



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0075305
(43) 공개일자 2013년07월05일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61C 11/02 (2006.01) A61B 17/56 (2006.01)
A61C 19/05 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2011-0143624
(22) 출원일자 2011년12월27일
심사청구일자 2011년12월27일
- (71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 서석동 375 조선대학교 내
- (72) 발명자
임성훈
광주광역시 동구 운림동 27, 101동 1303호
- (74) 대리인
송해모, 김은구

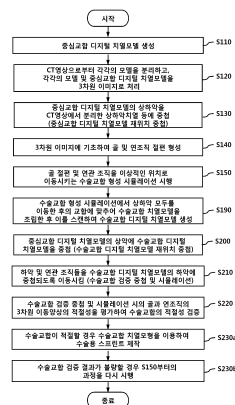
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 약교정 수술 시뮬레이션 방법, 그 기록매체 및 장치

(57) 요약

약교정 수술 시뮬레이션 방법, 그 기록매체 및 장치가 개시된다. 본 발명의 실시예에 따른 약교정 수술 시뮬레이션 방법은, 하악만 수술하는 경우를 예를 들면, 환자의 구강내에 인상채득을 실행하여 얻은 실모형을 이용하여 중심교합 상태로 조립된 상하악 모델, 상악 모델 및 하악 모델 각각을 스캔한 후, 스캔된 영상의 각각을 조립하여 중심교합 디지털 치열모형을 생성하는 단계; 환자의 CT영상으로부터 연조직, 골, 치아, 교정용 브라켓 및 수술용 후크 중 적어도 하나를 포함하는 모델을 분리하고, 분리된 각각의 상기 모델 및 상기 중심교합 디지털 치열모형을 3차원 이미지로 처리하는 단계; 생성된 상기 중심교합 디지털 치열모형의 상하악을 상기 CT영상에서 분리한 상하악 치열 및 교정용 브라켓 및 수술용 후크, 구개면 연조직에 중첩하는 중심교합 디지털 치열모형 재위치 중첩 단계; 상기 처리단계에 의해 3차원 이미지로 처리된 약골 및 연조직을 예상 골절단선을 따라 분절하여 수술 시 이동될 골 절편을 형성하는 단계; 중심교합 디지털 치열모형 및 여기에 부착된 하악골 원심절편, 상기 교정용 브라켓 및 수술용 후크, 연조직 등을 이동시키는 수술교합 형성 시뮬레이션 단계; 시뮬레이션된 상하악 치열모형의 교합관계에 맞추어 실모형을 조립하여 수술교합 치열모형을 형성하며, 형성된 수술교합 치열모형을 스캔하여 수술교합 디지털 치열모형을 생성하는 단계; 이전 과정에서 CT 영상에서 분리한 치열에 중첩된 바 있는 중심교합 디지털 치열모형의 상악에 수술교합 디지털 치열모형을 중첩하는 수술교합 디지털 치열모형 재위치 중첩 단계; 및 중첩된 수술교합 디지털 치열모형의 하악에 중심교합 디지털 치열모형의 하악을 이동시켜 중첩하며, 이때 여기에 부착된 하악골 원심 절편 및 연관 조직을 함께 이동시켜 그 결과를 평가함으로써 수술교합의 적절성을 검증하는 수술교합 검증 중첩 및 시뮬레이션 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1a



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	B0008940
부처명	지식경제부
연구사업명	지역혁신센터사업
연구과제명	치과용 정밀장비 및 부품지역혁신센터
주관기관	조선대학교 산학협력단
연구기간	2011.03.01 ~ 2012.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

하악만 수술하는 경우에 있어서 환자의 구강내에 인상채득을 실행하여 얻은 실모형을 이용하여 중심교합 상태로 조립된 상하악 모델, 상악 모델 및 하악 모델 각각을 스캔한 후, 스캔된 영상의 각각을 조립하여 중심교합 디지털 치열모형을 생성하는 단계;

상기 환자의 CT영상으로부터 연조직, 골, 치아, 교정용 브라켓 및 수술용 후크 중 적어도 하나를 포함하는 모델을 분리하고, 분리된 각각의 상기 모델 및 상기 중심교합 디지털 치열모형을 3차원 이미지로 처리하는 단계;

생성된 상기 중심교합 디지털 치열모형의 상하악을 상기 CT영상에서 분리한 상하악 치열 및 교정용 브라켓 및 수술용 후크, 구개면 연조직에 중첩하는 중심교합 디지털 치열모형 재위치 중첩 단계;

상기 처리단계에 의해 3차원 이미지로 처리된 악골 및 연조직을 예상 골절단선을 따라 분절하여 수술시 이동될 골 절편을 형성하는 단계;

중심교합 디지털 치열모형 및 여기에 부착된 하악골 원심절편, 상기 교정용 브라켓 및 수술용 후크, 연조직 등을 이동시키는 수술교합 형성 시뮬레이션 단계;

시뮬레이션된 상하악 치열모형의 교합관계에 맞추어 실모형을 조립하여 수술교합 치열모형을 형성하며, 형성된 수술교합 치열모형을 스캔하여 수술교합 디지털 치열모형을 생성하는 단계;

이전 과정에서 CT 영상에서 분리한 치열에 중첩된 바 있는 중심교합 디지털 치열모형의 상악에 수술교합 디지털 치열모형을 중첩하는 수술교합 디지털 치열모형 재위치 중첩 단계; 및

중첩된 수술교합 디지털 치열모형의 하악에 중심교합 디지털 치열모형의 하악을 이동시켜 중첩하며, 이때 여기에 부착된 하악골 원심 절편 및 연관 조직을 함께 이동시켜 그 결과를 평가함으로써 수술교합의 적절성을 검증하는 수술교합 검증 중첩 및 시뮬레이션 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 악교정 수술 시뮬레이션 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상하악을 모두 수술하는 양악 수술의 경우에는 수술교합 형성 시뮬레이션 시행 후 수술교합 디지털 치열모형의 중첩 전에, 상악만 수술 시뮬레이션으로 움직이고 하악은 아직 움직이지 않은 상태의 교합 상태와 같이 중간교합 치열모형을 조립하는 단계;

중간교합 치열모형을 스캔하여 중간교합 디지털 치열모형을 제작하는 단계;

중간교합 디지털 치열모형을 이전 과정에서 CT 영상에서 분리한 치열에 중첩된 바 있는 중심교합 디지털 치열모형의 하악에 중간교합 디지털 치열모형을 중첩하는 중간교합 디지털 치열모형 재위치 중첩 단계; 및

중첩된 수술교합 디지털 치열모형의 하악에 중심교합 디지털 치열모형의 하악을 이동시켜 중첩하며, 이때 하악골 원심 절편 및 여기에 부착된 조직들을 함께 이동시켜 중간교합의 적절성을 검증하는 중간교합 검증 중첩 및 시뮬레이션 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 악교정 수술 시뮬레이션 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 수술교합 디지털 치열모형을 상기 상악 모델에 중첩하고, 상기 수술교합 디지털 치열모형의 하악 모델에 맞춰 기존의 상기 하악 모델, 상기 연조직, 상기 교정용 브라켓 및 수술용 후크 중 적어도 하나를 중첩하여 수술 시뮬레이션시의 골의 3차원 이동양상을 평가하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 악교정 수술 시뮬레이션 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

양악 수술이 필요한 경우, 상하악골 분절, 상하악 치아, 상하악 브라켓 및 수술용 후크, 상하악 연조직을 포함하는 상하악 복합체를 이동시키고, 이동이 완료된 후 상하악골의 전후방위치 및 대칭성을 평가하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 악교정 수술 시뮬레이션 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 CT영상은 구개면이 혀와 분리되도록 촬영된 것을 특징으로 하는 악교정 수술 시뮬레이션 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

왁스를 브라켓 및 수술용 후크 하방의 침와(undercut)부위에 채운 후 CT를 촬영하고 인상을 채득함으로써 인상 채득 시 브라켓 및 수술용 후크 부위가 찢어지지 않도록 하여 브라켓 및 수술용 후크를 디지털 치열모델과 CT영상의 중첩기준으로 활용하는 수술 시뮬레이션 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

방사선불투과성의 왁스를 사용함으로써 왁스도 디지털 치열모델과 CT영상의 중첩기준으로 활용하는 수술 시뮬레이션 방법.

청구항 8

제 1항에 있어서,

중심교합 디지털 치열모델을 생성하는 단계는,

조립된 상태의 교합을 교합 인기재를 이용하여 인기한 후 상기 상하악 모델 및 상하악 각각의 모델을 스캔하는 것을 특징으로 하는 악교정 수술 시뮬레이션 방법.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 골 절편을 형성하는 단계는,

3차원 이미지로 처리된 상기 악골을 예상 골절단선을 따라 절단하여 수술시 이동될 골의 분절을 형성하며, 상기 연조직을 상하순 사이의 접촉점 하부로 하악 연조직부로 하고 비주와 상순의 경계부 하부로부터 상하순 사이의 접촉점 사이의 부위를 상악 연조직부로 하여 분절을 형성하는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 악교정 수술 시뮬레이션 방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

골 절편 형성 후 이에 대한 복사본을 형성하여 이동되기 전의 원본 골 절편과 이동될 골 절편을 형성하는 것을 특징으로 하는 악교정 수술 시뮬레이션 방법.

청구항 11

제 1항에 있어서,

상기 수술교합 치열모델의 교합면에 수술용 스프린트 제작용 솔리드 모델을 형성하고, 상기 솔리드 모델에 기초하여 수술용 스프린트의 3차원 모형을 형성하는 것을 특징으로 하는 악교정 수술 시뮬레이션 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 수술교합 디지털 치열모델 생성후 이 모델에 CT 영상의 치열을 맞추거나 또는 중첩하여 상기 골편과 상기 연조직을 이동하는 시뮬레이션을 시행하여 수술교합과 같이 수술시 수술을 적정성을 평가하는 단계를 추가로 포함하는 악교정 수술 시뮬레이션 방법.

청구항 13

제 1항 내지 제 12항 중의 어느 한 항에 따른 악교정 수술 시뮬레이션 방법을 수행하는 컴퓨터 프로그램을 기록한 기록매체.

청구항 14

환자의 구강내에 인상채득을 실행하여 얻은 실모델을 이용하여 중심교합 상태로 조립된 상하악 모델, 상악 모델 및 하악 모델 각각을 스캔한 후, 스캔된 영상의 각각을 조립하여 중심교합 디지털 치열모델을 생성하는 제1 치열모델 생성장치;

상기 CT영상으로부터 연조직, 골, 치아, 교정용 브라켓 및 수술용 후크 중 적어도 하나를 포함하는 모델을 분리하고, 분리된 각각의 상기 모델 및 상기 중심교합 디지털 치열모델을 3차원 이미지로 처리하는 이미지 처리장치;

상기 제1 치열모델 생성장치에 의해 생성된 상기 중심교합 디지털 치열모델의 상하악을 상기 CT영상에서 분리한 상하악 치열에 중첩하며, 상기 처리단계에 의해 3차원 이미지로 처리된 악골 및 연조직을 예상 골절단선을 따라 분절하여 수술시 이동될 골 절편을 형성하고, 상기 골 절편과 이에 부착된 중심교합 디지털 치열모델, 상기 교정용 브라켓 및 수술용 후크, 연조직을 이동시키고 이동시킨 상태의 상하악 치열모델의 교합관계에 맞추어 실모델을 조립하여 수술교합 치열모델을 형성하며, 형성된 수술교합 치열모델을 다시 스캔하여 수술교합 디지털 치열모델을 재생성하는 제2 치열모델 생성장치;

이전 과정에서 CT 영상에서 분리한 치열에 중첩된 바 있는 중심교합 디지털 치열모델의 상악에 수술교합 디지털 치열모델을 중첩하는 처리장치; 및

중첩된 수술교합 디지털 치열모델의 하악에 중심교합 디지털 치열모델의 하악을 이동시켜 중첩하며, 이때 하악 골 원심 절편 및 여기에 부착된 조직들을 함께 이동시킴으로써 수술을 시뮬레이션하는 처리장치를 포함하는 것을 특징으로 하는 악교정 수술 시뮬레이션 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 악교정 수술 시뮬레이션 방법, 그 기록매체 및 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 시술 또는 교정 후의 교합 관계를 정확하게 알 수 있도록 하며, 수술용 스프린트(surgical splint)를 용이하게 제작할 수 있도록 하는 악교정 수술 시뮬레이션 방법, 그 기록매체 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 치과 치료를 예로 들면, 인공치아 시술을 진행하려 할 때는 우선 픽스처(fixture)라고도 하는 임플란트를 환자의 치조골에 식립하여 뼈에 골융합시킨 후, 임플란트에 지대주(Abutment)를 결합시킨 다음, 지대주에 최종 보철물을 씌우는 방법이 사용된다. 이때는 선(先)작업으로서 컴퓨터단층촬영(Computed Tomography, 이하 “CT” 라 함) 영상과 치아 모형을 획득한 후에 치아 모형을 이용하여 임플란트를 식립할 위치를 결정 및 분석하기도 한다.

[0003] 인공치아 시술 시 임플란트를 식립하기 위한 초기 단계에서는 외과용 스텐트(surgical stent)를 이용하는 것이 보통이다. 외과용 스텐트는 드릴이나 임플란트를 핸들링하는 시술 도구이다.

[0004] 이때, 만약 미리 제작된 치아 모형에 임플란트의 식립 각도, 식립 방향 및 식립 깊이 등을 표시해줄 수 있는 별도의 기준 가이드가 더 형성되어 있다면 시술자의 경험에 무관하게 언제나 정확한 임플란트 식립 시술을 진행할 수 있게 되므로 시술 또는 교정의 완성도를 높일 수 있을 것이다.

[0005] 종래에는 시술 또는 교정의 완성도를 높이기 위해 CT(Computed Tomography; 컴퓨터 단층촬영) 영상을 시술 또는

교정 시뮬레이션에 이용하였다.

- [0006] 그런데, CT 영상은 일반적으로 해상도가 낮기 때문에 시술 또는 교정 후의 교합 관계를 정확하게 파악하기 어려우며, 수술용 스프린트(surgical splint)를 제작하기 어렵다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명의 목적은, 시술 또는 교정 후의 교합 관계를 정확하게 알 수 있도록 하며, 수술용 스프린트를 용이하게 제작할 수 있도록 하는 악교정 수술 시뮬레이션 방법, 그 기록매체 및 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 악교정 수술 시뮬레이션 방법은 하악만 수술하는 경우와 상하악을 모두 수술하는 경우로 나뉘며 하악만 수술하는 경우에는, 환자의 구강내에 인상채득을 실행하여 얻은 실모형을 이용하여 중심교합 상태로 조립된 상하악 모델, 상악 모델 및 하악 모델 각각을 스캔한 후, 스캔된 영상의 각각을 조립하여 중심교합 디지털 치열모형을 생성하는 단계; 환자의 CT영상으로부터 연조직, 골, 치아, 교정용 브라켓 및 수술용 후크 중 적어도 하나를 포함하는 모델을 분리하고, 분리된 각각의 상기 모델 및 상기 중심교합 디지털 치열모형을 3차원 이미지로 처리하는 단계; 생성된 상기 중심교합 디지털 치열모형의 상하악을 상기 CT영상에서 분리한 상하악 치열 및 교정용 브라켓 및 수술용 후크, 구개면 연조직에 중첩하는 단계(중심교합 디지털 치열모형 재위치 중첩); 상기 처리단계에 의해 3차원 이미지로 처리된 악골 및 연조직을 예상 골절단선을 따라 분절하여 수술시 이동될 골 절편을 형성하는 단계; 중심교합 디지털 치열모형 및 여기에 부착된 하악골 원심절편, 상기 교정용 브라켓 및 수술용 후크, 연조직 등을 이동시키는 수술교합 형성 시뮬레이션 단계; 시뮬레이션된 상하악 치열모형의 교합관계에 맞추어 실모형을 조립하여 수술교합 치열모형을 형성하며, 형성된 수술교합 치열모형을 스캔하여 수술교합 디지털 치열모형을 생성하는 단계; 이전 과정에서 CT 영상에서 분리한 치열에 중첩된 바 있는 중심교합 디지털 치열모형의 상악에 수술교합 디지털 치열모형을 중첩하는 수술교합 디지털 치열모형 재위치 중첩 단계; 및 중첩된 수술교합 디지털 치열모형의 하악에 중심교합 디지털 치열모형의 하악을 이동시켜 중첩하며, 이때 여기에 부착된 하악골 원심 절편 및 연관 조직을 함께 이동시켜 그 결과를 평가함으로써 수술교합의 적절성을 검증하는 수술교합 검증 중첩 및 시뮬레이션 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [0009] 전술한 시뮬레이션 방법은 하악만 수술하는 경우이며, 상하악을 모두 수술하는 경우(양악수술)에는 수술교합 형성 시뮬레이션 시행 후 수술교합 디지털 치열모형의 중첩 전에 다음의 단계가 추가될 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 악교정 수술 시뮬레이션 방법은 상악만 수술 시뮬레이션으로 움직이고 하악은 움직이기 전 상태의 교합 상태와 같이 중간교합 치열모형을 조립하는 단계; 중간교합 치열모형을 스캔하여 중간교합 디지털 치열모형을 제작하는 단계; 중간교합 디지털 치열모형을 이전 과정에서 CT 영상에서 분리한 치열에 중첩된 바 있는 중심교합 디지털 치열모형의 하악에 중간교합 디지털 치열모형을 중첩하는 중간교합 디지털 치열모형 재위치 중첩 단계; 및 중첩된 수술교합 디지털 치열모형의 하악에 중심교합 디지털 치열모형의 하악을 이동시켜 중첩하며, 이때 하악골 원심 절편 및 여기에 부착된 조직들을 함께 이동시켜 중간교합의 적절성을 검증하는 중간교합 검증 중첩 및 시뮬레이션 단계를 추가로 포함한다.

- [0010] 전술한 악교정 수술 시뮬레이션 방법은, 수술교합 디지털 치열모형을 상악 모델에 중첩하고, 수술교합 디지털 치열모형의 하악 모델에 맞춰 기존의 하악 모델, 상기 연조직, 교정용 브라켓 및 수술용 후크 중 적어도 하나를 중첩하여 수술 시뮬레이션시의 골의 3차원 이동양상을 평가하는 단계를 더 포함할 수 있다.

- [0011] 전술한 악교정 수술 시뮬레이션 방법은, 양악 수술이 필요한 경우, 상하악골 분절, 상하악 치아, 상하악 브라켓 및 수술용 후크, 상하악 연조직을 포함하는 상하악 복합체를 이동시키고, 이동이 완료된 후 상하악골의 전후방 위치 및 대칭성을 평가하는 단계를 더 포함할 수도 있다.

- [0012] 여기서, CT영상은 구개면이 혀와 분리되도록 촬영될 수 있다.

- [0013] 중심교합 디지털 치열모형을 생성하는 단계는, 조립된 상태의 교합을 교합 인기재를 이용하여 인기한 후 상하악

모델 및 상하악 각각의 모델을 스캔할 수 있다.

- [0014] 골 절편을 형성하는 단계는, 3차원 이미지로 처리된 악골을 예상 골절단선을 따라 절단하여 수술시 이동될 골의 분절을 형성하며, 연조직을 상하순 사이의 접촉점 하부를 하악 연조직부로 하고 비주와 상순의 경계부 하부로부터 상하순 사이의 접촉점 사이의 부위를 상악 연조직부로 하여 분절을 형성할 수 있다.
- [0015] 또한, 골 절편을 형성하는 단계는, 골 절편 형성 후 이에 대한 복사본을 형성하여 이동되기 전의 원본 골 절편과 이동될 골 절편을 형성할 수도 있다.
- [0016] 또한, 악교정 수술 시뮬레이션 방법은, 수술교합 치열모델의 교합면에 수술용 스프린트 제작용 솔리드 모델을 형성하고, 솔리드 모델에 기초하여 수술용 스프린트의 3차원 모형을 형성할 수 있다.
- [0017] 또한 수술교합 디지털 치열모델 생성후 이 모델에 CT 영상의 치열을 맞추거나 또는 중첩하여 골편과 연조직을 이동하는 시뮬레이션을 시행하여 수술교합과 같이 수술시 수술의 적정성을 평가하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 목적은, 전술한 악교정 수술 시뮬레이션 방법을 수행하는 컴퓨터 프로그램을 기록한 기록매체에 의해 달성될 수도 있다.
- [0019] 또한, 본 발명의 목적은, 환자의 구강내에 인상채득을 실행하여 얻은 실모델을 이용하여 중심교합 상태로 조립된 상하악 모델, 상악 모델 및 하악 모델 각각을 스캔한 후, 스캔된 영상의 각각을 조립하여 중심교합 디지털 치열모델을 생성하는 제1 치열모델 생성장치; CT영상으로부터 연조직, 골, 치아, 교정용 브라켓 및 수술용 후크 중 적어도 하나를 포함하는 모델을 분리하고, 분리된 각각의 모델 및 중심교합 디지털 치열모델을 3차원 이미지로 처리하는 이미지 처리장치; 및 제1 치열모델 생성장치에 의해 생성된 중심교합 디지털 치열모델의 상하악을 CT영상에서 분리한 상하악 치열에 중첩하며, 3차원 이미지로 처리된 악골 및 연조직을 예상 골절단선을 따라 분절하여 수술시 이동될 골 절편을 형성하고, 상기 골 절편과 이에 부착된 중심교합 디지털 치열모델, 상기 교정용 브라켓 및 수술용 후크, 연조직을 이동시키고 이동시킨 상태의 상하악 치열모델의 교합관계에 맞추어 실모델을 조립하여 수술교합 치열모델을 형성하며, 형성된 수술교합 치열모델을 다시 스캔하여 수술교합 디지털 치열모델을 재생성하는 제2 치열모델 생성장치를 포함하는 악교정 수술 시뮬레이션 장치에 의해 달성될 수도 있다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명의 실시예에 따른 악교정 수술 시뮬레이션 방법, 그 기록매체 및 장치는, 시술 또는 교정 후에 교합 관계를 정확하게 알 수 있도록 한다.
- [0021] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 악교정 수술 시뮬레이션 방법, 그 기록매체 및 장치는 시뮬레이션에 일치하는 수술용 스프린트를 용이하게 제작할 수 있도록 한다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1a는 본 발명의 실시예에 따른 하악만 수술하는 경우의 악교정 수술 시뮬레이션 방법을 나타낸 흐름도이다.
- 도 1b는 본 발명의 실시예에 따른 상하악을 수술하는 경우의 악교정 수술 시뮬레이션 방법을 나타낸 흐름도들이다.
- 도 2는 중심교합 디지털 치열모델의 예를 나타낸 도면이다.
- 도 3은 CT영상에서 분리된 연조직 모델 및 골 모델의 예를 나타낸 도면이다.
- 도 4는 CT영상에서 분리된 치아 모델 및 브라켓 및 수술용 후크 모델의 예를 나타낸 도면이다.
- 도 5는 중심교합 디지털 치열모델의 재위치 중첩 예를 나타낸 도면이다.
- 도 6은 연조직 절편의 형성 예를 나타낸 도면이다.
- 도 7은 골 절편의 형성 예를 나타낸 도면이다.
- 도 8은 악골을 이동시키는 수술교합 형성 시뮬레이션을 한 후 디지털 모델의 교합을 확인하여 실제 모형(수술교

합 치열모형)의 조립에 적용하는 예를 나타낸 도면이다.

도 9는 교합면 상에서 서로 겹치는 부분이 있는지 검증하는 예를 나타낸 도면이다.

도 10은 이전 과정에서 CT 영상에서 분리한 치열에 중첩된 바 있는 중심교합 디지털 치열모델의 상악에 수술교합 디지털 치열모델을 중첩하는 예(수술교합 재위치 중첩)를 나타낸 도면이다.

도 11은 중심교합 디지털모형의 하악을 이동시켜 수술교합 디지털 치열모형의 하악에 중첩하며, 이때 하악골 원심절편(전방부)을 함께 이동시켜 수술 시의 턱뼈의 위치 변화를 평가하는 예(수술교합 검증 중첩 및 시뮬레이션)를 나타낸 도면이다.

도 12는 중심교합 디지털 치열모형 및 하악골 원심절편 이동시 여기에 부착된 턱의 연조직을 함께 이동시켜 수술 시의 연조직 변화를 시뮬레이션하는 예를 나타낸 도면이다.

도 13 및 도 14는 상하악골 복합체의 이동 예를 나타낸 도면이다.

도 15는 본 발명의 실시예에 따른 악교정 수술 시뮬레이션 장치를 개략적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0024] 또한, 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 또는 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0025] 이하, 첨부도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 악교정 수술 시뮬레이션 방법, 그 기록매체 및 장치를 상세하게 설명한다.

[0026] 도 1a은 본 발명의 실시예에 따른 하악만 수술하는 경우의 악교정 수술 시뮬레이션 방법을 나타낸 흐름도이다.

[0027] 도 1a을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 악교정 수술 시뮬레이션 방법은 먼저, CT영상으로부터 획득한 인체모형을 이용하여 중심교합 상태로 조립된 상하악 모델, 상악 모델 및 하악 모델 각각을 스캔한 후, 스캔된 영상의 각각을 조립하여 중심교합 디지털 치열모델을 생성한다(S110).

[0028] 악교정 수술에서는 작은 오차도 수술 후 기능적, 심미적 문제를 일으킬 수 있다. 또한 이러한 오차는 수술 전 준비과정이나 수술 과정에서 발생할 수 있으며, 이 중 수술준비 과정에서의 오차로는 인상 채득, facebow transfer, 석고모형 마운팅(mounting), 석고모형 수술, 수술용 스프린트의 제작 등이 알려져 있다.

[0029] 이 가운데 석고모형 수술은 악골의 움직임은 미리 예측해 볼 수 있기도 하지만 악골의 이동에 필요한 수술용 스프린트를 제작할 수 있기 때문에 필수적인 과정이다. 따라서 정확한 모형의 이동이 석고모형 수술에서는 가장 중요하며 오차를 줄이기 위한 노력이 반드시 필요하다. 석고모형 수술중 발생하는 오차는 2차원 방사선 사진에서 세운 수술 계획을 3차원 석고모형으로 옮기는 과정에서 발생하기도 하지만 주로 수술 계획과 다른 3차원 공간으로 모형이 움직여져서 생기는 경우가 많다.

[0030] 이제까지 석고모형 수술을 정확하게 수행하기 위해서 height gauge와 model block을 이용해 치아 위치를 확인하며 모형 수술하는 방법 등이 보고되었다. 이와 같은 방법은 오차 발생을 감소시키고 비교적 쉽게 모형 수술을 할 수 있도록 해준다. 그러나 이러한 방법으로 정확한 치아 이동과 모형 수술을 하기 위해서는 여러 번 작업을 반복해야 하는 등 불편함의 단점들이 있다.

[0031] 하지만, 최근 전자기술의 발달로 석고 모형을 디지털 모형으로 생성할 수 있게 되었으며, 그에 따라 석고 모형의 이동은 실제 공간에서 사이버 공간으로 변화될 수 있게 되었다. 또한, 3차원 소프트웨어의 발전으로 디지털 입체 모형의 3차원 이동, 회전을 개인용 컴퓨터에서 실행할 수 있게 되었다.

[0032] 본 발명의 실시예에서는 이러한 기술을 이용하여, 환자의 구강내에 인상채득을 실행하여 얻은 실모형을 이용하

여 중심교합 상태로 조립된 상하악 모델, 상악 모델 및 하악 모델을 각각 스캔한 후, 스캔된 각각의 영상을 조립하여 도 2에 도시한 바와 같은 중심교합 디지털 치열모형을 생성한다.

- [0033] CT영상은 구개면이 혀와 분리되도록 촬영된다. 예를 들어 CT영상은 구개면이 혀와 분리되도록 왁스 바이트(wax bite)를 물려 촬영된다. 이 경우, CT영상은 수술용 후크(surgical hook)를 교정용 호선에 장착한 상태에서 촬영될 수 있다. 이때 구강내 인상채득시 인상재의 찢어짐 및 이에 따른 교정용 브라켓 및 수술용 후크 부위의 인상 채득의 실패를 방지하기 위해 교정용 호선 및 수술용 후크의 하방의 침와(undercut) 부위에 왁스를 채운 상태에서 CT영상을 촬영할 수 있으며, 이때 왁스는 방사선불투과성의 왁스를 사용함으로써 브라켓 및 수술용 후크뿐만 아니라 왁스 부위를 CT영상과 디지털 치열모형의 중첩기준으로 활용할 수 있다.
- [0034] 다시 말해, 수술용 후크를 교정용 호선에 장착한 상태에서 교정용 호선 및 수술용 후크 하방의 침와 부위에 방사선불투과성의 왁스를 채운 후, CT 촬영시 구개면이 혀와 분리되도록 왁스 바이트를 물려 CT를 촬영하며, 인상을 채득한 후에 석고를 붓고 경화된 석고 모델 상태에서 수술용 후크 부위가 명확하게 구별되도록 수술용 후크 주변부를 약간 삭제할 수 있다. 이를 통해 수술용 후크 부위 또는 왁스 부위가 디지털 치열 모델과 CT 중첩 시의 기준으로 활용되도록 할 수 있다.
- [0035] 한편, 교정용 브라켓이 부착되지 않았으면, CT영상은 치아와 더불어 구개면이 중첩 마커(registration marker)가 되도록 촬영될 수 있다. 즉, CT 촬영시 구개면이 혀와 분리되도록 왁스 바이트를 물리고 치아와 더불어 구개면이 중첩 마커(registration marker)가 되도록 하여 CT를 촬영한 후, 인상을 채득하여 석고를 붓는다.
- [0036] 중심교합 디지털 치열모형은 환자의 인체모형을 중심교합 상태로 상하악 모델을 조립한 상태에서, 조립된 상태의 교합을 교합 인기재를 이용하여 인기한 후 상하악 모델 및 상하악 각각의 모델을 스캔할 수 있다.
- [0037] 다음에, CT영상으로부터 연조직, 골, 치아, 교정용 브라켓 및 수술용 후크 중 적어도 하나를 포함하는 모델을 분리하고, 분리된 각각의 모델 및 중심교합 디지털 치열모형을 도 3 및 도 4에 도시한 바와 같이 3차원 이미지로 처리한다(S120).
- [0038] 다음에, 생성된 중심교합 디지털 치열모형의 상하악을 CT영상에서 분리한 상하악 치열에 중첩한다(S130).
- [0039] S130단계에서 생성된 중심교합 디지털 치열모형의 상하악과 CT영상에서 분리한 상하악 치열의 정밀한 중첩을 용이하게 하기 위해 구개면 연조직과 외과용 후크(surgical hook)를 사용할 수 있다. 구체적으로 Wax bite를 물고 CT를 촬영하게 함으로써 혀를 낮게 위치시켜 구개면 연조직이 혀와 분리되어 CT 영상에서 용이하게 분리되도록 하고 디지털 치열모형의 구개면 연조직과 CT영상에서 분리된 구개면 연조직을 중첩 기준으로 사용할 수 있다.
- [0040] 한편, 외과용 후크(Surgical hook)를 장착한 후 CT 영상을 촬영하고 인상채득을 함으로써 외과용 후크(surgical hook)를 중첩 기준으로 사용할 수 있다.
- [0041] 도 5는 중심교합 디지털 치열모형의 중첩 예를 나타낸다. 즉, 상하악 브라켓 및 수술용 후크에 상하악 모형을 중첩한다. 이때, 구개면 연조직도 잘 중첩되었는지 확인한다. 브라켓이 없는 경우에는 치아와 구개면을 기준으로 중첩할 수 있다.
- [0042] 다음에, 처리단계(S120)에 의해 3차원 이미지로 처리된 악골 및 연조직을 예상 골절단선을 따라 분절하여 수술시 이동될 골 절편을 형성한다(S140). 도 6은 연조직 절편의 형성 예를 나타내며, 도 7은 골 절편의 형성 예를 나타낸다.
- [0043] 이때, 프로그램상에서 악골을 예상 골절단선을 따라 절단하여 수술시 이동될 골의 분절을 형성하며, 연조직도 마찬가지로 상하순 사이의 접촉점 하부를 하악 연조직부로 비주와 상순의 경계부 하부로부터 상하순 사이의 접촉점 사이의 부위를 상악 연조직부로 하여 분절을 형성할 수 있다.
- [0044] 또한, 골 절편 형성 후 이의 복사본을 형성하여 이동되기 전의 원본 골 절편과 이동될 골 절편을 형성할 수 있다.
- [0045] 다음에, 골 절편 및 연관 조직을 이상적인 위치로 이동시키는 수술교합 형성 시뮬레이션을 시행한다(S150).
- [0046] 수술교합 형성 시뮬레이션에서 상하악 모두를 이동한 후의 교합에 맞추어 수술교합 치열모형을 조립한 후 이를 스캔하여 수술교합 디지털 치열모형을 생성한다(S190).
- [0047] 다음으로 중심교합 디지털 치열모형의 상악에 수술교합 디지털 치열모형을 중첩한다(수술교합 디지털 치열모형

재위치 중첩)(S200).

- [0048] 다음으로 하악 및 연관 조직들을 수술교합 디지털 치열모델의 하악에 중첩되도록 이동시킨다(수술교합 검증 중첩 및 시뮬레이션)(S210).
- [0049] 도 8은 악골을 이동시킨 후 디지털 모델의 교합을 확인하여 실제 모형에 적용하는 예를 나타낸다.
- [0050] 도 9는 교합면 상에서 서로 겹치는 부분이 있는지 검증하는 예를 나타낸 도면이다. 이때, 교합면 상에서 서로 겹치는 부분이 있는지 검증하였을 때, 오차가 생기면 실제와 시뮬레이션 사이에 수직적 높이의 차이가 생길 수 있다.
- [0051] 도 10은 이전 과정에서 CT 영상에서 분리한 치열에 중첩된 바 있는 중심교합 디지털 치열모델의 상악에 수술교합 디지털 치열모델을 중첩하는 예(수술교합 재위치 중첩)를 나타낸 도면이다.
- [0052] 도 11은 중심교합 디지털모형의 하악을 이동시켜 수술교합 디지털 치열모형의 하악에 중첩하며, 이때 하악골 원심절편(전방부)을 함께 이동시켜 수술 시의 턱뼈의 위치 변화를 평가하는 예(수술교합 검증 중첩 및 시뮬레이션)를 나타낸 도면이다.
- [0053] 도 12는 중심교합 디지털 치열모형 및 하악골 원심절편 이동시 여기에 부착된 턱의 연조직을 함께 이동시켜 수술 시의 연조직 변화를 시뮬레이션하는 예를 나타낸 도면이다.
- [0054] 다음에, 도 10 내지 도 12에 도시한 바와 같이, 수술교합 디지털 치열모델을 상악 모델에 중첩하고, 수술교합 디지털 치열모델의 하악 모델에 맞춰 기존의 하악 모델, 연조직, 교정용 브라켓 및 수술용 후크, 하악골 골편 중 적어도 하나를 중첩하여 수술교합 검증 시뮬레이션을 하고 이때의 골 및 연조직의 3차원 이동양상을 평가하여 수술교합의 적절성을 검증할 수 있다(S220). 다시말해 S220단계에서 수술교합 검증 중첩 및 시뮬레이션 시의 골과 연조직의 3차원 이동양상의 적절성을 평가하여 수술교합의 적절성을 검증한다.
- [0055] 다음으로 수술교합이 적절할 경우 수술교합 치열모형을 이용하여 수술용 스프린트를 제작한다(S230a).
- [0056] 다음으로 수술교합 검증 결과가 불량할 경우 S150부터의 과정을 다시 시행한다(S230b).
- [0057] 종합하면 S190단계에서 수술교합 디지털 치열모델 생성후 이 모델에 CT 영상의 치열을 맞추거나 중첩하여 골편과 연조직을 이동하는 시뮬레이션을 시행한다(S210). 이때 디지털 치열모델에 CT영상의 치열을 맞추는 것과 중첩하는 것은 동일한 의미일 수도 있고 서로 다른 의미일 수도 있다. 다시 말해 맞추는 것은 양자가 대응하도록 이동하는 것으로 상황에 따라 중첩에 도달할 수도 있다. 한편, 중첩하는 것은 양자가 서로 대응하는 상태에 도달하는 것을 의미할 수도 있다.
- [0058] 도 1b는 본 발명의 실시예에 따른 상하악을 모두 수술하는 양악 수술이 필요한 경우의 악교정 수술 시뮬레이션 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [0059] 도 1b를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 악교정 수술 시뮬레이션 방법은 도 1a를 참조하여 설명한 악교정 수술 시뮬레이션 방법과 S110 단계 내지 S150단계는 동일할 수 있다.
- [0060] S150단계의 다음으로 상하악을 모두 수술하는 양악 수술이 필요한 경우, 수술교합 형성 시뮬레이션 과정에서 도 13 및 도 14에 도시한 바와 같이 상하악 복합체(상하악골 분절, 상하악 치아, 상하악 브라켓 및 수술용 후크, 상하악 연조직)를 이동시키며, 이동이 완료된 후 수술교합 디지털 치열모델을 생성하기 전에 먼저 상악은 시뮬레이션으로 이동된 상태, 하악은 이동하기 전의 상태(중심교합 디지털 치열모델의 하악)의 교합에 맞추어 중간교합 치열모델을 조립하고 이를 스캔하여 중간교합 디지털 치열모델을 생성한다(S160). 다시말해 S160단계에서 상악은 시뮬레이션 과정에서 이동한 상태, 하악은 이동하기 전 상태의 교합에 맞추어 중간교합 치열모델을 조립하고 이를 스캔하여 중간교합 디지털 치열모델을 생성한다.
- [0061] 생성된 중간교합 디지털 치열모델의 하악을 중심교합 디지털 치열모델의 하악에 중첩함으로써 중간교합 디지털 치열모델을 재위치시킨다(S170).
- [0062] 이후 상악골 및 연관 조직을 중간교합 디지털 치열모델의 상악에 중첩되도록 이동시키는 중간교합 검증 중첩 및 시뮬레이션을 시행할 수 있다(S180).
- [0063] 이후 중간교합 디지털 치열모델의 상악과 수술교합 형성 시뮬레이션의 하악의 교합에 맞추어 수술교합 치열모델을 조립한 후 이를 스캔하여 수술교합 디지털 치열모델을 생성한다(S190).
- [0064] 다음으로 중간교합 디지털 치열모델의 상악에 수술교합 디지털 치열모델을 중첩하여 수술교합 디지털 치열모델

을 재위치시킨다(S200).

[0065] S200단계 이후는 도 1a를 참조하여 설명한 바와 동일하다.

[0066] 이와 같이 시뮬레이션 된 상태의 수술교합 디지털 치열모델의 상악 사이에 수술 스프린트 제작을 위한 솔리드 모델을 형성하여 디지털 3D 프린팅 과정을 통해 직접 스프린트를 형성하거나, 시뮬레이션에서 적절한 것으로 검증된 수술교합 치열모델(수술교합 디지털 치열모델을 제작하기 위해 사용된 실 모델)을 교합기에 부착(마운팅)하여 통상의 제작 방법과 같이 레진을 부어서 스프린트를 제작할 수 있다. 이와 같이 시뮬레이션으로 검증된 수술교합을 이용하여 스프린트를 제작하면, 수술 시 절단된 골편을 이동하여 이 스프린트에 상악 치열이 삽입되도록 골편을 배열함으로써 수술시뮬레이션과 동일하게 골편을 이동시켜 수술할 수 있게 된다. 또한, 하악만 수술하는 경우에는 시뮬레이션 과정에서 검증이 완료된 수술교합 치열모형(석고모형)을 교합기에 마운팅하여 수술용 스프린트를 제작할 수 있다. 또한, 양악 수술의 경우에는 중간 스프린트(Intermediate Splint)와 최종 스프린트(Final Splint)의 두 개의 스프린트가 필요한데, 이때 중간 스프린트는 하악을 수술하기 전 상악만 골절단한 후 상악을 배열하기 위한 가이드로 사용되고, 최종 스프린트는 상악 골절단 및 고정 완료 후 하악을 골절단하여 배열하기 위한 가이드로 사용된다. 중간 스프린트(Intermediate Splint)는 프로그램상에서 상악만 수술 시뮬레이션으로 움직이고 하악은 움직이지 이전 상태(중심교합 디지털 치열모델의 하악 상태)의 교합(중간교합)에서 디지털 3D 프린팅으로 제작하거나 이때의 교합에 맞추어 조립되고 스캔하여 중간교합 디지털 치열모델 검증 및 시뮬레이션 과정을 통해 검증된 바 있는 중간교합 치열모형을 교합기에 부착한 후 레진을 부어 제작할 수 있다. 중간교합 디지털 치열모델 검증 및 시뮬레이션 과정에서는 중간교합 디지털 치열모형을 제작한 후 이를 시뮬레이션 상의 중심교합 하악모형에 중첩하여 이때의 시뮬레이션 된 상악과 중간교합 디지털 치열모형의 상악의 일치 여부를 평가하여 중간교합 치열모형의 적절성을 평가, 검증할 수 있다. 최종 스프린트(Final Splint)는 하악만 수술하는 경우의 수술용 스프린트 제작방법과 같이 수술교합 디지털 치열모형으로부터 디지털 3D 프린팅하거나 수술교합 치열모형을 교합기에 마운팅하여 제작할 수 있다.

[0067] 정리하면 S150단계 내지 S220단계에서, 수술교합 디지털 치열모델 검증 시뮬레이션(수술교합에 맞춘 시뮬레이션)을 통한 수술교합의 결정 및 이를 이용한 외과용 스프린트를 제작할 수 있다.

[0068] 이때 위턱과 아래턱의 위치를 이상적인 위치로 배열한 이상적 수술 시뮬레이션에서는 상악 치열의 교합이 매우 불량할 수 있다. 이상적 수술 시뮬레이션에서의 골편의 위치는 한 위치만 이상적인 것은 아니며 어느 정도의 범위 내에서는 조절 가능하다.

[0069] 따라서 1) 이상적 수술 시뮬레이션에 근접하되 치열의 교합을 개선한 최적의 교합으로 상악 치열을 조립하여 수술교합 치열모델을 형성하고, 2) 이러한 수술교합 치열교합에 골편을 이동시켜 중첩하는 수술교합 검증 중첩 및 시뮬레이션을 시행하여, 3) 그 결과를 평가하여 결과가 양호할 경우 수술교합 치열모델을 이용하여 외과용 스프린트를 제작한다.

[0070] 한편 결과가 불량할 경우 다시 이상적 수술 시뮬레이션에 근접한 최적 교합의 새로운 수술교합 디지털 치열모델을 생성하여 다시 검증한다.

[0071] 정리하면 이 실시예에서 수술교합 디지털 치열모델 생성후 이 모델에 CT 영상의 치열을 맞추거나 중첩하여 골편과 연조직을 이동하는 시뮬레이션을 시행하여 수술교합과 같이 수술시 수술의 적정성을 평가하는 단계를 포함한다.

[0072] 도 15는 본 발명의 실시예에 따른 악교정 수술 시뮬레이션 장치를 개략적으로 도시한 도면이다.

[0073] 도 15를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 악교정 수술 시뮬레이션 장치(1500)는 제1 치열모델 생성장치(1510), 이미지 처리장치(1520) 및 제2 치열모델 생성장치(1530)를 포함할 수 있다.

[0074] 여기서, 제1 치열모델 생성장치(1510)는 전술한 악교정 수술 시뮬레이션 방법의 단계 S110의 과정을 수행하며, 이미지 처리장치(1520)는 단계 S120의 과정을 수행하고, 제2 치열모델 생성장치(1530)는 도 1a 및 도 1b의 단계 S130 내지 단계 S150의 과정을 수행한다. 이에 대한 상세한 설명은 전술한 도 1 내지 도 14의 설명을 참조하며, 여기서는 그 상세한 설명을 생략한다.

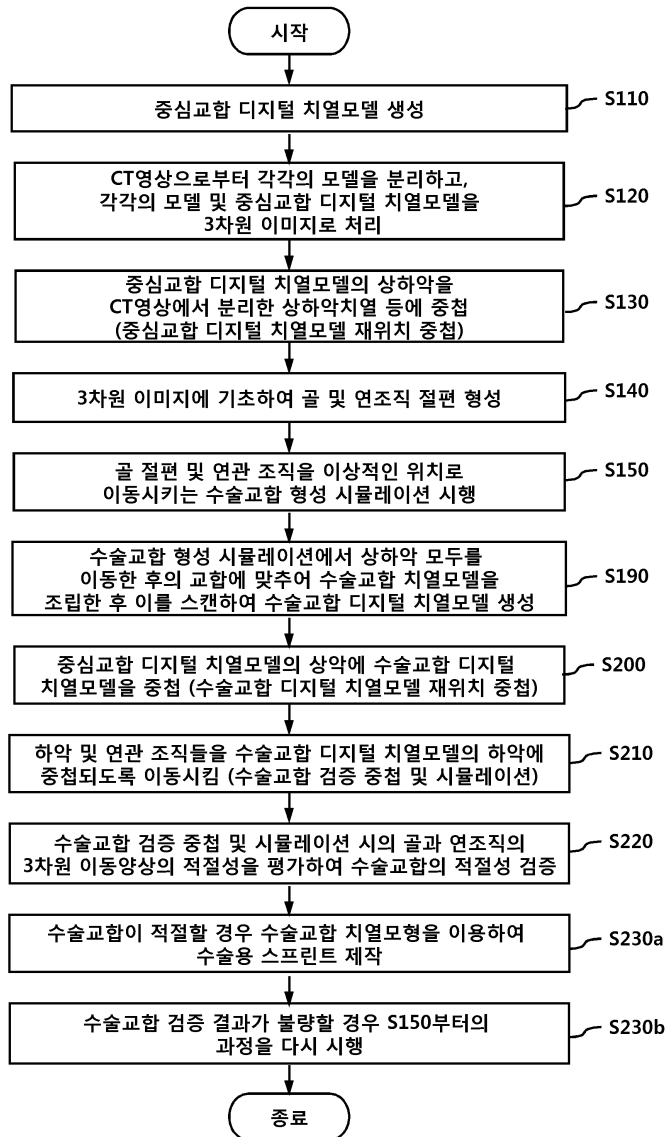
[0075] 한편, 본 발명은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 광 데이터 저장장치 등이 있다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방

식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인 (Functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술분야의 프로그래머들에 의해 용이하게 추론될 수 있다.

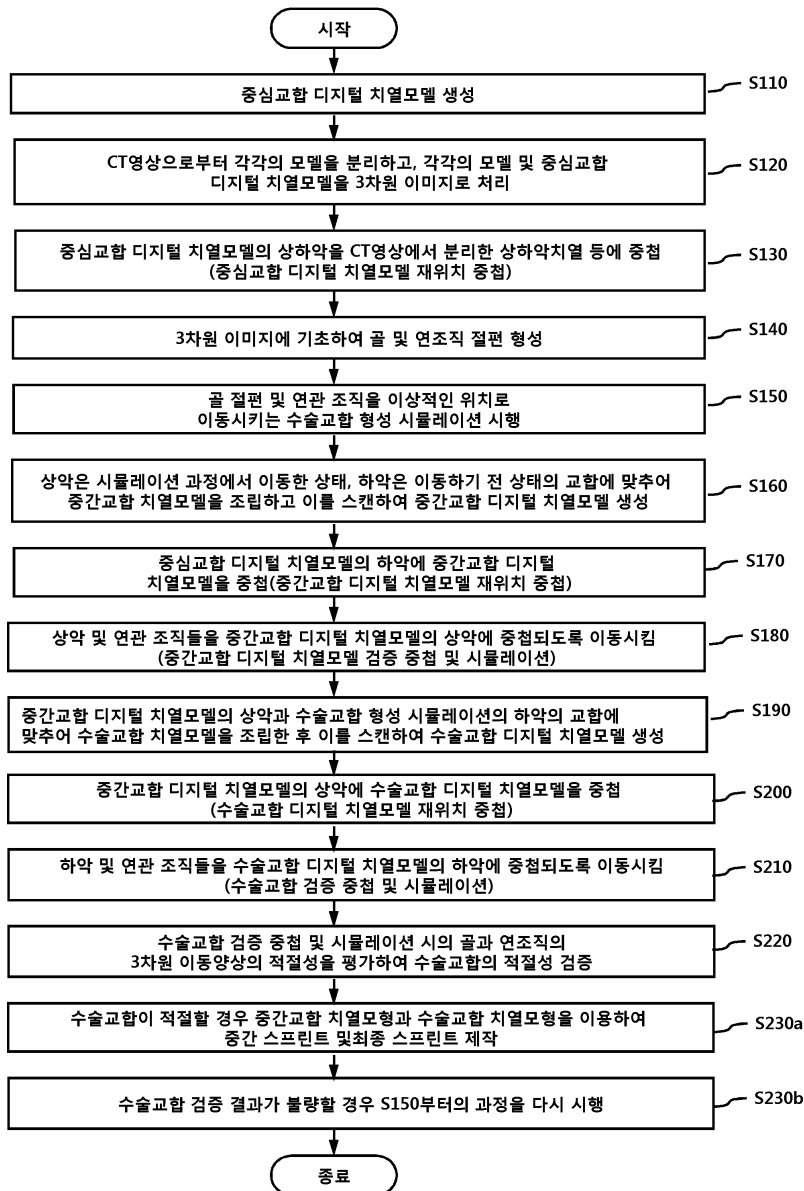
[0076] 이와 같이 본 발명은 기재된 실시예에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양하게 수정 및 변형할 수 있음은 이 기술의 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명하다. 따라서 그러한 수정예 또는 변형예들은 본 발명의 특허청구범위에 속한다 하여야 할 것이다.

도면

도면1a



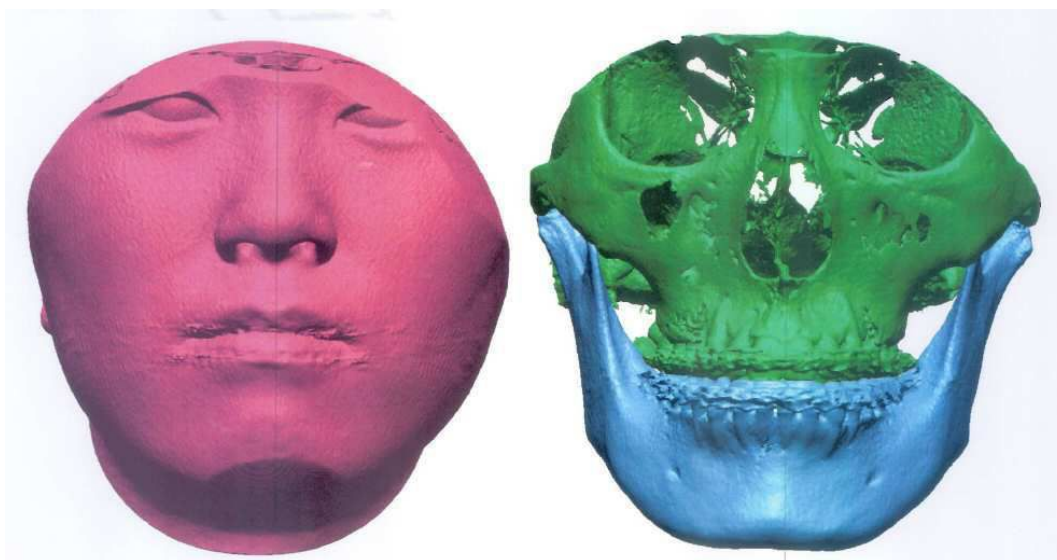
도면1b



도면2



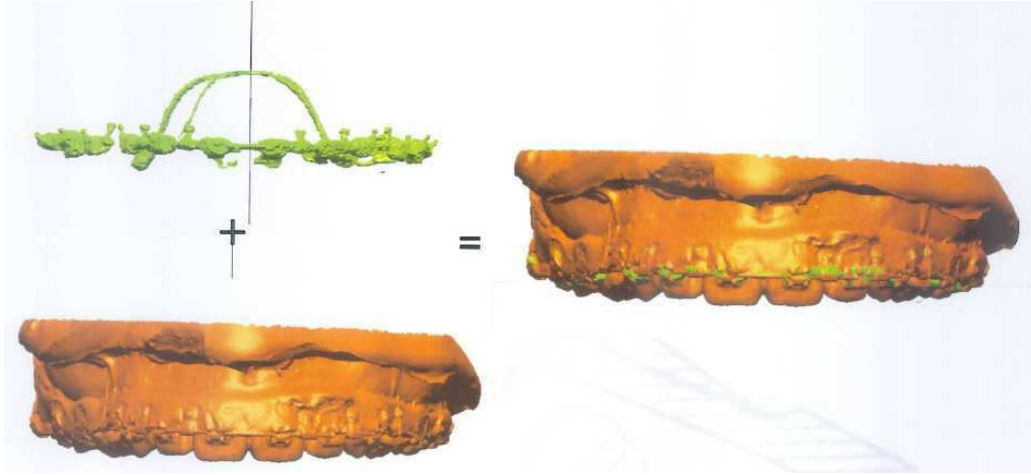
도면3



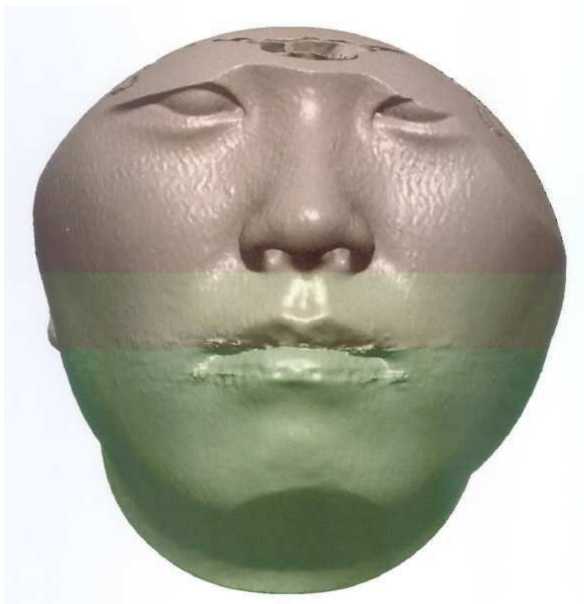
도면4



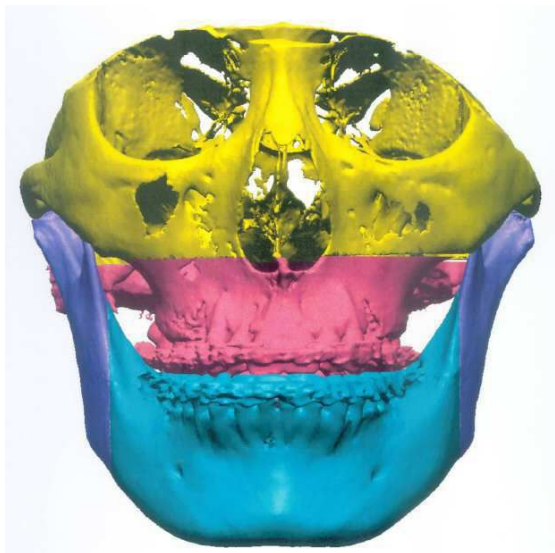
도면5



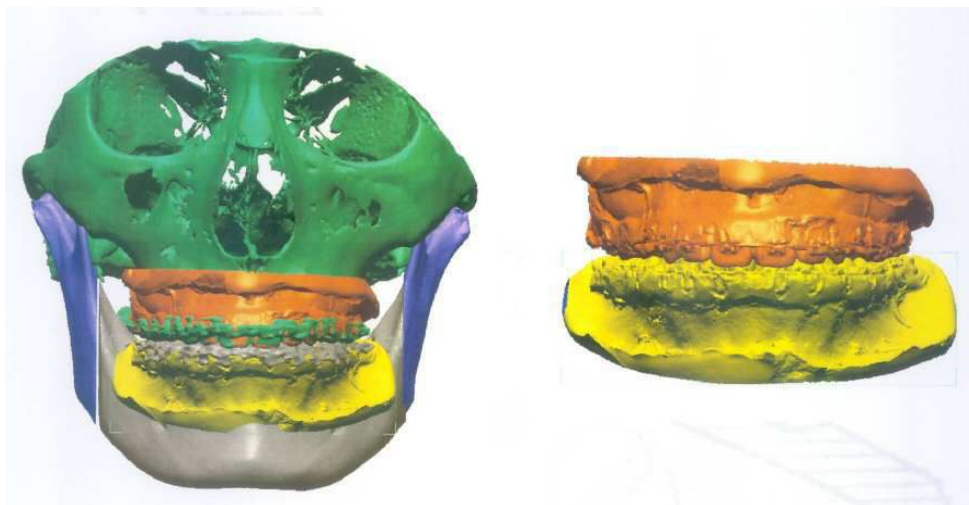
도면6



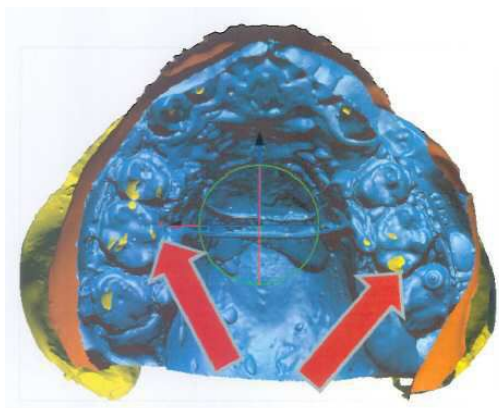
도면7



도면8



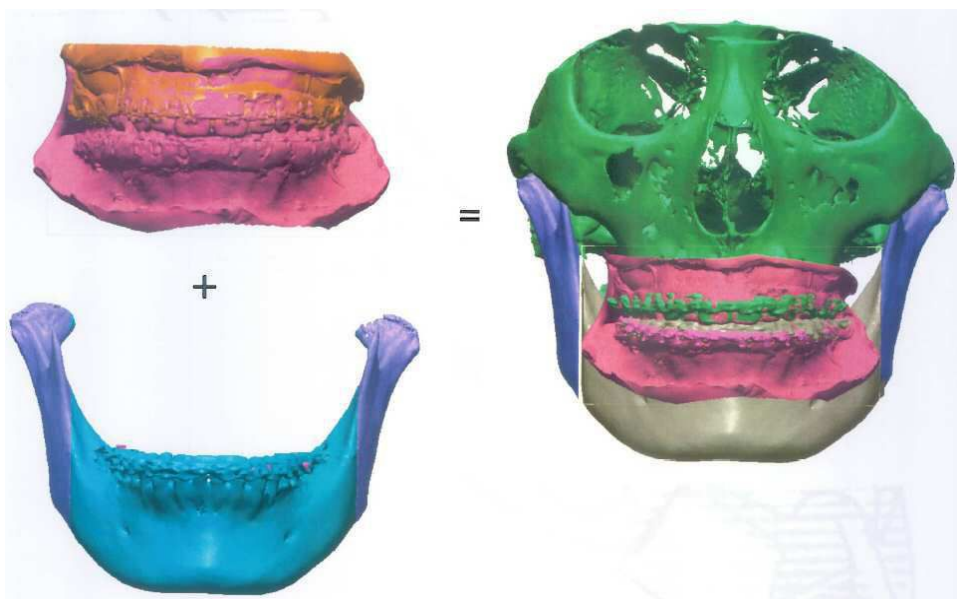
도면9



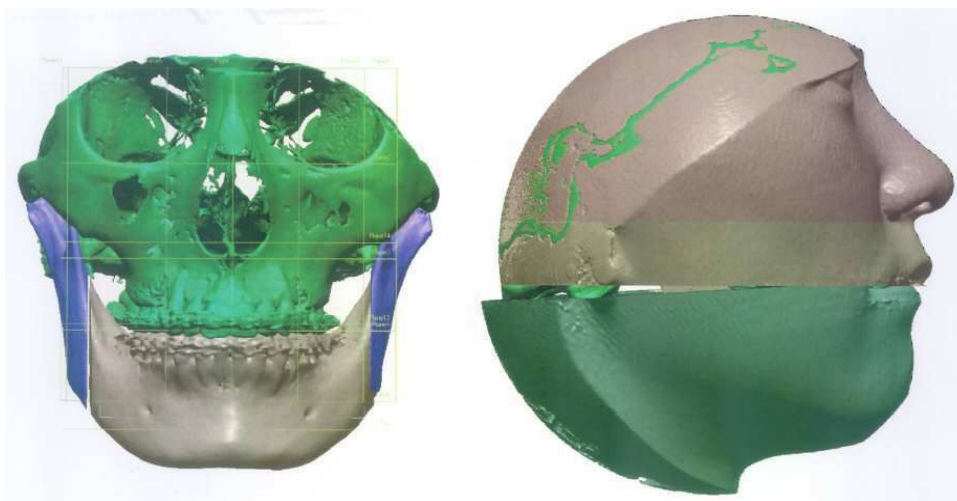
도면10



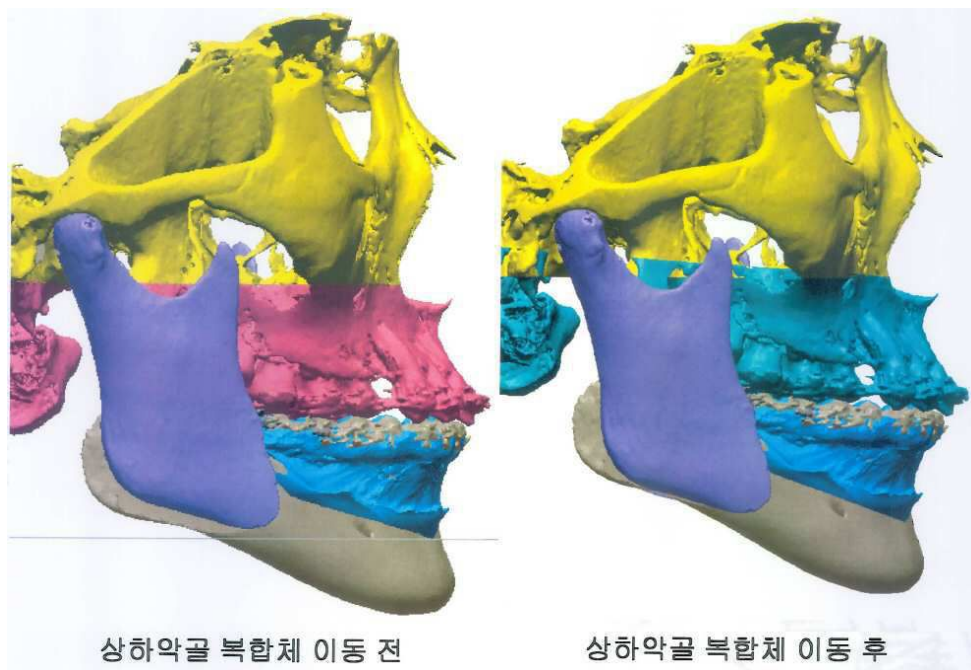
도면11



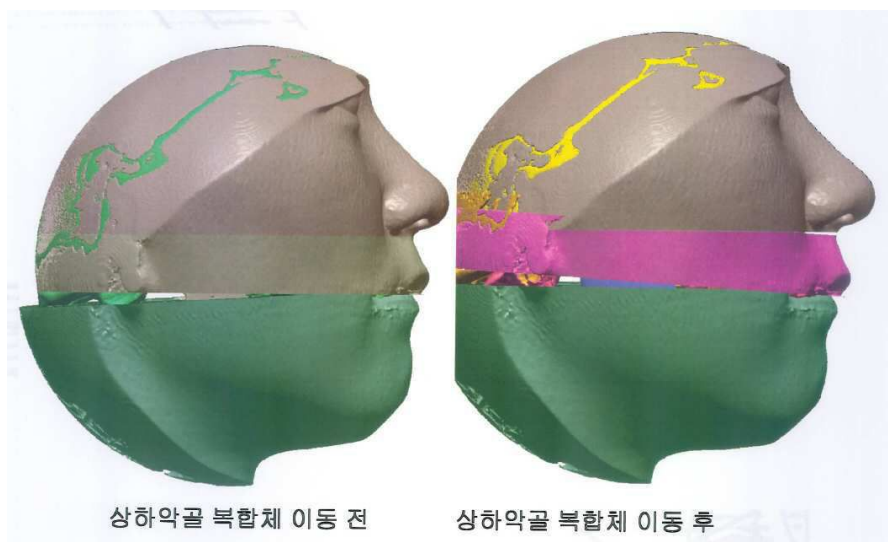
도면12



도면13



도면14



도면15

