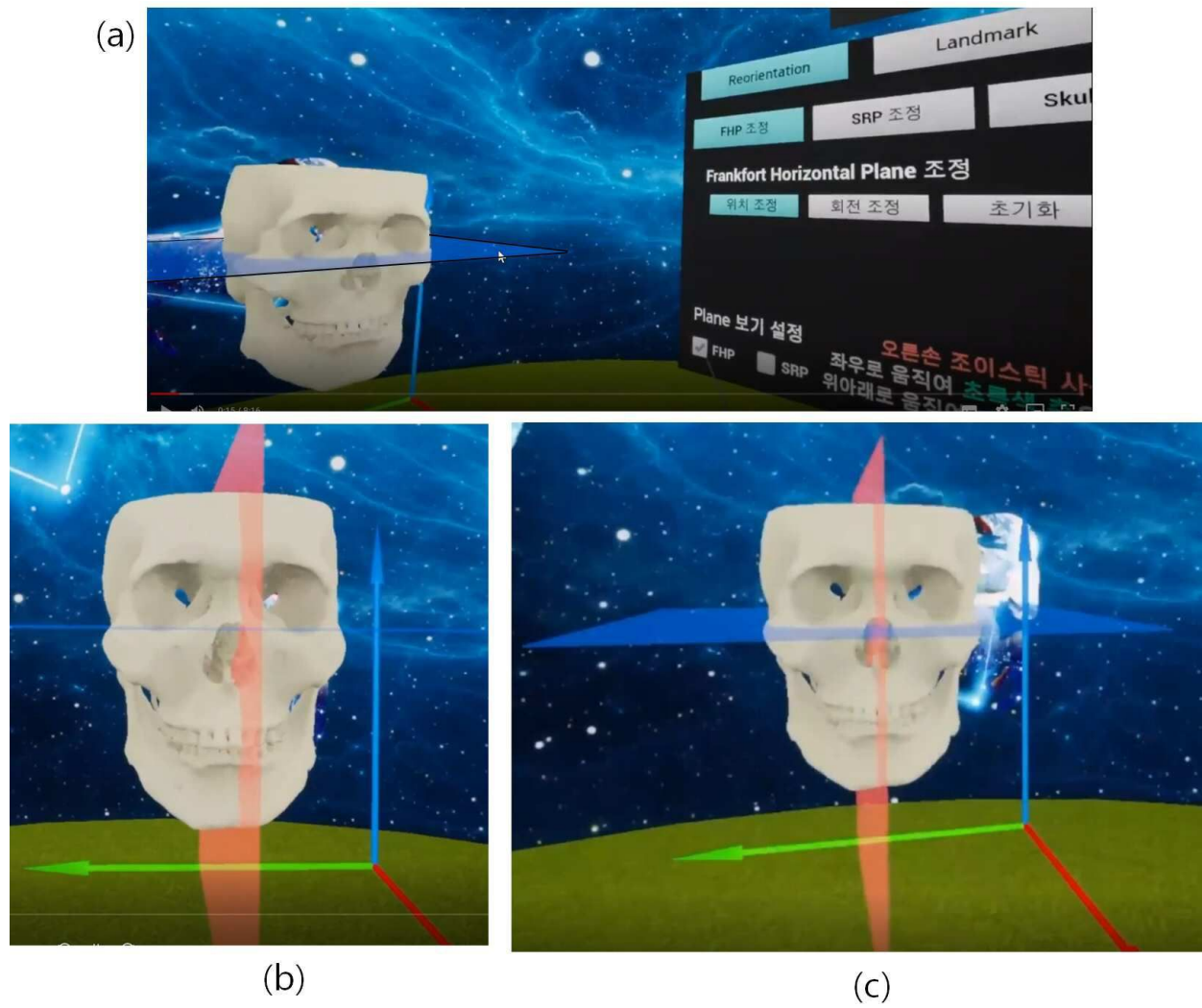
도면10



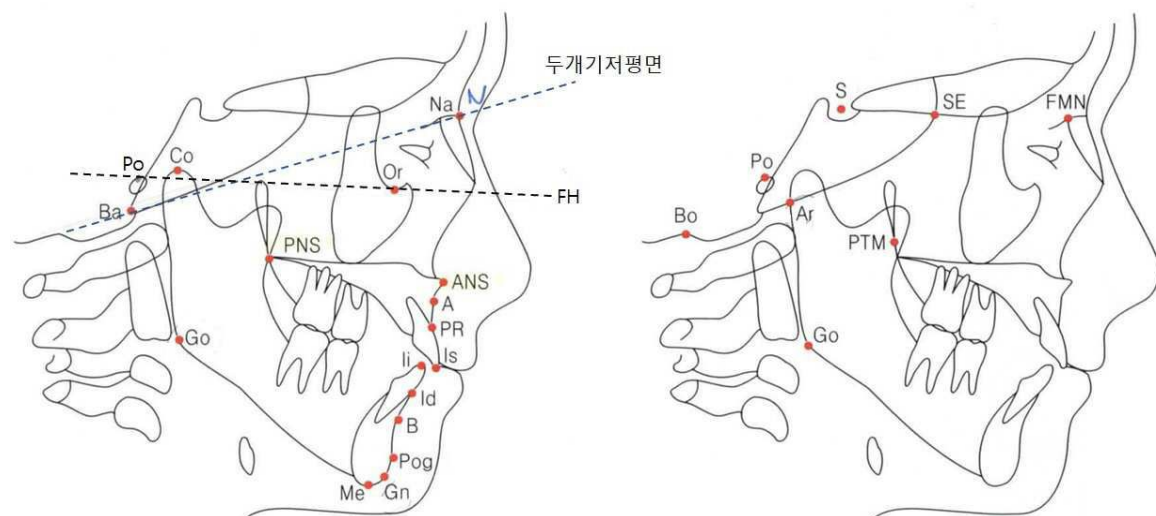
도면11



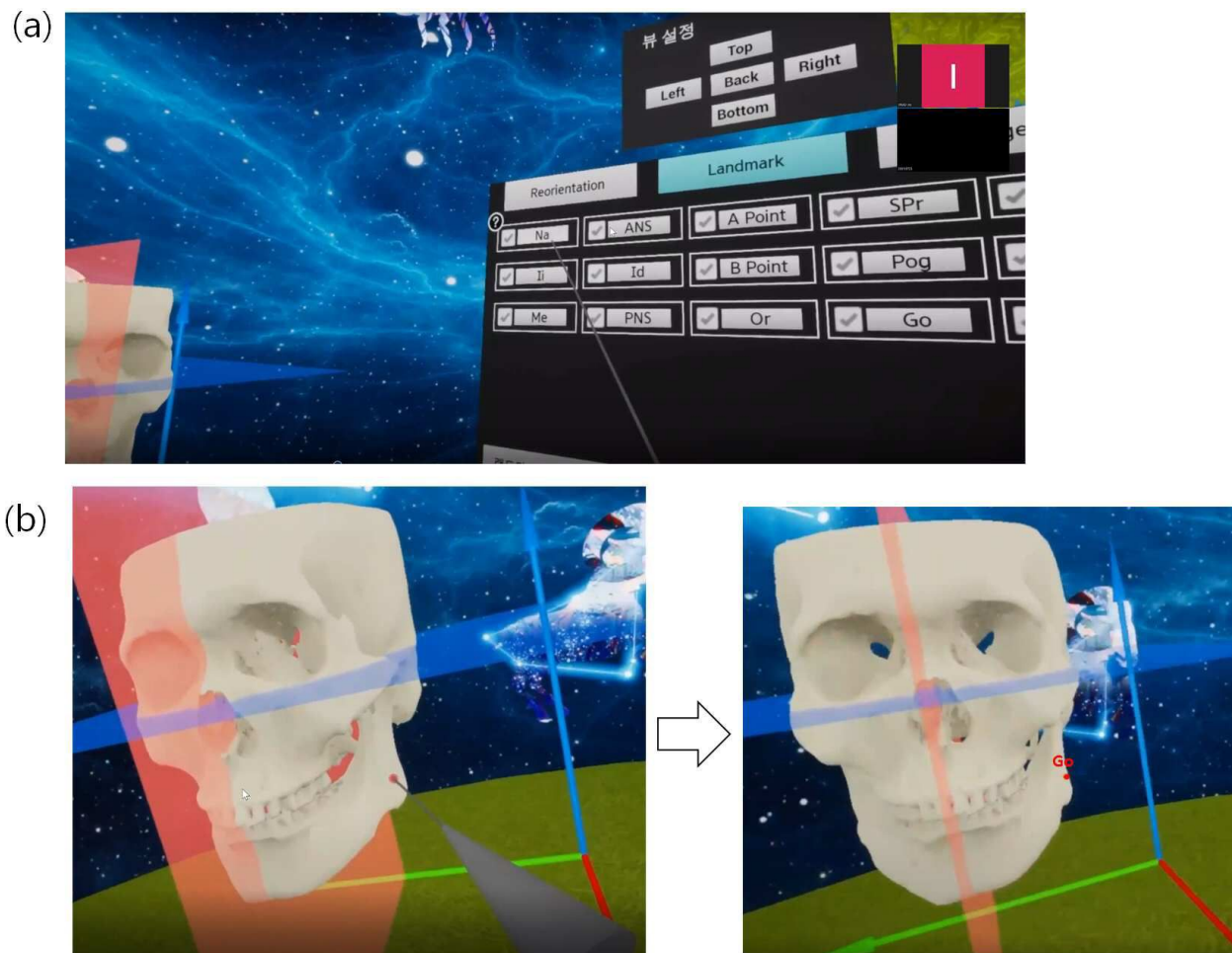
도면12



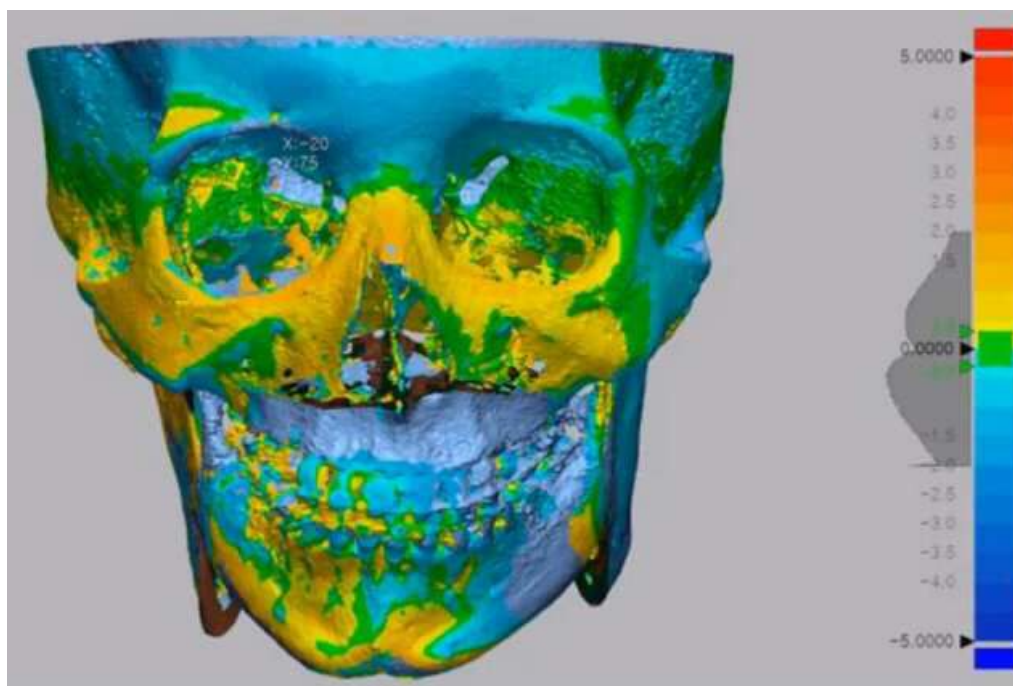
도면13



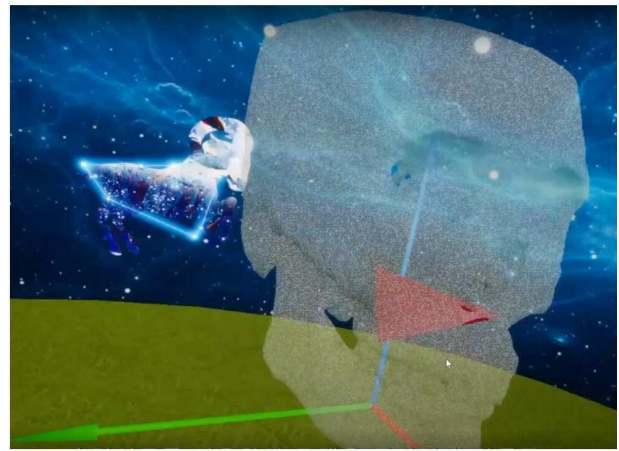
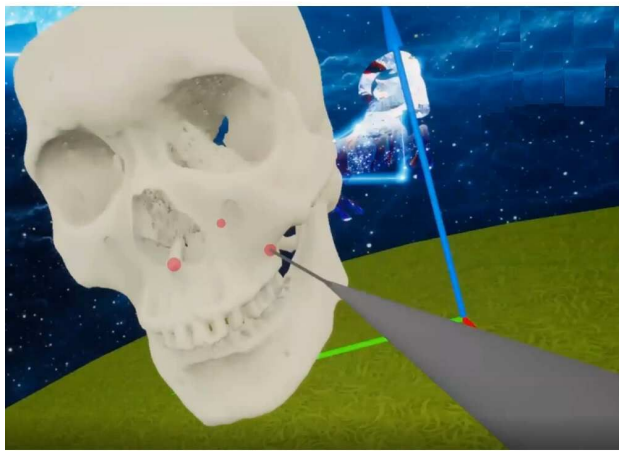
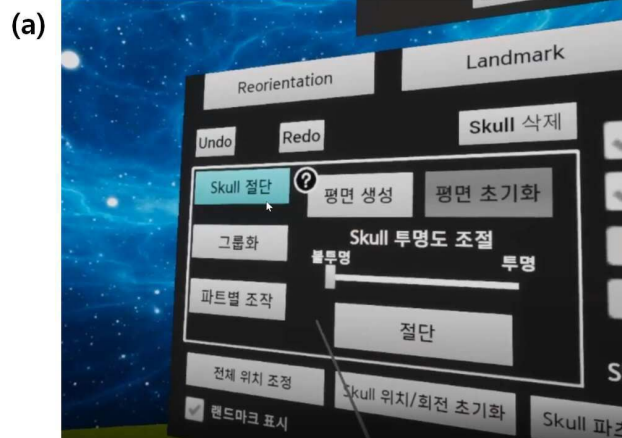
도면14



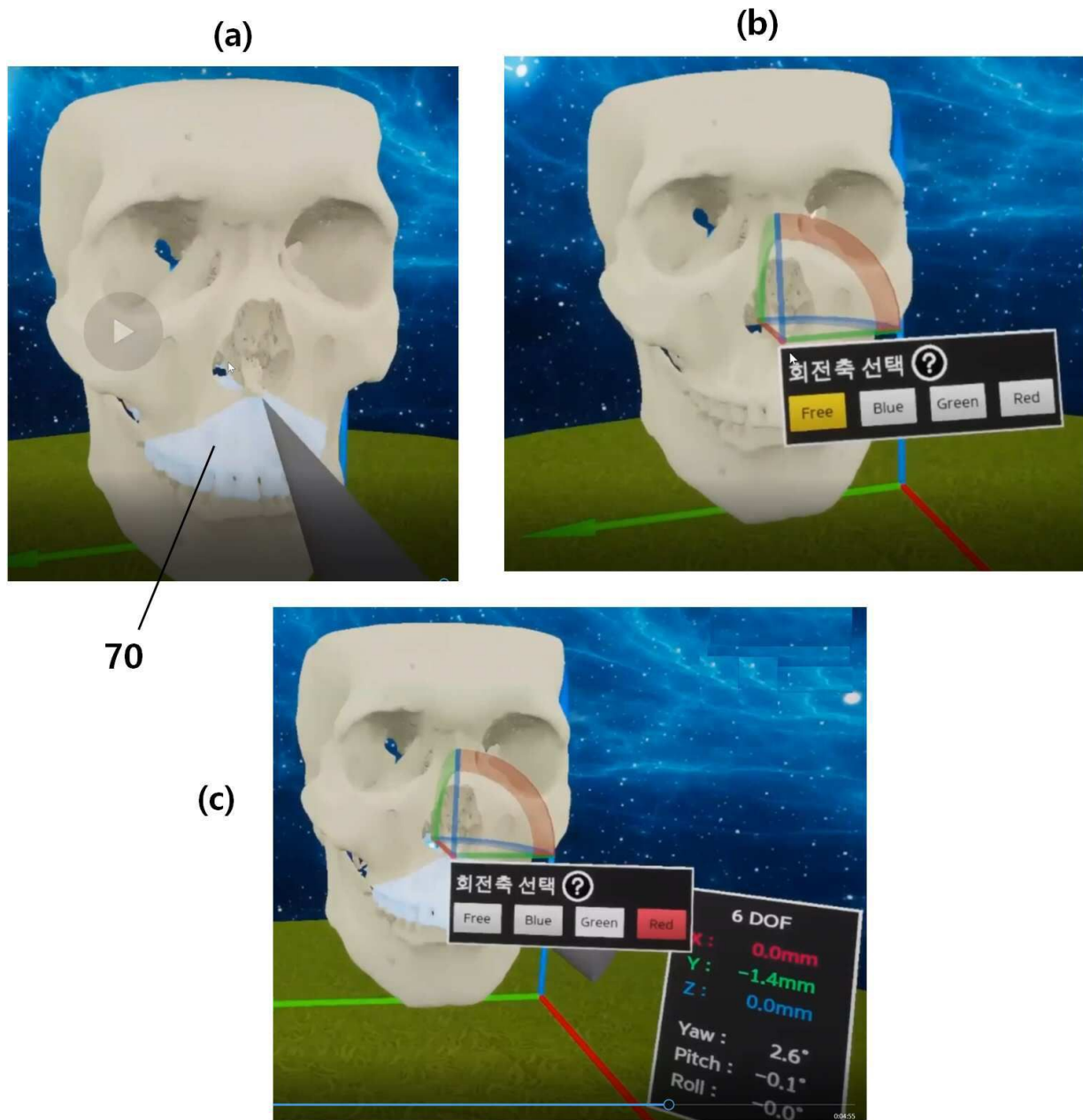
도면15



도면16



도면17



도면18

