(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년09월04일
(11) 등록번호 10-2152423
(24) 등록일자 2020년08월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 34/10 (2016.01) *A61B 6/00* (2006.01)
A61C 8/00 (2006.01) *A61C 9/00* (2006.01)
G06N 3/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 34/10 (2016.02)
A61B 6/505 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0018746
(22) 출원일자 2019년02월18일
심사청구일자 2019년02월18일
(65) 공개번호 10-2020-0103196
(43) 공개일자 2020년09월02일
(56) 선행기술조사문헌
KR101623356 B1*
WO2018221027 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
부산대학교 산학협력단
부산광역시 금정구 부산대학로63번길 2 (장전동, 부산대학교)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
황재준
경상남도 양산시 물금읍 금오로 20 양산부산대학교병원
문홍석
서울특별시 용산구 이촌로 347, 14동 905호(서빙고동, 신동아아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
오위환, 나성곤, 정기택

전체 청구항 수 : 총 15 항 심사관 : 이성수

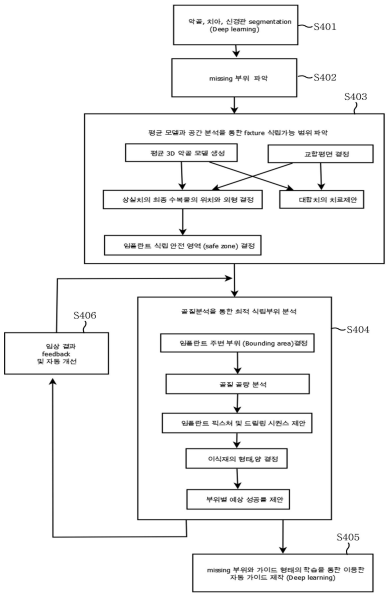
(54) 발명의 명칭 **개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 딥러닝 기반의 3차원 의료영상 분석 및 의사결정 지원을 통하여 임플란트 식립 위치를 자동으로 결정하고 정밀성을 높인 시술이 가능하도록 한 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치 및 방법에 관한 것으로, 영상 획득 수단으로부터 제공되는 악골, 치아, 신경관이 라벨링된 3차원 이미지를 딥러닝 네트워크로 학

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도4



습하여 분할(segmetnation)하는 분할 처리부;상기 분할 처리부에서 분할 처리되어 분류(Classification) 된 정보로부터 결측 치아의 영역 정보를 추출 및 인식하는 결측 영역 인식부;환자의 상하악 모델의 잔존치 치아 배열 분석을 통한 교합평면 결정을 하여, 평균 모델과 교합 및 공간 분석을 통해 상실치의 최종 수복물의 위치와 외형 결정하고, 임플란트 식립 안전영역(safe zone)을 결정하는 픽스쳐 식립 범위 분석부;상기 픽스쳐 식립 범위 분석부의 분석 결과를 기준으로 임플란트 경계 영역(bounding area)을 결정하고, 임플란트 경계 영역의 골질 및 골량을 분석하여 이를 기준으로 임플란트 픽스쳐 및 드릴링 시퀀스 결정을 하는 최적 식립 부위 분석부;치아 결측 부위 형태를 기준으로 임플란트 가이드의 형태를 학습시켜 자동으로 임플란트 가이드 설계값 산출하는 임플란트 가이드 설계값 산출부;를 포함하는 것이다.

(52) CPC특허분류
A61B 6/5211 (2013.01)
A61C 8/009 (2013.01)
A61C 9/0046 (2013.01)
G06N 3/08 (2013.01)
A61B 2034/102 (2016.02)
A61B 2034/105 (2016.02)
A61B 2034/108 (2016.02)

(72) 발명자
김종은
서울특별시 강서구 공항대로71길 31, 102동 610호 (염창동, 극동상록수아파트)
조봉혜
경상남도 양산시 물금읍 금오로 20 양산부산대학교 병원
정연화
경상남도 양산시 물금읍 금오로 20 양산부산대학교 병원

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345277475
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(교육부)(R&D)
연구과제명 티타늄 치과 임플란트의 골유착 및 연조직 부착을증진시키기 위한 복합표면처리 방법의 개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 연세대학교
연구기간 2018.03.01 ~ 2019.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345278531
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(교육부)(R&D)
연구과제명 3차원 광학스캐너와 타겟 트래킹 기술을 이용한 정밀 하악운동 추적 시스템 개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 연세대학교
연구기간 2018.03.01 ~ 2019.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

영상 획득 수단으로부터 제공되는 악골, 치아, 신경관이 라벨링된 3차원 이미지를 딥러닝 네트워크로 학습하여 분할(segmetnation)하는 분할 처리부;

상기 분할 처리부에서 분할 처리되어 분류(Classification) 된 정보로부터 결측 치아의 영역 정보를 추출 및 인식하는 결측 영역 인식부;

환자의 상하악 모델의 잔존치 치아 배열 분석을 통한 교합평면 결정을 하여, 평균 모델과 교합 및 공간 분석을 통해 상실치의 최종 수복물의 위치와 외형 결정하고, 임플란트 식립 안전영역(safe zone)을 결정하는 픽스쳐 식립 범위 분석부;

상기 픽스쳐 식립 범위 분석부의 분석 결과를 기준으로 임플란트 경계 영역(bounding area)을 결정하고, 임플란트 경계 영역의 골질 및 골량을 분석하여 이를 기준으로 임플란트 픽스쳐 및 드릴링 시퀀스 결정을 하는 최적 식립 부위 분석부;

치아 결측 부위 형태를 기준으로 임플란트 가이드의 형태를 학습시켜 자동으로 임플란트 가이드 설계값 산출하는 임플란트 가이드 설계값 산출부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 식립된 환자의 데이터를 기반으로 임플란트 성공률, 부작용에 관한 데이타를 수집하여 최적 식립 부위 및 예상 성공률 분석을 위한 피드백을 하고,

피드백에 의해 구축된 빅데이터 분석을 통한 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 정보를 제공하는 결과 피드백 및 분석 데이터 제공부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 픽스쳐 식립 범위 분석부는,

환자 데이터들을 이용해 평균 3D 스컬(skull) 모델을 생성하는 평균 3D 악골 모델 생성부와,

환자의 상하악 모델의 잔존치 치아 배열 분석을 통한 교합평면 결정을 하는 교합평면 결정부와,

평균 3D 스컬 모델의 상하악을 환자의 상하악 이미지에 따로 워핑(warping)을 하고, 워핑의 결과로 얻어진 치아의 형태, 교합평면, 대합 치와의 공간분석을 종합하여 최종 보철물의 위치와 외형을 결정하는 수복물 위치 및 외형 결정부와,

교합평면에서 벗어난 대합치의 치료를 결정하는 대합치료 결정부와,

모핑(morphing)된 치아의 위치를 바탕으로, 치아 결측 부위 주변 3차원 이미지에서 주변 주요 중요 구조물과의 거리를 계산하여 임플란트 식립이 가능한 식립 안전 영역(safe zone)을 결정하는 식립 안전 영역 결정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 수복물 위치 및 외형 결정부는,

워핑을 위한 방법으로 비강직 정합(non-rigid registration) 또는 템플릿 정합(template matching) 또는 딥러닝 네트워크(deep learning network)를 사용하는 것을 특징으로 하는 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치.

청구항 5

제 3 항에 있어서, 상기 식립 안전 영역 결정부는 식립 안전 영역(safe zone)을 결정하기 위하여,

치아 결측 부위 주변 3차원 이미지에서 주변 치아 또는 임플란트 또는 피질골판(cortical layer) 또는 신경과의 거리를 계산하여 간격이 허용되는 영역에서 임플란트 식립이 가능한 식립 안전 영역(safe zone)을 결정하는 것을 특징으로 하는 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치.

청구항 6

제 3 항에 있어서, 상기 대합치료 결정부는 교합평면에서 벗어난 대합치의 치료를 결정하기 위하여,

교합평면에서의 이격 정도를 기준으로 대합치를 현 상태로의 유지 또는 조정(adjustment)이나 크라운(crown) 수복을 통한 교합평면 상의 가지런한 배열 또는 교정적 치료를 통한 교합평면 상의 가지런한 배열을 결정하는 것을 특징으로 하는 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 최적 식립 부위 분석부는,

임플란트 픽스쳐(fixture) 형태 내부에 특정 두께만큼의 경계 영역(Bounding area)을 설정하는 바운딩 영역 결정부와,

CT 및 CBCT 및 MRI의 골 분할(bone segmentation)시의 마이크로시티의 이진화 이미지를 기준으로 딥러닝을 이용해 학습시켜 정확도를 높인 이진화 이미지를 얻은 후, 이를 바탕으로 경계 영역(Bounding area)의 골질 및 골량을 분석을 하는 골질 및 골량 분석부와,

상기 골질 및 골량 분석부의 임플란트 식립 부위의 골질 및 골량 평가를 기준으로 식립할 임플란트의 직경 및 길이를 결정하고, 해당 임플란트를 식립하기 위한 드릴링 시퀀스를 결정하여 골질이 약한 경우 undersize 드릴링, countersink 드릴을 생략하도록 하는 픽스쳐 및 드릴링 시퀀스 결정부와,

결정된 부위에 임플란트 픽스쳐 식립을 계획한 후, 임플란트 픽스쳐가 골밖으로 노출된 부분을 검출하여 특정 두께와 높이 이상의 골이 덮이도록 골이식재의 형태와 양을 결정하는 이식재 형태 및 양 결정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치.

청구항 8

영상 획득 수단으로부터 제공되는 악골, 치아, 신경관이 라벨링된 3차원 이미지를 딥러닝 네트워크로 학습하여 분할(segmetnation)하는 분할 처리 단계;

상기 분할 처리 단계에서 분할 처리되어 분류(Classification) 된 정보로부터 결측 치아의 영역 정보를 추출 및 인식하는 결측 영역 인식 단계;

환자의 상하악 모델의 잔존치 치아 배열 분석을 통한 교합평면 결정을 하여, 평균 모델과 교합 및 공간 분석을 통해 상실치의 최종 수복물의 위치와 외형 결정하고, 임플란트 식립 안전영역(safe zone)을 결정하는 픽스쳐 식립 범위 분석 단계;

상기 픽스쳐 식립 범위 분석 단계의 분석 결과를 기준으로 임플란트 경계 영역(bounding area)을 결정하고, 임플란트 경계 영역의 골질 및 골량을 분석하여 이를 기준으로 임플란트 픽스쳐 및 드릴링 시퀀스 결정을 하는 최적 식립 부위 분석 단계;

치아 결측 부위 형태를 기준으로 임플란트 가이드의 형태를 학습시켜 자동으로 임플란트 가이드 설계값 산출하는 임플란트 가이드 설계값 산출 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 임플란트 가이드 설계값 산출 단계에서,

치아 결측 부위 형태를 기준으로 임플란트 가이드의 형태를 학습시켜 자동으로 임플란트 가이드 설계값 산출하기 위하여 GAN(generative neural network)를 사용하는 것을 특징으로 하는 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서, 식립된 환자의 데이터를 기반으로 임플란트 성공률, 부작용에 관한 데이타를 수집하여 최적 식립 부위 및 예상 성공률 분석을 위한 피드백을 하고, 피드백에 의해 구축된 빅데이터 분석을 통한 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 정보를 제공하는 결과 피드백 및 분석 데이터 제공 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 방법.

청구항 11

제 8 항에 있어서, 상기 픽스쳐 식립 범위 분석 단계는,

환자 데이터들을 이용해 평균 3D 스컬(skull) 모델을 생성하는 평균 3D 악골 모델 생성 단계와, 환자의 상하악 모델의 잔존치 치아 배열 분석을 통한 교합평면 결정을 하는 교합평면 결정 단계와,

평균 3D 스컬 모델의 상하악을 환자의 상하악 이미지에 따로 워핑(warping)을 하고, 워핑의 결과로 얻어진 치아의 형태, 교합평면, 대합 치와의 공간분석을 종합하여 최종 보철물의 위치와 외형을 결정하는 수복물 위치 및 외형 결정 단계와,

교합평면에서 벗어난 대합치의 치료를 결정하는 대합치료 결정 단계와,

모핑(morphing)된 치아의 위치를 바탕으로, 치아 결측 부위 주변 3차원 이미지에서 주변 주요 중요 구조물과의 거리를 계산하여 임플란트 식립이 가능한 식립 안전 영역(safe zone)을 결정하는 식립 안전 영역 결정 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 수복물 위치 및 외형 결정 단계는 워핑을 위한 방법으로,

비강직 정합(non-rigid registration) 또는 템플릿 정합(template matching) 또는 딥러닝 네트워크(deep learning network)를 사용하는 것을 특징으로 하는 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서, 상기 식립 안전 영역 결정 단계는 식립 안전 영역(safe zone)을 결정하기 위하여,

치아 결측 부위 주변 3차원 이미지에서 주변 치아 또는 임플란트 또는 피질골판(cortical layer) 또는 신경과의 거리를 계산하여 간격이 허용되는 영역에서 임플란트 식립이 가능한 식립 안전 영역(safe zone)을 결정하는 것을 특징으로 하는 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 방법.

청구항 14

제 11 항에 있어서, 상기 대합치료 결정 단계는 교합평면에서 벗어난 대합치의 치료를 결정하기 위하여,

교합평면에서의 이격 정도를 기준으로 대합치를 현 상태로의 유지 또는 조정(adjustment)이나 크라운(crown) 수복을 통한 교합평면 상의 가지런한 배열 또는 교정적 치료를 통한 교합평면 상의 가지런한 배열을 결정하는 것을 특징으로 하는 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 방법.

청구항 15

제 8 항에 있어서, 상기 최적 식립 부위 분석 단계는,

임플란트 픽스쳐(fixture) 형태 내부에 특정 두께만큼의 경계 영역(Bounding area)을 설정하는 바운딩 영역 결정 단계와,

CT 및 CBCT 및 MRI의 골 분할(bone segmentation)시의 마이크로시티의 이진화 이미지를 기준으로 딥러닝을 이용해 학습시켜 정확도를 높인 이진화 이미지를 얻은 후, 이를 바탕으로 경계 영역(Bounding area)의 골질 및 골량을 분석을 하는 골질 및 골량 분석 단계와,

상기 골질 및 골량 분석 단계의 임플란트 식립 부위의 골질 및 골량 평가를 기준으로 식립할 임플란트의 직경 및 길이를 결정하고, 해당 임플란트를 식립하기 위한 드릴링 시퀀스를 결정하여 골질이 약한 경우 undersize 드릴링, countersink 드릴을 생략하도록 하는 픽스쳐 및 드릴링 시퀀스 결정 단계와,

결정된 부위에 임플란트 픽스쳐 식립을 계획한 후, 임플란트 픽스쳐가 골밖으로 노출된 부분을 검출하여 특정 두께와 높이 이상의 골이 덮이도록 골이식재의 형태와 양을 결정하는 이식재 형태 및 양 결정 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 임플란트 식립에 관한 것으로, 구체적으로 딥러닝 기반의 3차원 의료영상 분석 및 의사결정 지원을 통하여 임플란트 식립 위치를 자동으로 결정하고 정밀성을 높인 시술이 가능하도록 한 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 치과용 임플란트는 단일 결손치 수복은 물론이거니와 부분 무치아 및 완전 무치아 환자에게 의치의 기능을 증진시키고, 치아 보철 수복의 심미적인 면을 개선시키며, 나아가 주위의 지지골 조직에 가해지는 과도한 응력을 분산시킴과 아울러 치열의 안정화에 도움을 준다.

[0003] 통상적으로 임플란트 시술시에 치은을 절개하여 치조골을 노출시킨 후 그 위에 직접 드릴 등을 이용하여 천공을 하는 경우, 천공 작업을 수행할 정확한 위치 및 방향을 정확하게 파악하기 곤란하므로 통상적으로 스텐트(stent)라고 하는 보조 기구를 사용하고 있다.

[0004] 한편, 임플란트 시술 과정에서 임플란트 시술의 정확성을 높이기 위해 모의시술 및 시술계획이 수반된다.

[0005] 이러한 모의시술 및 시술계획에는 피시술자의 구강 영역에 대한 정확한 데이터가 필수적이다.

[0006] 일반적으로 피시술자의 구강 영역에 대한 데이터를 획득하기 위해 피시술자의 구강 영역을 컴퓨터 단층촬영(Computed Tomography, CT) 기구로 촬영하여 입체 영상 데이터를 획득하는 방식이 사용된다.

[0007] 그런데 컴퓨터 단층촬영(Computed Tomography, CT) 기구에서 획득된 CT 데이터는 피시술자의 뼈 형상 등을 정확하게 파악할 수 있는 장점에 비하여, 잇몸의 형상을 정확히 파악하기 어렵고 피시술자의 구강 내부에 마련되는 다양한 형태의 보철물 및 보형물에 의해 영상이 왜곡될 수 있는 문제가 있다.

[0008] 따라서 인상재를 이용하여 획득된 피시술자의 구강 내부 형상으로 제작된 치아 석고 본 3차원 스캐너 등으로 스캔하여 스캔 데이터를 획득된 한 후, CT 데이터와 스캔 데이터를 중첩하여 CT 데이터에서 피시술자의 구강 내부 영역을 스캔 데이터로 대체한 하이브리드 데이터가 모의시술에 사용되고 있다.

[0009] 그리고 픽스쳐를 포함하는 임플란트의 식립은 환자마다 많은 차이가 있는데 이는 환자의 치아의 상태, 임플란트 시술이 필요한 치아의 위치, 환자의 치조골의 상태 등 다양한 요인에 의해 임플란트의 식립위치 등이 결정되어야 하기 때문이다.

[0010] 위와 같은 각 환자의 다양한 요인을 고려하여 임플란트의 식립 위치 및 깊이와 방향을 결정하게 되는데 이는 환자의 특성을 고려하여 신중하게 결정하여야 한다.

[0011] 즉, 환자의 구강 치조골의 특성에 기초하여 정확하고 정밀하게 식립위치 및 방향 등을 정하는 것이 필요하다.

[0012] 또한, 임플란트 식립을 위해 치조골의 천공 시 정확한 천공을 위해 스텐트를 구강에 설치한 상태에서 천공을 하게 된다.

[0013] 종래 기술에서는 임플란트의 식립위치 등을 결정하기 위해 CT 등의 영상진단기기 등을 이용하여 환자의 치조골 영상을 얻고 이에 기초하여 시술자의 경험에 기초하여 임플란트의 식립 위치 및 방향 등을 결정하는 것이 일반적이었다.

[0014] 하지만, CT 등의 영상이 치조골의 상태는 비교적 정확하게 나타내지만 구강 내의 연조직에 대해서는 3차원 영상으로 구현하지 못하는 문제점이 있거나 연조직간 경계구분이 모호할 때가 있어 영상이 부정확하고 따라서 이에 기초하여 모의된 임플란트 식립위치 및 방향 깊이 등이 정확하지 않은 문제점이 있다.

[0015] 또한, 시술자의 경험에 비추어 임플란트의 식립위치 등을 결정함에 따라 특이한 환자의 경우 식립위치 등이 잘

못될 수도 있고 임플란트 식립위치를 최적으로 설정하는 것이 매우 어려운 문제점이 있다.

[0016] 또한, 경험이 부족한 초심자의 경우 식립위치 선정에 어려움이 있어 효율적으로 임플란트 시술을 할 수 없는 문제점이 있다.

[0017] 또한, 해상도가 비교적 낮은 CT영상만을 기반으로 연조직 등의 구강내 구조를 재현하여 식립도움장치(implant stent)를 제작하더라도 정밀도, 적합도 등에 한계가 발생한다.

[0018] 이와 같이 임플란트의 식립 위치는 임플란트 예후에 중요한 요소이나, 현재는 치과의사의 주관적인 경험을 바탕으로 그 위치가 결정되고 있다.

[0019] 따라서, 임플란트 성공률을 높이기 위해 정량화된 방법으로 식립 절차를 수립 및 진행할 수 있도록 하는 새로운 기술의 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0020] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2017-0125599호

(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허 제10-2018-0047850호

(특허문헌 0003) 대한민국 공개특허 제10-2018-0021635호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0021] 본 발명은 종래 기술의 임플란트 식립 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 딥러닝 기반의 3차원 의료영상 분석 및 의사결정 지원을 통하여 임플란트 식립 위치를 자동으로 결정하고 정밀성을 높인 시술이 가능하도록 한 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0022] 본 발명은 이미지 인식 분야에서 높은 정확도를 보이고 있는 딥러닝(deep learning)을 이용하여, CT(Computed Tomograghy) 및 CBCT(Cone Beam Computed Tomograghy) 및 MRI(Magnetic Resonance Imaging),PET(Positron Emission Tomography) 등의 영상에서 치아, 악골 및 신경관을 인식하여 인식된 해부학적 정보를 이용하여 정확한 임플란트 식립 위치를 자동으로 최적화할 수 있도록 한 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0023] 본 발명은 영상으로부터 딥러닝을 통하여 악골, 치아, 신경관을 인식하고, 치아 상실 부위의 골량과 골질을 분석하여 임플란트 식립 위치를 자동으로 결정할 수 있도록 한 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0024] 본 발명은 결측 영역을 인식하고, 픽스쳐 식립 범위 분석 및 최적 식립 부위 분석을 통하여 임플란트 가이드 설계값 산출을 하는 구성을 포함하는 정량화된 방법으로 식립 절차를 수립 및 진행할 수 있도록 하여 임플란트 성공률을 높일 수 있도록 한 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0025] 본 발명의 다른 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0026] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치는 영상 획득 수단으로부터 제공되는 악골, 치아, 신경관이 라벨링된 3차원 이미지를 딥러닝 네트워크로 학습하여 분할(segmetnation)하는 분할 처리부;상기 분할 처리부에서 분할 처리되어 분류(Classification) 된 정보로부터 결측 치아의 영역 정보를 추출 및 인식하는 결측 영역 인식부;환자의 상하악 모델의 잔존치 치아 배열 분석을 통한 교합평면 결정을 하여, 평균 모델과 교합 및 공간 분석을 통해 상실치의 최종 수복물의 위치와 외형 결정하고, 임플란트 식립 안전영역(safe zone)을 결정하는 픽스쳐 식립 범위 분석부;상기 픽스쳐 식립 범위 분석부의

분석 결과를 기준으로 임플란트 경계 영역(bounding area)을 결정하고, 임플란트 경계 영역의 골질 및 골량을 분석하여 이를 기준으로 임플란트 픽스쳐 및 드릴링 시퀀스 결정을 하는 최적 식립 부위 분석부;치아 결측 부위 형태를 기준으로 임플란트 가이드의 형태를 학습시켜 자동으로 임플란트 가이드 설계값 산출하는 임플란트 가이드 설계값 산출부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 여기서, 식립된 환자의 데이터를 기반으로 임플란트 성공률, 부작용에 관한 데이타를 수집하여 최적 식립 부위 및 예상 성공률 분석을 위한 피드백을 하고, 피드백에 의해 구축된 빅데이터 분석을 통한 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 정보를 제공하는 결과 피드백 및 분석 데이터 제공부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0028] 그리고 상기 픽스쳐 식립 범위 분석부는, 환자 데이터들을 이용해 평균 3D 스컬(skull) 모델을 생성하는 평균 3D 악골 모델 생성부와,환자의 상하악 모델의 잔존치 치아 배열 분석을 통한 교합평면 결정을 하는 교합평면 결정부와,평균 3D 스컬 모델의 상하악을 환자의 상하악 이미지에 따로 워핑(warping)을 하고, 워핑의 결과로 얻어진 치아의 형태, 교합평면, 대합 치와의 공간분석을 종합하여 최종 보철물의 위치와 외형을 결정하는 수복물 위치 및 외형 결정부와,교합평면에서 벗어난 대합치의 치료를 결정하는 대합치료 결정부와,모핑(morphing)된 치아의 위치를 바탕으로, 치아 결측 부위 주변 3차원 이미지에서 주변 주요 중요 구조물과의 거리를 계산하여 임플란트 식립이 가능한 식립 안전 영역(safe zone)을 결정하는 식립 안전 영역 결정부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0029] 그리고 상기 수복물 위치 및 외형 결정부는, 워핑을 위한 방법으로 비강직 정합(non-rigid registration) 또는 템플릿 정합(template matching) 또는 딥러닝 네트워크(deep learning network)를 사용하는 것을 특징으로 한다.

[0030] 그리고 상기 식립 안전 영역 결정부는 식립 안전 영역(safe zone)을 결정하기 위하여, 치아 결측 부위 주변 3차원 이미지에서 주변 치아 또는 임플란트 또는 피질골판(cortical layer) 또는 신경과의 거리를 계산하여 간격이 허용되는 영역에서 임플란트 식립이 가능한 식립 안전 영역(safe zone)을 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0031] 그리고 상기 대합치료 결정부는 교합평면에서 벗어난 대합치의 치료를 결정하기 위하여, 교합평면에서의 이격 정도를 기준으로 대합치를 현 상태로의 유지 또는 조정(adjustment)이나 크라운(crown) 수복을 통한 교합평면 상의 가지런한 배열 또는 교정적 치료를 통한 교합평면 상의 가지런한 배열을 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0032] 그리고 상기 최적 식립 부위 분석부는, 임플란트 픽스쳐(fixture) 형태 내부에 특정 두께만큼의 경계 영역(Bounding area)을 설정하는 바운딩 영역 결정부와,CT 및 CBCT 및 MRI의 골 분할(bone segmentation)시의 마이크로시티의 이진화 이미지를 기준으로 딥러닝을 이용해 학습시켜 정확도를 높인 이진화 이미지를 얻은 후, 이를 바탕으로 경계 영역(Bounding area)의 골질 및 골량을 분석을 하는 골질 및 골량 분석부와,상기 골질 및 골량 분석부의 임플란트 식립 부위의 골질 및 골량 평가를 기준으로 식립할 임플란트의 직경 및 길이를 결정하고, 해당 임플란트를 식립하기 위한 드릴링 시퀀스를 결정하여 골질이 약한 경우 undersize 드릴링, countersink 드릴을 생략하도록 하는 픽스쳐 및 드릴링 시퀀스 결정부와,결정된 부위에 임플란트 픽스쳐 식립을 계획한 후, 임플란트 픽스쳐가 골밖으로 노출된 부분을 검출하여 특정 두께와 높이 이상의 골이 덮이도록 골이식재의 형태와 양을 결정하는 이식재 형태 및 양 결정부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0033] 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 방법은 영상 획득 수단으로부터 제공되는 악골, 치아, 신경관이 라벨링된 3차원 이미지를 딥러닝 네트워크로 학습하여 분할(segmetnation)하는 분할 처리 단계;상기 분할 처리 단계에서 분할 처리되어 분류(Classification) 된 정보로부터 결측 치아의 영역 정보를 추출 및 인식하는 결측 영역 인식 단계;환자의 상하악 모델의 잔존치 치아 배열 분석을 통한 교합평면 결정을 하여, 평균 모델과 교합 및 공간 분석을 통해 상실치의 최종 수복물의 위치와 외형 결정하고, 임플란트 식립 안전영역(safe zone)을 결정하는 픽스쳐 식립 범위 분석 단계;상기 픽스쳐 식립 범위 분석 단계의 분석 결과를 기준으로 임플란트 경계 영역(bounding area)을 결정하고, 임플란트 경계 영역의 골질 및 골량을 분석하여 이를 기준으로 임플란트 픽스쳐 및 드릴링 시퀀스 결정을 하는 최적 식립 부위 분석 단계; 치아 결측 부위 형태를 기준으로 임플란트 가이드의 형태를 학습시켜 자동으로 임플란트 가이드 설계값 산출하는 임플란트 가이드 설계값 산출 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0034] 여기서, 상기 임플란트 가이드 설계값 산출 단계에서, 치아 결측 부위 형태를 기준으로 임플란트 가이드의 형태를 학습시켜 자동으로 임플란트 가이드 설계값 산출하기 위하여 GAN(generative neural network)를 사용하는 것을 특징으로 한다.

[0035] 그리고 식립된 환자의 데이터를 기반으로 임플란트 성공률, 부작용에 관한 데이타를 수집하여 최적 식립 부위

및 예상 성공률 분석을 위한 피드백을 하고, 피드백에 의해 구축된 빅데이터 분석을 통한 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 정보를 제공하는 결과 피드백 및 분석 데이터 제공 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0036] 그리고 상기 픽스쳐 식립 범위 분석 단계는, 환자 데이터들을 이용해 평균 3D 스컬(skull) 모델을 생성하는 평균 3D 악골 모델 생성 단계와, 환자의 상하악 모델의 잔존치 치아 배열 분석을 통한 교합평면 결정을 하는 교합평면 결정 단계와, 평균 3D 스컬 모델의 상하악을 환자의 상하악 이미지에 따로 워핑(warping)을 하고, 워핑의 결과로 얻어진 치아의 형태, 교합평면, 대합 치와의 공간분석을 종합하여 최종 보철물의 위치와 외형을 결정하는 수복물 위치 및 외형 결정 단계와, 교합평면에서 벗어난 대합치의 치료를 결정하는 대합치료 결정 단계와,모핑(morphing)된 치아의 위치를 바탕으로, 치아 결측 부위 주변 3차원 이미지에서 주변 주요 중요 구조물과의 거리를 계산하여 임플란트 식립이 가능한 식립 안전 영역(safe zone)을 결정하는 식립 안전 영역 결정 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0037] 그리고 상기 수복물 위치 및 외형 결정 단계는 워핑을 위한 방법으로, 비강직 정합(non-rigid registration) 또는 템플릿 정합(template matching) 또는 딥러닝 네트워크(deep learning network)를 사용하는 것을 특징으로 한다.

[0038] 그리고 상기 식립 안전 영역 결정 단계는 식립 안전 영역(safe zone)을 결정하기 위하여, 치아 결측 부위 주변 3차원 이미지에서 주변 치아 또는 임플란트 또는 피질골판(cortical layer) 또는 신경과의 거리를 계산하여 간격이 허용되는 영역에서 임플란트 식립이 가능한 식립 안전 영역(safe zone)을 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0039] 그리고 상기 대합치료 결정 단계는 교합평면에서 벗어난 대합치의 치료를 결정하기 위하여, 교합평면에서의 이격 정도를 기준으로 대합치를 현 상태로의 유지 또는 조정(adjustment)이나 크라운(crown) 수복을 통한 교합평면 상의 가지런한 배열 또는 교정적 치료를 통한 교합평면 상의 가지런한 배열을 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0040] 그리고 상기 최적 식립 부위 분석 단계는, 임플란트 픽스쳐(fixture) 형태 내부에 특정 두께만큼의 경계 영역(Bounding area)을 설정하는 바운딩 영역 결정 단계와,CT 및 CBCT 및 MRI의 골 분할(bone segmentation)시의 마이크로시티의 이진화 이미지를 기준으로 딥러닝을 이용해 학습시켜 정확도를 높인 이진화 이미지를 얻은 후, 이를 바탕으로 경계 영역(Bounding area)의 골질 및 골량을 분석을 하는 골질 및 골량 분석 단계와,상기 골질 및 골량 분석 단계의 임플란트 식립 부위의 골질 및 골량 평가를 기준으로 식립할 임플란트의 직경 및 길이를 결정하고, 해당 임플란트를 식립하기 위한 드릴링 시퀀스를 결정하여 골질이 약한 경우 undersize 드릴링, countersink 드릴을 생략하도록 하는 픽스쳐 및 드릴링 시퀀스 결정 단계와,결정된 부위에 임플란트 픽스쳐 식립을 계획한 후, 임플란트 픽스쳐가 골밖으로 노출된 부분을 검출하여 특정 두께와 높이 이상의 골이 덮이도록 골이식재의 형태와 양을 결정하는 이식재 형태 및 양 결정 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0041] 이상에서 설명한 바와 같은 본 발명에 따른 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치 및 방법은 다음과 같은 효과가 있다.

[0042] 첫째, 딥러닝 기반의 3차원 의료영상 분석 및 의사결정 지원을 통하여 임플란트 식립 위치를 자동으로 결정하고 정밀성을 높인 시술이 가능하도록 한다.

[0043] 둘째, 이미지 인식 분야에서 높은 정확도를 보이고 있는 딥러닝(deep learning)을 이용하여, CT 및 CBCT 및 MRI, PET 등의 영상에서 치아, 악골 및 신경관을 인식하여 인식된 해부학적 정보를 이용하여 정확한 임플란트 식립 위치를 자동으로 최적화할 수 있도록 한다.

[0044] 셋째, 영상으로부터 딥러닝을 통하여 악골, 치아, 신경관을 인식하고, 치아 상실 부위의 골량과 골질을 분석하여 임플란트 식립 위치를 자동으로 결정할 수 있도록 한다.

[0045] 넷째, 결측 영역을 인식하고, 픽스쳐 식립 범위 분석 및 최적 식립 부위 분석을 통하여 임플란트 가이드 설계값 산출을 하는 구성을 포함하는 정량화된 방법으로 식립 절차를 수립 및 진행할 수 있도록 하여 임플란트 성공률을 높일 수 있도록 한다.

도면의 간단한 설명

[0046] 도 1은 본 발명에 따른 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치의 구성도

도 2는 본 발명에 따른 픽스쳐 식립 범위 분석부의 상세 구성도

도 3은 본 발명에 따른 최적 식립 부위 분석부의 상세 구성도

도 4는 본 발명에 따른 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 방법을 나타낸 플로우 차트

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0047] 이하, 본 발명에 따른 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치 및 방법의 바람직한 실시 예에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0048] 본 발명에 따른 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치 및 방법의 특징 및 이점들은 이하에서의 각 실시 예에 대한 상세한 설명을 통해 명백해질 것이다.

[0049] 도 1은 본 발명에 따른 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치의 구성도이다.

[0050] 본 발명에 따른 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치 및 방법은 딥러닝 기반의 3차원 의료영상 분석 및 의사결정 지원을 통하여 임플란트 식립 위치를 자동으로 결정하고 정밀성을 높인 시술이 가능하도록 한 것이다.

[0051] 본 발명은 영상으로부터 딥러닝을 통하여 악골, 치아, 신경관을 인식하고, 치아 상실 부위의 골량과 골질을 분석하여 임플란트 식립 위치를 자동으로 결정하는 구성을 포함할 수 있다.

[0052] 본 발명은 정량화된 방법으로 식립 절차를 수립 및 진행하기 위하여 결측 영역을 인식하고, 픽스쳐 식립 범위 분석 및 최적 식립 부위 분석을 통하여 임플란트 가이드 설계값 산출을 하는 구성을 포함할 수 있다.

[0053] 이하의 설명에서 딥러닝(deep learning)을 이용하는 임플란트 식립 위치 결정 및 최적화 괴정에 사용되는 영상 획득 수단은 CT(Computed Tomograghy) 및 CBCT(Cone Beam Computed Tomograghy) 및 MRI(Magnetic Resonance Imaging),PET(Positron Emission Tomography)를 포함하고, 사용되는 영상은 이로 제한되지 않는다.

[0054] 본 발명에 따른 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치는 도 1에서와 같이, 영상 획득 수단으로부터 제공되는 악골, 치아, 신경관이 라벨링된 3차원 이미지를 딥러닝 네트워크로 학습하여 악골 및 치아(치아번호), 신경관을 분할(segmetnation)하는 분할 처리부(10)와, 분류(Classification) 된 치아 번호로부터 결측된 치아 번호를 확인하고 결측된 주변 치아의 번호와 분할 부위에서 결측 치아의 영역 정보를 추출 및 인식하는 결측 영역 인식부(20)와, 평균 3D skull 모델을 생성하고, 환자의 상하악 모델의 잔존치 치아 배열 분석을 통한 교합평면 결정을 하여, 평균 모델과 교합 및 공간 분석을 통해 상실치의 최종 수복물의 위치와 외형 결정하고, 임플란트 식립 안전영역(safe zone)을 결정하는 픽스쳐 식립 범위 분석부(30)와, 임플란트 경계 영역(bounding area)을 결정하고, 임플란트 경계 영역의 골질 및 골량을 분석하여 이를 기준으로 임플란트 픽스쳐 및 드릴링 시퀀스 결정을 하는 최적 식립 부위 분석부(40)와, 임상데이터를 이용하여 치아 결측 부위 형태를 기준으로 임플란트 가이드의 형태를 학습시켜 자동으로 임플란트 가이드 설계값 산출하는 임플란트 가이드 설계값 산출부(50)와, 식립된 환자의 데이터를 기반으로 임플란트 성공률, 부작용 등의 데이타를 수집하여 최적 식립 부위 및 예상 성공률 분석을 위한 피드백을 하고 빅데이터 분석을 통한 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 정보를 제공하는 결과 피드백 및 분석 데이터 제공부(60)를 포함한다.

[0055] 여기서, 사용되는 딥러닝 네트워크는 segnet, Unet, faster RCNN 등을 포함하고, 이로 제한되지 않는다.

[0056] 그리고 픽스쳐 식립 범위 분석부(30)의 상세 구성은 다음과 같다.

[0057] 도 2는 본 발명에 따른 픽스쳐 식립 범위 분석부의 상세 구성도이다.

[0058] 픽스쳐 식립 범위 분석부(30)는 대규모 환자 데이터를 이용해 평균 3D 스컬(skull) 모델을 생성하는 평균 3D 악골 모델 생성부(31)와, 환자의 상하악 모델의 잔존치 치아 배열 분석을 통한 교합평면 결정을 하는 교합평면 결정부(32)와, 평균 3D 스컬 모델의 상하악을 환자의 상하악 이미지에 따로 워핑(warping)을 하고, 워핑의 결과로 얻어진 치아의 형태, 교합평면, 대합 치와의 공간분석을 종합하여 최종 보철물의 위치와 외형을 결정하는 수복물 위치 및 외형 결정부(33)와, 교합평면에서 벗어난 대합치의 치료를 결정하는 대합치료 결정부(34)와, 모핑(morphing)된 치아의 위치를 바탕으로, 치아 결측 부위 주변 3차원 이미지에서 주변 주요 중요 구조물과의 거리를 계산하여 임플란트 식립이 가능한 식립 안전 영역(safe zone)을 결정하는 식립 안전 영역 결정부(35)를 포함한다.

[0059] 여기서, 수복물 위치 및 외형 결정부(33)는 워핑을 위한 방법으로 비강직 정합(non-rigid registration) 또는 템플릿 정합(template matching) 또는 딥러닝 네트워크(deep learning network)를 사용하는 것이 바람직하고,

이로 제한되지 않는다.

[0060] 그리고 식립 안전 영역 결정부(35)는 식립 안전 영역(safe zone)을 결정하기 위하여, 치아 결측 부위 주변 3차원 이미지에서 주변 치아 또는 임플란트 또는 피질골판(cortical layer) 또는 신경과의 거리를 계산하여 약 1~2㎜ 간격이 허용되는 영역에서 임플란트 식립이 가능한 식립 안전 영역(safe zone)을 결정하는 것이 바람직하다.

[0061] 그리고 대합치료 결정부(34)는 교합평면에서 벗어난 대합치의 치료를 결정하기 위하여, 교합평면에서의 이격 정도를 기준으로 대합치를 현 상태로의 유지 또는 조정(adjustment)이나 크라운(crown) 수복을 통한 교합평면 상의 가지런한 배열 또는 교정적 치료를 통한 교합평면 상의 가지런한 배열을 결정하는 것이 바람직하다.

[0062] 그리고 최적 식립 부위 분석부(40)의 상세 구성은 다음과 같다.

[0063] 도 3은 본 발명에 따른 최적 식립 부위 분석부의 상세 구성도이다.

[0064] 최적 식립 부위 분석부(40)는 임플란트 픽스처(fixture) 형태 내부에 특정 두께만큼의 경계 영역(Bounding area)을 설정하는 바운딩 영역 결정부(41)와, CT 및 CBCT 및 MRI의 골 분할(bone segmentation)시의 마이크로시티의 이진화 이미지를 기준으로 딥러닝을 이용해 학습시켜 정확도를 높인 이진화 이미지를 얻은 후, 이를 바탕으로 경계 영역(Bounding area)의 골질 및 골량을 분석을 하는 골질 및 골량 분석부(42)와, 골질 및 골량 분석부(42)의 임플란트 식립 부위의 골질 및 골량 평가를 기준으로 식립할 임플란트의 직경 및 길이를 결정하고, 해당 임플란트를 식립하기 위한 드릴링 시퀀스를 결정하여 골질이 약한 경우 undersize 드릴링, countersink 드릴을 생략하도록 하는 픽스쳐 및 드릴링 시퀀스 결정부(43)와, 결정된 부위에 임플란트 픽스쳐 식립을 계획한 후, 임플란트 픽스쳐가 골밖으로 노출된 부분을 검출하여 특정 두께와 높이 이상의 골이 덮이도록 골이식재의 형태와 양을 결정하는 이식재 형태 및 양 결정부(44)를 포함한다.

[0065] 본 발명에 따른 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 방법을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

[0066] 도 4는 본 발명에 따른 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 방법을 나타낸 플로우 차트이다.

[0067] 본 발명에 따른 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 방법은 도 4에서와 같이, 영상 획득 수단으로부터 제공되는 악골, 치아, 신경관이 라벨링된 3차원 이미지를 딥러닝 네트워크로 학습하여 분할(segmetnation)하는 분할 처리 단계(S401)와, 상기 분할 처리 단계에서 분할 처리되어 분류(Classification) 된 정보로부터 결측 치아의 영역 정보를 추출 및 인식하는 결측 영역 인식 단계(S402)와, 환자의 상하악 모델의 잔존치 치아 배열 분석을 통한 교합평면 결정을 하여, 평균 모델과 교합 및 공간 분석을 통해 상실치의 최종 수복물의 위치와 외형 결정하고, 임플란트 식립 안전영역(safe zone)을 결정하는 픽스쳐 식립 범위 분석 단계(S403)와, 상기 픽스쳐 식립 범위 분석 단계의 분석 결과를 기준으로 임플란트 경계 영역(bounding area)을 결정하고, 임플란트 경계 영역의 골질 및 골량을 분석하여 이를 기준으로 임플란트 픽스쳐 및 드릴링 시퀀스 결정을 하는 최적 식립 부위 분석 단계(S404)와, 치아 결측 부위 형태를 기준으로 임플란트 가이드의 형태를 학습시켜 자동으로 임플란트 가이드 설계값 산출하는 임플란트 가이드 설계값 산출 단계(S405)와, 식립된 환자의 데이터를 기반으로 임플란트 성공률, 부작용에 관한 데이타를 수집하여 최적 식립 부위 및 예상 성공률 분석을 위한 피드백을 하고, 피드백에 의해 구축된 빅데이터 분석을 통한 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 정보를 제공하는 결과 피드백 및 분석 데이터 제공 단계(S406)를 포함한다.

[0068] 여기서, 픽스쳐 식립 범위 분석 단계(S403)는 환자 데이터들을 이용해 평균 3D 스컬(skull) 모델을 생성하는 평균 3D 악골 모델 생성 단계와, 환자의 상하악 모델의 잔존치 치아 배열 분석을 통한 교합평면 결정을 하는 교합평면 결정 단계와, 평균 3D 스컬 모델의 상하악을 환자의 상하악 이미지에 따로 워핑(warping)을 하고, 워핑의 결과로 얻어진 치아의 형태, 교합평면, 대합 치와의 공간분석을 종합하여 최종 보철물의 위치와 외형을 결정하는 수복물 위치 및 외형 결정 단계와, 교합평면에서 벗어난 대합치의 치료를 결정하는 대합치료 결정 단계와, 모핑(morphing)된 치아의 위치를 바탕으로, 치아 결측 부위 주변 3차원 이미지에서 주변 주요 중요 구조물과의 거리를 계산하여 임플란트 식립이 가능한 식립 안전 영역(safe zone)을 결정하는 식립 안전 영역 결정 단계를 포함한다.

[0069] 그리고 수복물 위치 및 외형 결정 단계는 워핑을 위한 방법으로 비강직 정합(non-rigid registration) 또는 템플릿 정합(template matching) 또는 딥러닝 네트워크(deep learning network)를 사용하는 것이 바람직하다.

[0070] 그리고 상기 식립 안전 영역 결정 단계는 식립 안전 영역(safe zone)을 결정하기 위하여, 치아 결측 부위 주변 3차원 이미지에서 주변 치아 또는 임플란트 또는 피질골판(cortical layer) 또는 신경과의 거리를 계산하여 간

격이 허용되는 영역에서 임플란트 식립이 가능한 식립 안전 영역(safe zone)을 결정하는 것이 바람직하다.

[0071] 그리고 상기 대합치료 결정 단계는 교합평면에서 벗어난 대합치의 치료를 결정하기 위하여, 교합평면에서의 이격 정도를 기준으로 대합치를 현 상태로의 유지 또는 조정(adjustment)이나 크라운(crown) 수복을 통한 교합평면 상의 가지런한 배열 또는 교정적 치료를 통한 교합평면 상의 가지런한 배열을 결정하는 것이다.

[0072] 그리고 최적 식립 부위 분석 단계(S404)는 임플란트 픽스쳐(fixture) 형태 내부에 특정 두께만큼의 경계 영역(Bounding area)을 설정하는 바운딩 영역 결정 단계와, CT 및 CBCT 및 MRI의 골 분할(bone segmentation)시의 마이크로시티의 이진화 이미지를 기준으로 딥러닝을 이용해 학습시켜 정확도를 높인 이진화 이미지를 얻은 후, 이를 바탕으로 경계 영역(Bounding area)의 골질 및 골량을 분석을 하는 골질 및 골량 분석 단계와, 상기 골질 및 골량 분석 단계의 임플란트 식립 부위의 골질 및 골량 평가를 기준으로 식립할 임플란트의 직경 및 길이를 결정하고, 해당 임플란트를 식립하기 위한 드릴링 시퀀스를 결정하여 골질이 약한 경우 undersize 드릴링, countersink 드릴을 생략하도록 하는 픽스쳐 및 드릴링 시퀀스 결정 단계와, 결정된 부위에 임플란트 픽스쳐 식립을 계획한 후, 임플란트 픽스쳐가 골밖으로 노출된 부분을 검출하여 특정 두께와 높이 이상의 골이 덮이도록 골이식재의 형태와 양을 결정하는 이식재 형태 및 양 결정 단계를 포함하는 것이다.

[0073] 이상에서 설명한 본 발명에 따른 개인맞춤형 임플란트 식립 가이드 제작을 위한 장치 및 방법은 딥러닝 기반의 3차원 의료영상 분석 및 의사결정 지원을 통하여 임플란트 식립 위치를 자동으로 결정하고 정밀성을 높인 시술이 가능하도록 한 것이다.

[0074] 이상에서의 설명에서와 같이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 본 발명이 구현되어 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[0075] 그러므로 명시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 하고, 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구 범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0076] 10. 분할 처리부

20. 결측 영역 인식부

30. 픽스쳐 식립 범위 분석부

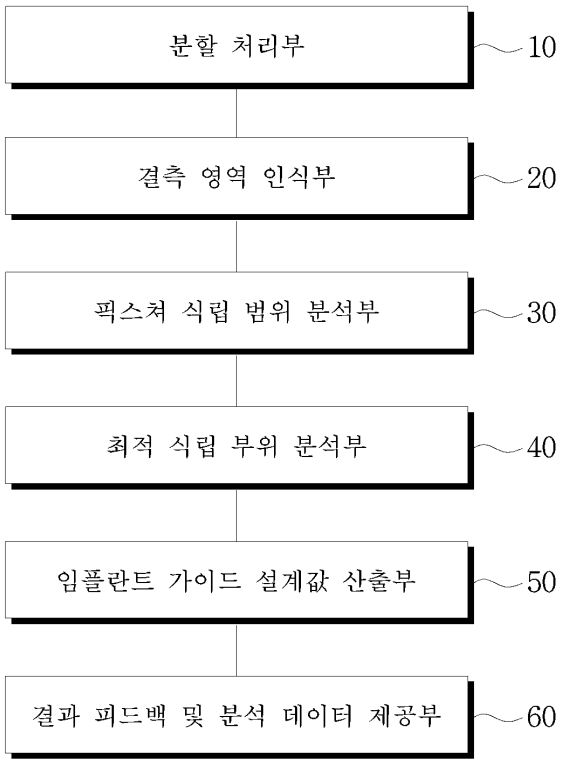
40. 최적 식립 부위 분석부

50. 임플란트 가이드 설계값 산출부

60. 결과 피드백 및 분석 데이터 제공부

도면

도면1


분할 처리부
10
결측 영역 인식부
20
픽스쳐 식립 범위 분석부
30
최적 식립 부위 분석부
40
임플란트 가이드 설계값 산출부
50
결과 피드백 및 분석 데이터 제공부
60

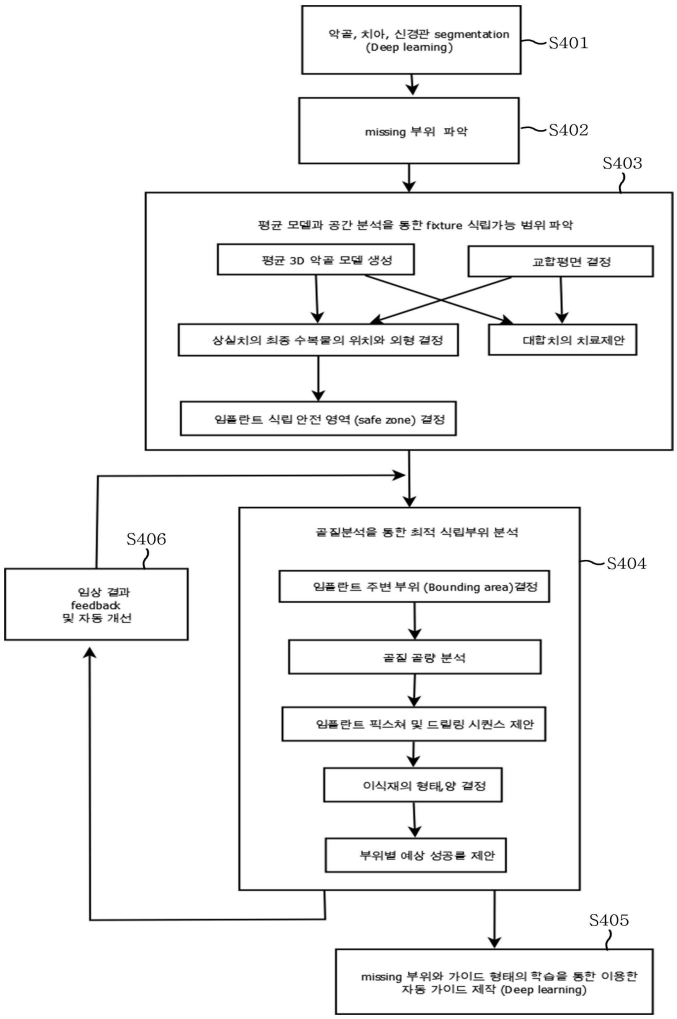
도면2

평균 3D 악골 모델 생성부
31
교합평면 결정부
32
수복물 위치 및 외형 결정부
33
대합치료 결정부
34
식립 안전 영역 결정부
35

도면3

바운딩 영역 결정부
41
골질 및 골량 분석부
42
픽스쳐 및 드릴링 시퀀스 결정부
43
이식재 형태 및 양 결정부
44

도면4


악골, 치아, 신경관 segmentation (Deep learning)
S401
missing 부위 파악
S402
S403
평균 모델과 공간 분석을 통한 fixture 식립가능 범위 파악
평균 3D 악골 모델 생성
교합평면 결정
상실치의 최종 수복물의 위치와 외형 결정
대합치의 치료제안
임플란트 식립 안전 영역 (safe zone) 결정
골질분석을 통한 최적 식립부위 분석
S404
임플란트 주변 부위 (Bounding area)결정
골질 골량 분석
임플란트 픽스쳐 및 드릴링 시퀀스 제안
이식재의 형태,양 결정
부위별 예상 성공률 제안
S406
임상 결과 feedback 및 자동 개선
S405
missing 부위와 가이드 형태의 학습을 통한 이용한 자동 가이드 제작 (Deep learning)