

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2019년 6월 13일 (13.06.2019) WIPO | PCT



(10) 국제공개번호
WO 2019/112301 A2

(51) 국제특허분류:

A61B 34/10 (2016.01) A61C 8/00 (2006.01)
A61B 6/00 (2006.01) G16H 30/40 (2018.01)
A61B 6/14 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2018/015263

(22) 국제출원일: 2018년 12월 4일 (04.12.2018)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2017-0164899 2017년 12월 4일 (04.12.2017) KR

(71) 출원인: 울산대학교 산학협력단 (UNIVERSITY OF ULSAN FOUNDATION FOR INDUSTRY COOPERATION) [KR/KR]; 44610 울산시 남구 대학로 93, Ulsan (KR). 재단법인 아산사회복지재단 (THE ASAN FOUNDATION) [KR/KR]; 05505 서울시 송파구 올림픽로 43길 88, Seoul (KR).

(72) 발명자: 김남국 (KIM, Namkug); 05504 서울시 송파구 올림픽로35길 104 16동 607호, Seoul (KR). 배명수 (BAE, Myungsoo); 06004 서울시 강남구 압구정로 201 75동 305호, Seoul (KR). 박재우 (PARK, Jaewoo); 04385 서울시 용산구 서빙고로 69 106동 2301호, Seoul (KR).

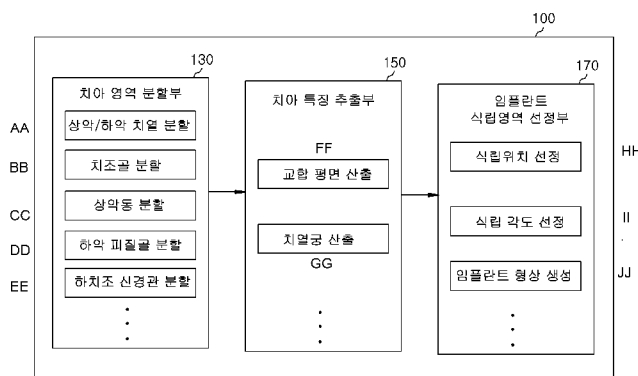
(74) 대리인: 제일특허법인(유) (FIRSTLAW P.C.); 06775 서울시 서초구 마방로 60, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: APPARATUS AND METHOD FOR DESIGNATING IMPLANT IMPLANTATION REGION

(54) 발명의 명칭: 임플란트 식립영역 선정 장치 및 방법



130 ... Teeth region division unit
150 ... Teeth characteristic extraction unit
170 ... Implant implantation region designating unit
AA ... Divide into for upper/lower dentitions
BB ... Divide into for alveolar bone
CC ... Divide into for maxillary sinus
DD ... Divide into for mandibular cortical bone
EE ... Divide into for inferior alveolar nerve
FF ... Calculate occlusion plane
GG ... Calculate dental arc
HH ... Designate implantation position
II ... Designate implantation angle
JJ ... Create implant shape

(57) Abstract: Implant surgery may be performed more precisely and effectively, according to one embodiment of the present invention, by precisely and automatically calculating an implantation position, an implantation angle, and the depth of a dental implant so as not to damage the inferior alveolar nerve after dividing a CT image obtained by photographing teeth into a teeth region, which comprises the teeth, the maxillary sinus, the alveolar bone/cortical bone, and the inferior alveolar nerve, and selecting the position of a missing tooth by using the dental arch.

(57) 요약서: 본 발명의 일실시예에 따르면, 치아를 촬영한 CT 영상으로부터 치아, 상악동, 치조골/피질골, 하치조 신경관을 포함하는 치아 영역을 분할하고, 치열공을 이용하여 상실치아의 위치를 선택한 후, 하치조 신경관이 손상되지 않도록 임플란트 치아의 식립위치와 식립각도, 깊이를 정확히 자동으로 산출함으로써 임플란트 시술을 보다 정확하고 효율적으로 수행할 수 있다.

공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도로 공개함 (규칙 48.2(g))

명세서

발명의 명칭: 임플란트 식립영역 선정 장치 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 임플란트 식립영역 선정에 관한 것으로, 특히 치아를 촬영한 CT 영상으로부터 치아 영역과 치아 특징을 추출하여 임플란트 치아가 식립될 식립영역을 자동으로 선정함으로써 임플란트 시술을 보다 정확하고 효율적으로 수행할 수 있도록 하는 임플란트 식립영역 선정 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로, CT 장치는 2차원 평면 이미지를 얻는 X선 촬영장치와는 달리, 환자를 중심으로 회전하는 X선 투사장치를 이용하여 환자의 신체 내부에 대한 입체적인 영상을 획득할 수 있다. 예컨대, CT 장치는 환자의 신체의 2차원 단면 영상을 획득한 후, 각 단면 영상을 조합하여 3차원 영상을 형성할 수 있다.
- [3] 한편, 치아를 손실한 경우 주변의 치아를 이용하여 손실된 치아를 복구하는데 치아가 없거나 주변의 치아가 부실한 경우에는 통상 임플란트를 이용하게 된다.
- [4] 이러한 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. 위와 같은 각 환자의 다양한 요인을 고려하여 임플란트의 식립위치 및 깊이와 방향을 결정하게 되는데 이는 환자의 특성을 고려하여 신중하게 결정하여야 한다.
- [5] 종래에는 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.
- [6] 하지만, 종래의 방법에서는 CT 등의 영상으로부터 치아 영역이나 치아 특징을 정확히 분석하지 못하는 경우 임플란트 식립위치 및 방향, 깊이 등이 정확하게 도출되지 못하는 문제점이 있다.
- [7] 또한, 시술자의 경험에 비추어 임플란트의 식립위치 등을 결정하는 경우 치아 특징이 특이한 환자의 경우 식립위치 등이 잘못될 수도 있어 임플란트 식립위치를 최적으로 설정하는 것에 어려움이 있었다.
- [8] (특허문헌)
- [9] 대한민국 등록특허번호 10-1163808호(등록일자 2012년 07월 02일)

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [10] 따라서, 본 발명의 일실시예에서는 치아를 촬영한 CT 영상으로부터 치아 영역과 치아 특징을 추출하여 임플란트 치아가 식립될 식립영역을 자동으로 선정함으로써 임플란트 시술을 보다 정확하고 효율적으로 수행할 수 있도록 하는 임플란트 식립영역 선정 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

- [11] 상술한 본 발명의 일실시예에 따른 임플란트 식립영역 선정장치로서, 치아를 촬영한 CT 영상을 입력받아 상기 CT 영상으로부터 치아 영역을 분할하는 치아 영역 분할부와, 상기 치아 영역에 대한 정보를 기반으로 상기 상악 치열과 상기 하악 치열의 교합평면과, 상기 상악 치열과 상기 하악 치열의 치열궁을 산출하는 치아 특징 추출부와, 상기 치아 영역과 상기 상악 치열 또는 하악 치열상 상실 치아의 위치를 검출하고, 상기 상실 치아의 위치에 식립될 임플란트 치아의 식립영역을 선정하는 임플란트 식립영역 선정부를 포함한다.
- [12] 또한, 상기 치아 특징 추출부는, 상기 상악 치열 또는 상기 하악 치열의 샘플 포인트를 설정하고 상기 샘플 포인트를 연결하여 상기 상악 치열 또는 상기 하악 치열을 가로지르는 초기 교합평면을 선정하고, 상기 초기 교합평면에서 가장 거리가 멀리 이격된 치아 순으로, 복수개의 치아를 선정한 후 상기 복수개의 치아의 끝을 연결하여 상기 교합평면을 산출하는 것을 특징으로 한다.
- [13] 또한, 상기 치아 특징 추출부는, 상기 교합평면을 상기 상악 치열의 상부 또는 상기 하악 치열의 하부로 일정 거리만큼 이격시킨 후 이동된 교합평면이 상기 상악 치열 또는 상기 하악 치열과 교차되는 교차점 포인트(intersection point)를 구하고, 곡선 근사화(curve approximation)를 통해 상기 교차점 포인트를 지나는 곡선을 생성하여 상기 치열궁을 생성하는 것을 특징으로 한다.
- [14] 또한, 상기 임플란트 식립영역 선정부는, 상기 교합평면에 위치한 제1 치열궁과 상기 교합평면에서 치아쪽 방향으로 일정거리 이동 위치된 제2 치열궁을 산출하고, 제1 치열궁을 이용하여 상기 상실 치아의 양쪽에 위치한 2개의 인접 치아와 상기 제1 치열궁 사이의 교차점 포인트를 구하고, 상기 2개의 인접 치아 사이의 최소 거리를 이루는 2개의 포인트를 찾아 상기 2개의 포인트 사이의 중심점과 가장 가까운 상기 제1 치열궁상 제1 포인트를 추출하며, 상기 제1 포인트와 가장 가까운 상기 제2 치열궁상 제2 포인트를 찾아 상기 제1 포인트와 제2 포인트를 연결하는 벡터를 산출한 후, 상기 벡터가 상기 상악 치열 또는 상기 하악 치열의 치조골과 교차되는 교차점을 상기 임플란트 치아의 식립위치로 선정하는 것을 특징으로 한다.
- [15] 또한, 상기 임플란트 식립영역 선정부는, 상기 벡터가 상기 교합평면과 이루는 각도를 상기 임플란트 치아의 식립각도로 선정하는 것을 특징으로 한다.
- [16] 또한, 상기 임플란트 식립영역 선정부는, 상기 상실 치아의 주변의 기설정된 복수개 치아가 상기 교합평면과 이루는 각도의 평균값을 산출하고, 상기 평균값을 상기 임플란트 치아의 식립각도로 선정하는 것을 특징으로 한다.
- [17] 또한, 상기 임플란트 식립영역 선정부는, 상기 식립위치와 상기 식립각도 및 상기 상실 치아의 주변 양쪽 치아 사이의 최소거리를 이용하여 상기 임플란트 치아의 식립 형상을 생성하는 것을 특징으로 한다.
- [18] 또한, 상기 임플란트 식립영역 선정부는, 상기 임플란트 치아의 형상을 2개의

실린더가 연결된 형태로 생성하며, 상기 2개의 실린더 중 제1 실린더를 상기 식립 위치에 생성시키되, 상기 상실치가 1개인 경우 상기 제1 실린더의 지름을 상기 상실 치아와 인접한 2개의 치아 사이의 최소거리에 해당하는 길이로 형성시키고, 상기 식립 위치의 피질골 영역에 상기 제1 실린더와 연결되도록 제2 실린더를 생성시키되 상기 제2 실린더의 지름을 상기 제1 실린더의 지름보다 작게 형성시키는 것을 특징으로 한다.

- [19] 또한, 상기 임플란트 식립영역 선정부는, 상기 임플란트 치아의 형상을 2개의 실린더가 연결된 형태로 생성하며, 상기 2개의 실린더 중 제1 실린더를 상기 식립 위치에 생성시키되, 상기 상실 치아가 2개 이상인 경우 상기 상실 치아와 인접한 2개의 치아 사이의 최소거리를 상기 상실 치아의 개수로 나눈 거리를 상기 제1 실린더의 지름으로 형성시키고, 상기 식립 위치의 피질골 영역에 상기 제1 실린더와 연결되도록 제2 실린더를 생성시키되 상기 제2 실린더의 지름을 상기 제1 실린더의 지름보다 작게 형성시키는 것을 특징으로 한다.
- [20] 또한, 상기 임플란트 식립영역 선정부는, 상기 제1 실린더의 길이를 상기 상실 치아 주변의 기설정된 복수개 치아의 평균 길이로 형성시키는 것을 특징으로 한다.
- [21] 또한, 상기 임플란트 식립영역 선정부는, 상기 제2 실린더의 길이를 상기 상실 치아 주변의 기설정된 복수개 치아의 치아 뿌리 길이의 평균값으로 형성시키는 것을 특징으로 한다.
- [22] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 임플란트 식립영역 선정방법으로서, 치아를 촬영한 CT 영상을 입력받아 상기 CT 영상으로부터 치아 영역을 분할하는 단계와, 상기 치아 영역에 대한 정보를 기반으로 상기 상악 치열과 상기 하악 치열의 교합평면 및 상기 상악 치열과 상기 하악 치열의 치열궁을 산출하는 단계와, 상기 상악 치열 또는 하악 치열상 상실 치아의 위치를 검출하는 단계와, 상기 상실 치아의 위치에 식립될 임플란트 치아의 식립영역을 선정하는 단계를 포함한다.
- [23] 또한, 상기 교합평면을 산출하는 단계는, 상기 상악 치열 또는 상기 하악 치열의 샘플 포인트를 설정하는 단계와, 상기 샘플 포인트를 연결하여 상기 상악 치열 또는 상기 하악 치열을 가로지르는 초기 교합평면을 선정하는 단계와, 상기 초기 교합평면에서 가장 거리가 멀리 이격된 치아 순으로, 복수개의 치아를 선정한 후 상기 복수개의 치아의 끝을 연결하여 상기 교합평면을 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [24] 또한, 상기 치열궁을 산출하는 단계는, 상기 교합평면을 상기 상악 치열의 상부 또는 상기 하악 치열의 하부로 일정 거리만큼 이동시키는 단계와, 상기 이동된 교합평면이 상기 상악 치열 또는 상기 하악 치열과 교차되는 교차점 포인트를 구하는 단계와, 곡선 근사화를 통해 상기 교차점 포인트를 지나는 곡선을 생성하여 상기 치열궁을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [25] 또한, 상기 식립영역을 선정하는 단계는, 상기 교합평면에 위치한 제1 치열궁과

상기 교합평면에서 치아쪽 방향으로 일정거리 이동 위치된 제2 치열궁을 산출하는 단계와, 상기 제1 치열궁을 이용하여 상기 상실 치아의 양쪽에 위치한 2개의 인접 치아와 상기 제1 치열궁 사이의 교차점 포인트를 구하는 단계와, 상기 2개의 인접 치아 사이의 최소 거리를 이루는 2개의 포인트를 찾아 상기 2개의 포인트 사이의 중심점과 가장 가까운 상기 제1 치열궁상 제1 포인트를 추출하는 단계와, 상기 제1 포인트와 가장 가까운 상기 제2 치열궁상 제2 포인트를 찾아 상기 제1 포인트와 제2 포인트를 연결하는 벡터를 산출하는 단계와, 상기 벡터가 상기 상악 치열 또는 상기 하악 치열의 치조골과 교차되는 교차점을 상기 식립위치로 선정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[26] 또한, 상기 식립영역을 선정하는 단계는, 상기 벡터가 상기 교합평면과 이루는 각도를 상기 임플란트 치아의 식립각도로 선정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[27] 또한, 상기 식립각도로 선정하는 단계는, 상기 상실 치아의 주변의 기설정된 복수개 치아가 상기 교합평면과 이루는 각도의 평균값을 산출하는 단계와, 상기 평균값을 상기 임플란트 치아의 식립각도로 선정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[28] 또한, 상기 식립위치와 상기 식립각도 및 상기 상실 치아의 주변 양쪽 치아 사이의 최소거리를 이용하여 상기 임플란트 치아의 식립형상을 생성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[29] 또한, 상기 임플란트의 형상을 생성하는 단계는, 상기 상실치아가 1개인 경우 상기 상실 치아와 인접한 2개의 치아 사이의 최소거리를 지름으로 하는 제1 실린더를 상기 식립 위치에 생성시키는 단계와, 상기 식립 위치의 피질골 영역에 상기 제1 실린더와 연결되며, 상기 제1 실린더보다 작은 지름을 가지는 제2 실린더를 생성시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[30] 또한, 상기 임플란트의 형상을 생성하는 단계는, 상기 상실치아가 2개 이상인 경우 상기 상실 치아와 인접한 2개의 치아 사이의 최소거리를 상기 상실치아의 개수로 나눈 거리를 지름으로 하는 제1 실린더를 상기 식립 위치에 생성시키는 단계와, 상기 식립 위치의 피질골 영역에 상기 제1 실린더와 연결되며, 상기 제1 실린더보다 작은 지름을 가지는 제2 실린더를 생성시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[31] 또한, 상기 제1 실린더의 길이는, 상기 상실 치아 주변의 기설정된 복수개 치아의 평균 길이로 형성되는 것을 특징으로 한다.

[32] 또한, 상기 제2 실린더의 길이는, 상기 상실 치아 주변의 기설정된 복수개 치아의 치아 뿌리 길이의 평균값으로 형성되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[33] 본 발명의 일실시예에 따르면, 치아를 촬영한 CT 영상으로부터 치아, 상악동, 치조골/피질골, 하치조 신경관을 포함하는 치아 영역을 분할하고, 치열궁을

이용하여 상설치아의 위치를 선정한 후, 하치조 신경관이 손상되지 않도록 임플란트 치아의 식립위치와 식립각도, 깊이를 정확히 자동으로 산출함으로써 임플란트 시술을 보다 정확하고 효율적으로 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [34] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 임플란트 식립영역 선정 장치의 상세 블록 구성도이다.
- [35] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 개별 치아 분할 예시도이다.
- [36] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 개별 치아 번호부여 예시도이다.
- [37] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 치조골을 포함한 하악 피질골 분할 예시도이다.
- [38] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 치조골을 포함한 상악 피질골 분할 예시도이다.
- [39] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 상악동 분할 결과 예시도이다.
- [40] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 하치조 신경관 분할 결과 예시도이다.
- [41] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 교합평면 추출 개념도이다.
- [42] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 교합평면 추출 결과 예시도이다.
- [43] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 치열궁 추출 개념도이다.
- [44] 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 치열궁 곡선화 형성 개념도이다.
- [45] 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 치열궁 추출 결과 예시도이다.
- [46] 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 식립위치 선정 개념도이다.
- [47] 도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 부재치아 양쪽 주변치아의 중심점 및 방향벡터 계산 개념도이다.
- [48] 도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 부재치아 양쪽 주변치아 사이의 최소거리 및 중심점 계산 개념도이다.
- [49] 도 16은 본 발명의 일실시예에 따른 치열궁 위의 중심점 계산 개념도이다.
- [50] 도 17은 본 발명의 일실시예에 따른 최종 식립위치 선정 개념도이다.
- [51] 도 18은 본 발명의 일실시예에 따른 주변치아 각도를 이용한 식립각도 선정 개념도이다.
- [52] 도 19는 본 발명의 일실시예에 따른 최종 임플란트 식립위치 및 영역 추출 예시도이다.
- [53] 도 20은 본 발명의 일실시예에 따른 임플란트가 신경관에 가까운 경우 조정 예시도이다.
- [54] 도 21은 본 발명의 일실시예에 따른 연속적인 부재치아가 있는 경우 식립영역 선정 개념도이다.
- [55] 도 22는 본 발명의 일실시예에 따른 하나의 부재치아가 있는 경우 식립영역 선정 개념도이다.
- [56] 도 23은 본 발명의 일실시예에 따른 임플란트 식립영역 자동 선정을 위한 동작

제어 흐름도이다.

- [57] 도 24는 본 발명의 일실시예에 따른 임플란트 식립영역 자동 선정 단계별 치아도면 예시도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [58] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 동작 원리를 상세히 설명한다. 하기에서 본 발명을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [59] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 임플란트 식립영역 선정 장치의 상세 블록 구성을 도시한 것이다.
- [60] 이하, 도 1을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 임플란트 식립영역 선정장치(100)의 각 구성 요소에서의 동작을 상세히 설명하기로 한다.
- [61] 먼저, 치아영역 분할부(130)는 치아를 촬영한 치아의 CT 영상을 기반으로 치아를 구성하는 각 영역을 분할한다. 이때, 이러한 CT 영상은, 예를 들어, cone beam computed tomography (CBCT)/ Multiple detector computed tomography (MDCT) 영상이 될 수 있다.
- [62] 즉, 치아영역 분할부(130)는 CT 영상을 기반으로 상악 치열 및 하악 치열, 치조골, 상악동, 하악 피질골, 하지조 신경관 등을 분할할 수 있다.
- [63] 도 2는 형태학적 분기 기반 분할(Morphological Watershed segmentation)된 개별 치아 세트를 도시한 것이다. 도 2에서 보이는 바와 같이, CT 영상으로부터 상악 치열 및 하악 치열을 분할하는 것을 통해 개별 치아를 분할할 수 있다.
- [64] 또한, 치아 영역 분할부(130)는 위와 같이 개별 치아로 분할된 치아에 대해서 개별 치아 반자동 넘버링을 수행할 수 있다.
- [65] 즉, 개별 치아 분할이 완료되고 다음 단계인 임플란트 식립영역 추출을 위한 알고리즘을 위해 개별 치아에 미리 정의된 방식의 치아 번호부여를 수행하며, 치아 번호부여는 다음 도 3과 같이 세팅을 한다. 우선, 상악 치아 및 하악 치아에서 화관(Coronal) 정면 앞니 4개에 사용자가 직접 시드 포인트들을 찍고, 각 시드 포인트를 중심으로 화살표 방향으로 1-1, 1-2, 1-3, ..., 1-N으로 정의하고, 2, 3, 4번도 마찬가지로 화살표 방향에 맞추어 넘버링을 정의한다.
- [66] 이러한 번호부여 방법은 사용자가 지정한 시드 포인트들을 중심으로 랜덤으로 분할된 개별 치아들의 중심점과 시드 포인트와의 x 방향에 대한 거리만을 측정하여 최소의 거리를 가지는 치아를 위치의 순서대로 배열하는 방식이다.
- [67] 이때 1,4번의 시드 포인트들은 각 시드 포인트들의 x 값 보다 작은 x 값을 갖는 위치의 개별 치아만을 탐색하고, 2, 3번은 각 시드 포인트들의 x 값 보다 큰 x

값을 갖는 위치의 개별 치아만을 탐색한다. 그런데 개별 치아의 위치가 이전에 찾은 치아의 위치보다 커야 할 때 작거나, 작아야 할 때 크거나 할 때를 대비하여 현재 탐색중인 치아의 중심점에서 가장 가까운 거리의 치아 위치도 고려한다. 실제 수행 시에는 상악과 하악을 따로 분리하여 처리할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [68] 또한, 치아 영역 분할부(130)는 치아를 촬영한 CT 영상으로부터 개별 치아의 하단부에 위치한 하악 피질골을 추출하여 분할한다. 이러한, 하악 피질골은 치조골과 마찬가지로 치아열이 정상적으로 분할된다면 쉽게 분할이 가능하다.
- [69] 이하, 치아 영역 분할부(130)에서 하악 피질골을 분할하는 동작을 보다 자세히 설명하기로 한다.
- [70] 치아 영역 분할부(130)는 먼저 CT 영상에서 700 ~ 1000값으로 임계값 설정된 영상에서 통계적 수치 기반의 영역 확장(region growing)을 수행한다. 그 후, 필홀 알고리즘(Fill hole algorithm)을 적용하면 하악 치아가 포함된 피질골이 나오게 된다. 여기서 이전에 분할한 하악 치아 영역을 제거하면 하악 피질골을 분할할 수 있다.
- [71] 도 4는 치조골을 포함한 하악피질골이 분할된 이미지를 도시한 것이며, 도 5는 치조골을 포함한 상악피질골이 분할된 이미지를 도시한 것이다.
- [72] 또한, 치아 영역 분할부(130)는 하악 피질골로부터 치조골을 분할한다. 치조골이 분할된 영역은 하악 피질골에서 치아열이 빠진 치근 주위의 뼈 조직을 나타내며, 소켓(Socket) 형태를 띄고 있다. 미리 구현된 하악 피질골과 개별 치아 영역 간 교차방식을 통해 바로 구현 가능하다. 이 영역은 내부가 채워진 피질골로 대체한다.
- [73] 또한, 치아 영역 분할부(130)는 치아를 촬영한 CT 영상으로부터 상악동을 분할한다. 상악동은 임플란트 식립영역에서 임플란트를 삽입할 때 상악동 영역의 침범 유무를 알기 위해 필요한 분할이다.
- [74] 도 6은 상악동 분할 결과를 도시한 것이다. 도 6에서 보이는 바와 같이, 치아 영역 분할부(130)를 통해 CT 영상으로부터 개별 치아의 상부에 위치한 상악동(1800)이 분할되어 정확한 위치가 표시되는 것을 알 수 있다.
- [75] 또한, 치아 영역 분할부(130)는 하악 치열의 하부 형성되는 하치조 신경관을 분할한다.
- [76] 이때, 하치조 신경관 분할에 있어서, 도 7에서 보이는 바와 같이, 신경관의 양끝 점을 포함한 신경관의 여러 점들을 사용자가 선택, Cubic-Hermite spline interpolation을 사용하여 가이드라인을 생성하고, 이를 이용하여 하치조 신경관(3520)을 분할한다.
- [77] 다음으로, 치아 특징 추출부(150)는 치아를 촬영한 CT 영상과 치아 영역 분할부(130)에서 분할된 개별 치아, 치조골, 상악동, 상악 및 하악 피질골, 하치조 신경관 등에 대한 정보를 기반으로 치아의 교합평면, 치열궁 등의 특징적인 구조를 추출한다.

- [78] 먼저, 치아 특징 추출부(150)는 상악 치열과 하악 치열이 교합하는 평면을 추출한다. 도 8은 치아 특징 추출부(150)에서 교합평면을 추출하는 동작 개념을 도시한 것이다.
- [79] 위 도 8을 참조하면, 치아 특징 추출부(150)는 도 8의 (a)에서와 같이 상악 치열과 하악 치열을 3D 포인트로 변환하여 작업한다. 그리고, 도 8의 (b)에서와 같이 상악 치열 또는 하악 치열의 샘플 포인트를 이용하여 초기 교합 평면(Initial fitting plane : pln1)을 추출한다. 이어, 도 8의 (c)에서와 같이, 1번과 6번 치아에서 초기 교합평면(pln1)로부터 가장 멀리 있는 샘플 포인트를 각각 구하여 포인트 셋으로 선택한다. 이때, 치아 특징 추출부(150)는 위와 같은 포인트를 선택할 때, 최소 세 점 선택한다. 예를 들어, 1번 치아 한 쌍에서 최소 한 점 선택, 양쪽의 1번 치아가 부재 시 2번 치아를 선택할 수 있다. 또한, 6번 치아 한 쌍(오른쪽/왼쪽), 치아 부재 시 5번, 7번, 4번 순으로 선택하여 해당 번호의 치아 한 쌍을 선택한다. 또한, 한 쌍은 다른 치아로 이루어져도 상관없다(예: 6번 왼쪽, 7번 오른쪽).
- [80] 이어, 치아 특징 추출부(150)는 도 8의 (d)에서와 같이 위와 같이 구해진 포인트 셋을 지나는 교합평면(Fitting plane : pln2)을 구하여 교합평면으로 선정한다.
- [81] 도 9는 교합평면 추출 결과를 도시한 것으로, 치열에 맞는 교합평면이 정확히 산출된 것을 알 수 있다.
- [82] 또한, 치아 특징 추출부(150)는 치아 영역 분할부(130)로부터 분할된 치아 영역에 대한 정보를 기반으로 상악 치열과 하악 치열의 배열 상태를 나타내는 치열공을 산출한다. 이때, 치열공은 치아가 배열된 형태를 나타내는 것으로, 치아 특징 추출부(150)는 상악 치열의 각 치아 또는 하악 치열의 각 치아의 중심부를 추출하고, 각 중심부를 연결하는 곡선 형태의 선을 생성하여 치아가 배열된 형태를 나타내는 치열공을 추출한다.
- [83] 치아 특징 추출부(150)는 도 10에서 보이는 바와 같이 교합평면(2100)을 이동하여 이동된 교합평면(2200)이 상악 치열과 하악 치열을 지나는 교차점 포인트(intersection points)(2300)를 구한다. 이때 교합평면(2100)을 이동함에 있어서, 예를 들어, 상악 치열에 대해서는 상악 치열의 5mm위로 이동시키고, 하악 치열에 대해서는 하악 치열의 3mm 아래로 이동시키도록 할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [84] 또한, 치아 특징 추출부(150)는 치열상 치아의 부재가 있는 경우 올바른 치열공 생성을 위해 부재가 발생한 치아를 미러링(mirroring)하여 가상 치아를 생성할 수 있다. 이때, 위와 같은 미러링은 7번 치아 두 개 중 하나의 부재 치아가 있는 경우에 반대편 7번 치아를 이용하여 수행할 수 있다. 즉, 7번 치아가 부재인 경우 치열공의 한쪽 끝이 잘리는 형상이 되므로 완전한 치열공을 생성하기 위해 미러링을 수행할 수 있다.
- [85] 이어, 치아 특징 추출부(150)는 도 11에서 보이는 바와 같이 교차점 포인트에 곡선 근사화(curve approximation)를 적용하여 교차점 포인트를 지나는 곡선을 생성한다. 이때, 치아 특징 추출부(150)는 위와 같은 근사화를 수행함에 있어서

참조번호 (2400)에 해당하는 부분(linear)과 나머지 부분(circular)을 혼합한 파라미터화(parameterization)를 적용할 수 있다. 또한, 곡선은 큐빅 B-Spline으로 근사화할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [86] 도 12는 치열궁 추출 결과를 도시한 것이다. 도 12의 (a)는 부재치아가 없는 경우의 상악 치열과 하악 치열에서 산출된 치열궁을 도시한 것으로, 치열의 중심부를 지나도록 치열궁이 형성되는 것을 알 수 있다. 도 12의 (b)는 부재치아가 있는 경우로 치열에서 큐빅 B-spline 곡선 근사화가 적용되어 치열궁이 정확히 형성되는 것을 알 수 있다.
- [87] 다음으로, 임플란트 식립영역 선정부(170)는 치아 영역 분할부(130)로부터 치아 영역에 대한 구조 정보와 치아 특징 추출부(150)로부터 추출된 특징정보를 참조하여 치아상 상실 치아의 위치를 검출하고, 상실 치아의 위치에 임플란트 식립영역을 선정한다.
- [88] 임플란트 식립영역 선정부(170)는 상악 치열 또는 하악 치열에서 치아가 상실된 위치를 추출한다.
- [89] 이때, 상실치아 위치를 추출함에 있어서, 임플란트 식립영역 선정부(170)는 치아번호로 부재치아(들)을 찾고, 각 부재치아 또는 연속부재 치아들의 이웃 치아(들)을 찾는다. 이어, 임플란트 식립영역 선정부(170)는 도 13에서 보이는 바와 같이, 치열궁에 위치한 교합평면을 상악은 위로 하악은 아래로 3mm 이동하여 교차점 포인트를 구한 후, 치열궁 추출과 같은 방법으로 커브를 생성하여 치열궁2를 생성한다. 이 치열궁2는 향후 임플란트 치아의 식립위치 및 식립각도를 구하는데 사용된다.
- [90] 이어, 임플란트 식립영역 선정부(170)는 도 14에서와 같이, 치열궁에 위치한 교합평면을 이용하여 두 이웃 치아(부재 치아의 양쪽치아)의 교차 포인트를 구하고, 각 치아의 교차 포인트의 중심 포인트(center point)를 찾은 후, 두 중심 포인트(c1,c2)를 연결하는 벡터(vector: $\text{dirVec} = c1 - c2$)를 구한다. 이러한 벡터(dirVec)는 환자 중심에서 항상 왼쪽으로 향하는 것이 바람직하나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [91] 이어, 임플란트 식립영역 선정부(170)는 도 15에서 보이는 바와 같이, dirVec를 이용하여 두 치아의 최소거리와 이를 이루는 두 점(ec1, ec2)을 찾는다. 이때, e1과 e2는 최소거리를 이루는 각 치아의 점이 될 수 있으며, ec1과 ec2는 e1과 e2가 두 중심 포인트(c1, c2)를 연결하는 선에 프로젝트(project)하여 구할 수 있다.
- [92] 또한, 임플란트 식립영역 선정부(170)는 도 16에서 보이는 바와 같이, 두 점(ec1, ec2)의 중심점(m)에 해당하는(가장 가까운) 치열궁 위의 점(ac)을 찾고, 이 점(ac)에서 가장 가까운 치열궁2 위의 점(ac2)을 찾는다.
- [93] 이어, 임플란트 식립영역 선정부(170)는 ac와 ac2를 연결한 벡터(iv)를 구한다. 이때, 벡터 iv가 교합평면 노멀 벡터(normal vector)를 기준으로 치아의 안쪽이나 바깥쪽으로만 각도가 조종될 수 있도록 ac2를 ac에서 dirVec를 갖는 평면에 프로젝트(project)한 후, ac2를 다시 계산하여 구하고 iv도 다시 계산한다.

- [94] 이어, 임플란트 식립영역 선정부(170)는 도 17에서 보이는 바와 같이, 벡터에서 일정 거리 내의 치조골 영역을 찾고, 이 영역 안의 치조골에서 가장 높은(교합평면을 기준으로(기본), 또는 식립각 사용(옵션)) 면과 벡터iv가 지나는 점을 식립위치로 정한다.
- [95] 이하에서는 임플란트 식립영역 선정부(170)에서 임플란트 식립 모형을 생성하는 동작을 보다 상세히 설명하기로 한다.
- [96] 임플란트 식립영역 선정부(170)는 도 18에서와 같이, 식립하고자 하는 치아의 식립각도를 계산한다. 이때 식립각도는 위 도 17에서 식립위치 선정 과정에서 구한 벡터(iv)를 사용할 수 있다. 이때, 벡터 iv는 ac, ac2에 따라 결정되는 만큼 민감하기 때문에, 옵션으로 주변 치아의 각도의 평균값을 적용하여 식립각도를 정한다. 이때에도 교합평면 노멀 벡터(normal vector)를 기준으로 안쪽/바깥쪽 각도만 조정하기 위해서 식립각도를 조절한다.
- [97] 이어, 임플란트 식립영역 선정부(170)는 도 19에서 보이는 바와 같이, 위에서 얻어진 식립각도와 주변 양쪽 치아의 최소거리(cylinder 지름) 등을 이용하여 식립할 임플란트 치아의 실린더(cylinder)형태 모양을 생성한다.
- [98] 즉, 임플란트 치아는, 예를 들어, 위아래 2개의 실린더로 이루어져 있으며, 식립위치를 중심으로 위쪽 제1 실린더(3500)는 식립위치로부터 주변 양 치아의 평균 높이를 제1 실린더(3500)의 길이로 사용하며, 아래쪽 제2 실린더(3510)는 반지름(2.5mm, 제1 실린더 반지름보다 작게)의 두께와 식립위치로부터 주변 양 치아 뿌리쪽으로의 평균 길이를 제2 실린더(3510)의 길이로 사용한다. 이때, 제2 실린더(3510)의 길이가 제1 실린더(3500)의 길이보다 작은 경우는 뿌리(root) 부분이 없거나 분할이 안되었거나 닳은 경우일 수 있기 때문에, 임의적으로 제1 실린더(3500)의 길이보다 1.5배의 크기로 지정할 수 있다.
- [99] 이어, 임플란트 식립영역 선정부(170)는 도 20에서 보이는 바와 같이, 제2 실린더는 하치조 신경관(3520)에 주어진 길이 이하로 접근했는지 확인하고(신경관과 실린더 사이 거리계산) 너무 가까운 경우 길이만 짧게 조정한다(각도는 수동으로 조정).
- [100] 또한, 임플란트 식립영역 선정부(170)는 도 21에서 보이는 바와 같이, 한 개 이상 연속적인 부재치아가 있는 경우 연속부재치아 양쪽 주변 치아번호를 통해 부재치아의 개수를 찾고, 양쪽 주변치아의 최소거리를 개수로 나누어서 개수만큼의 임플란트 영역(같은 길이)을 만든다. 이후에, 각 영역의 중심 포인트(center point)를 구하고 치열궁의 스플라인 곡선(spline curve)에서 가장 가까운 포인트를 찾은 후 앞서 설명한 식립위치 선정 알고리즘을 이용해서 각각의 식립위치를 찾는다.
- [101] 또한, 임플란트 식립영역 선정부(170)는 도 22에서 보이는 바와 같이, 한 개의 주변 치아만 있는 경우(7번 치아가 없는 경우), 즉 7번 치아가 부재인 경우 미러링(mirroring)을 통하여 임시적인 교차점 포인트를 구한다. 이어, 이렇게 생성한 7번 부재치아의 임시 교차점 포인트를 식립위치와 식립영역 선정

- 알고리즘에 적용하여 임플란트 식립위치 및 식립영역을 구한다.
- [102] 도 23은 본 발명의 일실시예에 따른 임플란트 식립영역 선정 장치에서 식립영역을 선정하는 동작 제어 흐름을 도시한 것이다. 도 24는 본 발명의 일실시예에 따른 임플란트 식립영역 자동 선정 단계별 치아 도면 예시도이다.
- [103] 이하, 도 1 내지 도 24를 참조하여 본 발명의 일실시예를 더욱 상세히 설명하기로 한다.
- [104] 임플란트 식립영역 선정 장치(100)는 치아를 촬영한 CT 영상(1000)(도 2)으로부터 치열을 분할한다(S10).
- [105] 이어, 임플란트 식립영역 선정 장치(100)는 위와 같이 치열이 분리된 경우, CT 영상으로부터 치조골과 상악동을 분할하고, 하악 피질골, 하치조 신경관 등을 분할하여 CT 영상에서 주요한 치아 구성 요소들에 대한 영역 분할을 수행한다(S12).
- [106] 이어, 임플란트 식립영역 선정 장치(100)는 상악 치열과 하악 치열 사이의 교합평면을 산출한다(S14). 이때, 교합평면을 산출함에 있어서, 임플란트 식립영역 선정 장치(100)는 상악 치열 및 하악 치열의 샘플 포인트를 이용하여 초기 교합평면을 선정하고, 초기 교합평면에서 상대적으로 거리가 멀리 이격된 복수개의 치아를 선정한 후, 상기 복수개의 치아의 끝을 포인트로하여 상기 포인트를 연결하는 최종 교합평면을 산출한다. 이때, 복수개의 치아는 최소 3개로 설정되는 것이 바람직하나 이에 한정되지는 않는다.
- [107] 이어, 임플란트 식립영역 선정 장치(100)는 치열궁을 산출한다(S16). 이때 치열궁을 산출함에 있어서, 임플란트 식립영역 선정 장치(100)는 교합평면을 상악 치열의 상부 또는 하악 치열의 하부로 일정 거리만큼 이격시킨 후 이동된 교합평면이 상악 치열 또는 하악 치열과 교차되는 교차점 포인트(intersection point)를 구한다. 그런 후, 곡선 근사화(curve approximation)를 통해 교차점 포인트를 지나는 곡선을 생성하여 치열궁을 생성한다. 이러한 곡선은, 예를 들어, 큐빅 B-Spline 곡선을 근사화한 것일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [108] 위와 같이 교합평면, 치열궁 등의 임플란트 식립과 관련된 치아 특징을 추출한 경우, 임플란트 식립영역 선정 장치(100)는 상악 치열 또는 하악 치열에서 상실된 치아 위치를 추출한다.
- [109] 이어, 임플란트 식립영역 선정 장치(100)는 치열궁을 상악 치열의 상부로 이동시키거나 하악 치열의 하부로 이동시켜 상실된 치아 위치에 식립될 임플란트의 식립영역 즉, 식립위치와 식립각도 등을 선정한다(S18).
- [110] 이때, 식립위치를 산출함에 있어서, 임플란트 식립영역 선정 장치(100)는 제1 치열궁에 위치한 교합평면을 이용하여 상실 치아의 양쪽에 위치한 인접 치아의 교차점 포인트를 구한 후, 각 치아의 교차점 포인트의 중앙 포인트를 추출하여 두 중앙 포인트를 연결하는 제1 벡터(dirVec)를 구한다.
- [111] 이어, 임플란트 식립영역 선정 장치(100)는 제1 벡터를 이용하여 두 치아의 최소 거리와 최소거리를 이루는 두 개의 포인트를 찾고, 두 개의 포인트의

중심점과 가장 가까운 치열궁 위의 제1 포인트를 찾고, 제1 치열궁을 치열의 상부 또는 하부로 일정거리 이동시킨 제2 치열궁의 포인트 중 제1포인트와 가장 가까운 제2포인트를 찾는다.

- [112] 이어, 임플란트 식립영역 선정 장치(100)는 제1포인트와 제2포인트를 연결하는 제2벡터를 구하고, 제2벡터에서 일정 거래 내의 치조골 영역을 찾고 치조골에서 가장 높은면과 벡터가 지나는 교차점을 식립위치로 선정한다.
- [113] 다음으로, 위와 같이 선정된 식립 위치에 식립될 임플란트의 식립 각도를 산출함에 있어서, 임플란트 식립영역 선정 장치(100)는 제2 벡터의 각도를 임플란트 치아의 식립 각도로 산출할 수 있으며, 또는 주변 치아의 각도의 평균값을 식립각도로 산출할 수도 있다.
- [114] 이어, 임플란트 식립영역 선정 장치(100)는 위와 같이 생성한 식립위치, 식립각도와 주변 양쪽 치아의 최소거리를 이용하여 식립할 임플란트 치아의 식립 형상을 생성한다(S20). 이러한 식립 형상은 실린더 형태 모양으로 생성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [115] 이때, 이러한 임플란트 치아 식립을 위한 실린더는 두 개의 서로 다른 지름을 가지는 실린더로 구성될 수 있으며, 식립위치를 중심으로 치아 쪽 제1 실린더(3500)는 상설치아가 1개인 경우 최소거리에 해당하는 지름을 가지도록 생성될 수 있고, 상설치아가 2개 이상인 경우 최소거리를 상설치아의 개수로 나눈 거리에 해당하는 지름을 가지도록 생성될 수 있다. 또한, 식립위치로부터 주변 양 치아의 평균 높이가 제1 실린더(3500)의 길이로 생성될 수 있다. 또한, 피질골 쪽 제2 실린더(3510)의 지름은 제1 실린더(3500)의 반지름의 크기보다 작도록 생성되며, 식립위치로부터 주변 양 치아 뿌리쪽에서의 평균 길이가 제2 실린더(3510)의 길이로 생성될 수 있다.
- [116] 이때, 제2 실린더(3510)의 길이가 제1 실린더(3500)의 길이보다 작은 경우는 주변 치아의 뿌리 부분이 없거나 분할이 안되었거나 치아가 닳은 경우일 수 있기 때문에, 임의적으로 위쪽 제1 실린더 길이보다 1.5배의 크기로 생성시킬 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [117] 또한, 임플란트 식립영역 선정 장치(100)는 제2 실린더(3510)의 길이를 설정함에 있어서 제2 실린더(3510)의 길이가 하치조 신경관으로부터 일정 거리 이내로 접근하는지 확인하고 일정 거리 이내로 접근한 경우 제2 실린더(3510)의 길이를 짧게 다시 조정할 수 있다.
- [118] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따르면, 치아를 촬영한 CT 영상으로부터 치아, 상악동, 치조골/피질골, 하치조 신경관을 포함하는 치아 영역을 분할하고, 치열궁을 이용하여 상설치아의 위치를 선정한 후, 하치조 신경관이 손상되지 않도록 임플란트 치아의 식립위치와 식립각도, 깊이를 정확히 자동으로 산출함으로써 임플란트 시술을 보다 정확하고 효율적으로 수행할 수 있다.
- [119] 본 발명에 첨부된 각 흐름도의 각 단계의 조합들은 컴퓨터 프로그램

인스트럭션들에 의해 수행될 수도 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.

[120] 또한, 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실시예들에서는 단계들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 단계들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 단계들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

[121] 한편, 상술한 본 발명의 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였으나, 여러 가지 변형이 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고 실시될 수 있다. 따라서 발명의 범위는 설명된 실시 예에 의하여 정할 것이 아니고 특허청구범위에 의해 정하여져야 한다.

[122]

청구범위

- [청구항 1] 치아를 촬영한 CT 영상을 입력받아 상기 CT 영상으로부터 치아 영역을 분할하는 치아 영역 분할부와,
상기 치아 영역에 대한 정보를 기반으로 상기 상악 치열과 상기 하악 치열의 교합평면과, 상기 상악 치열과 상기 하악 치열의 치열궁을 산출하는 치아 특징 추출부와,
상기 치아 영역과 상기 상악 치열 또는 하악 치열상 상실 치아의 위치를 검출하고, 상기 상실 치아의 위치에 식립될 임플란트 치아의 식립영역을 선정하는 임플란트 식립영역 선정부를 포함하는
임플란트 식립영역 선정장치.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 치아 특징 추출부는,
상기 상악 치열 또는 상기 하악 치열의 샘플 포인트를 설정하고 상기 샘플 포인트를 연결하여 상기 상악 치열 또는 상기 하악 치열을 가로지르는 초기 교합평면을 선정하고, 상기 초기 교합평면에서 가장 거리가 멀리 이격된 치아 순으로, 복수개의 치아를 선정한 후 상기 복수개의 치아의 끝을 연결하여 상기 교합평면을 산출하는
임플란트 식립영역 선정장치.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
상기 치아 특징 추출부는,
상기 교합평면을 상기 상악 치열의 상부 또는 상기 하악 치열의 하부로 일정 거리만큼 이격시킨 후 이동된 교합평면이 상기 상악 치열 또는 상기 하악 치열과 교차되는 교차점 포인트(intersection point)를 구하고, 곡선 근사화(curve approximation)를 통해 상기 교차점 포인트를 지나는 곡선을 생성하여 상기 치열궁을 생성하는
임플란트 식립영역 선정장치.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,
상기 임플란트 식립영역 선정부는,
상기 교합평면에 위치한 제1 치열궁과 상기 교합평면에서 치아쪽 방향으로 일정거리 이동 위치된 제2 치열궁을 산출하고, 제1 치열궁을 이용하여 상기 상실 치아의 양쪽에 위치한 2개의 인접 치아와 상기 제1 치열궁 사이의 교차점 포인트를 구하고, 상기 2개의 인접 치아 사이의 최소 거리를 이루는 2개의 포인트를 찾아 상기 2개의 포인트 사이의 중심점과 가장 가까운 상기 제1 치열궁상 제1 포인트를 추출하며,
상기 제1 포인트와 가장 가까운 상기 제2 치열궁상 제2 포인트를 찾아
상기 제1 포인트와 제2 포인트를 연결하는 벡터를 산출한 후, 상기 벡터가
상기 상악 치열 또는 상기 하악 치열의 치조골과 교차되는 교차점을 상기

- 임플란트 치아의 식립위치로 선정하는
임플란트 식립영역 선정장치.
- [청구항 5] 제 4 항에 있어서,
상기 임플란트 식립영역 선정부는,
상기 벡터가 상기 교합평면과 이루는 각도를 상기 임플란트 치아의
식립각도로 선정하는
임플란트 식립영역 선정장치.
- [청구항 6] 제 4 항에 있어서,
상기 임플란트 식립영역 선정부는,
상기 상설 치아의 주변의 기설정된 복수개 치아가 상기 교합평면과
이루는 각도의 평균값을 산출하고, 상기 평균값을 상기 임플란트 치아의
식립각도로 선정하는
임플란트 식립영역 선정장치.
- [청구항 7] 제 5 항에 있어서,
상기 임플란트 식립영역 선정부는,
상기 식립위치와 상기 식립각도 및 상기 상설 치아의 주변 양쪽 치아
사이의 최소거리를 이용하여 상기 임플란트 치아의 식립 형상을
생성하는
임플란트 식립영역 선정장치.
- [청구항 8] 제 7 항에 있어서,
상기 임플란트 식립영역 선정부는,
상기 임플란트 치아의 형상을 2개의 실린더가 연결된 형태로 생성하며,
상기 2개의 실린더 중 제1 실린더를 상기 식립 위치에 생성시키되, 상기
상설 치아가 1개인 경우 상기 제1 실린더의 지름을 상기 상설 치아와
인접한 2개의 치아 사이의 최소거리에 해당하는 길이로 형성시키고,
상기 식립 위치의 피질골 영역에 상기 제1 실린더와 연결되도록 제2
실린더를 생성시키되 상기 제2 실린더의 지름을 상기 제1 실린더의
지름보다 작게 형성시키는
임플란트 식립영역 선정장치.
- [청구항 9] 제 7 항에 있어서,
상기 임플란트 식립영역 선정부는,
상기 임플란트 치아의 형상을 2개의 실린더가 연결된 형태로 생성하며,
상기 2개의 실린더 중 제1 실린더를 상기 식립 위치에 생성시키되, 상기
상설 치아가 2개 이상인 경우 상기 상설 치아와 인접한 2개의 치아 사이의
최소거리를 상기 상설 치아의 개수로 나눈 거리를 상기 제1 실린더의
지름으로 형성시키고,
상기 식립 위치의 피질골 영역에 상기 제1 실린더와 연결되도록 제2
실린더를 생성시키되 상기 제2 실린더의 지름을 상기 제1 실린더의

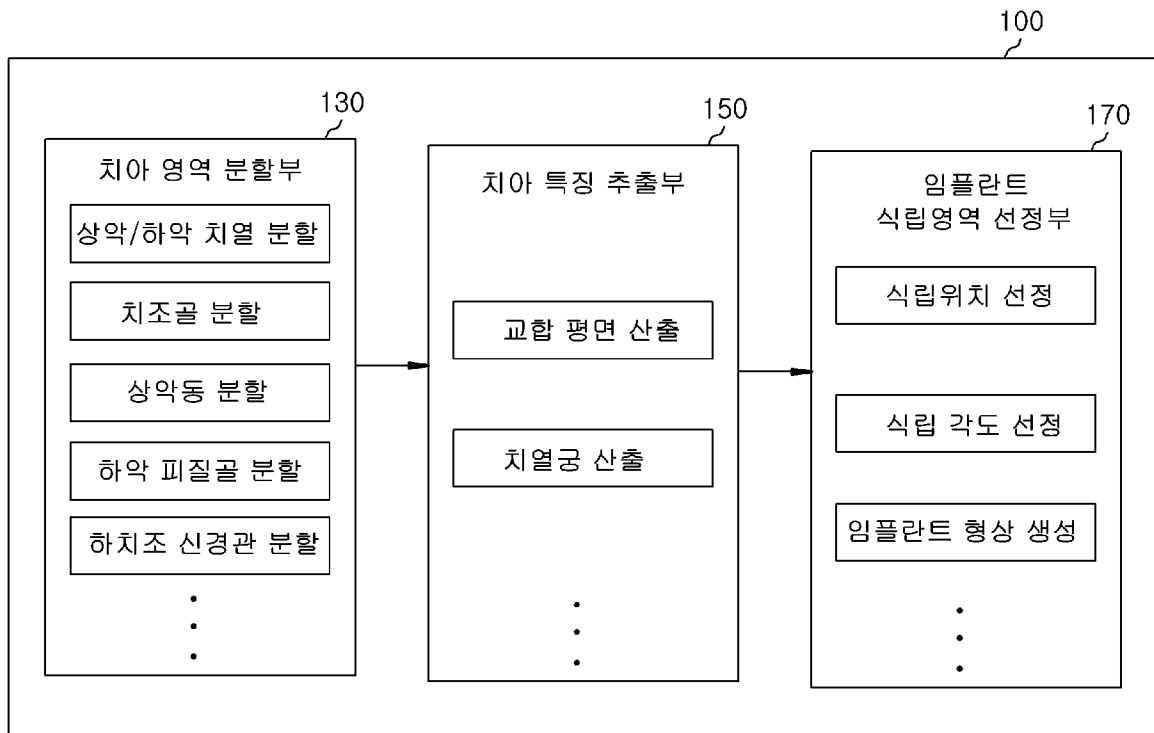
- 지름보다 작게 형성시키는
임플란트 식립영역 선정장치.
- [청구항 10] 제 8 항 또는 제 9 항에 있어서,
상기 임플란트 식립영역 선정부는,
상기 제1 실린더의 길이를 상기 상실 치아 주변의 기설정된 복수개
치아의 평균 길이로 형성시키는
임플란트 식립영역 선정장치.
- [청구항 11] 제 8 항 또는 제 9 항에 있어서,
상기 임플란트 식립영역 선정부는,
상기 제2 실린더의 길이를 상기 상실 치아 주변의 기설정된 복수개
치아의 치아 뿌리 길이의 평균값으로 형성시키는
임플란트 식립영역 선정장치.
- [청구항 12] 치아를 촬영한 CT 영상을 입력받아 상기 CT 영상으로부터 치아 영역을
분할하는 단계와,
상기 치아 영역에 대한 정보를 기반으로 상기 상악 치열과 상기 하악
치열의 교합평면 및 상기 상악 치열과 상기 하악 치열의 치열궁을
산출하는 단계와,
상기 상악 치열 또는 하악 치열상 상실 치아의 위치를 검출하는 단계와,
상기 상실 치아의 위치에 식립될 임플란트 치아의 식립영역을 선정하는
단계
를 포함하는 임플란트 식립영역 선정방법.
- [청구항 13] 제 12 항에 있어서,
상기 교합평면을 산출하는 단계는,
상기 상악 치열 또는 상기 하악 치열의 샘플 포인트를 설정하는 단계와,
상기 샘플 포인트를 연결하여 상기 상악 치열 또는 상기 하악 치열을
가로지르는 초기 교합평면을 선정하는 단계와,
상기 초기 교합평면에서 가장 거리가 멀리 이격된 치아 순으로, 복수개의
치아를 선정한 후 상기 복수개의 치아의 끝을 연결하여 상기 교합평면을
산출하는 단계를 포함하는
임플란트 식립영역 선정방법.
- [청구항 14] 제 12 항에 있어서,
상기 치열궁을 산출하는 단계는,
상기 교합평면을 상기 상악 치열의 상부 또는 상기 하악 치열의 하부로
일정 거리만큼 이동시키는 단계와,
상기 이동된 교합평면이 상기 상악 치열 또는 상기 하악 치열과 교차되는
교차점 포인트를 구하는 단계와,
곡선 근사화를 통해 상기 교차점 포인트를 지나는 곡선을 생성하여 상기
치열궁을 생성하는 단계를 포함하는

- 임플란트 식립영역 선정방법.
- [청구항 15] 제 12 항에 있어서,
 상기 식립영역을 선정하는 단계는,
 상기 교합평면에 위치한 제1 치열궁과 상기 교합평면에서 치아쪽
 방향으로 일정거리 이동 위치된 제2 치열궁을 산출하는 단계와,
 상기 제1 치열궁을 이용하여 상기 상실 치아의 양쪽에 위치한 2개의 인접
 치아와 상기 제1 치열궁 사이의 교차점 포인트를 구하는 단계와,
 상기 2개의 인접 치아 사이의 최소 거리를 이루는 2개의 포인트를 찾아
 상기 2개의 포인트 사이의 중심점과 가장 가까운 상기 제1 치열궁상 제1
 포인트를 추출하는 단계와,
 상기 제1 포인트와 가장 가까운 상기 제2 치열궁상 제2 포인트를 찾아
 상기 제1 포인트와 제2 포인트를 연결하는 벡터를 산출하는 단계와,
 상기 벡터가 상기 상악 치열 또는 상기 하악 치열의 치조골과 교차되는
 교차점을 상기 식립위치로 선정하는 단계를 포함하는
 임플란트 식립영역 선정방법.
- [청구항 16] 제 15 항에 있어서,
 상기 식립영역을 선정하는 단계는,
 상기 벡터가 상기 교합평면과 이루는 각도를 상기 임플란트 치아의
 식립각도로 선정하는 단계를 더 포함하는
 임플란트 식립영역 선정방법.
- [청구항 17] 제 16 항에 있어서,
 상기 식립각도로 선정하는 단계는,
 상기 상실 치아의 주변의 기설정된 복수개 치아가 상기 교합평면과
 이루는 각도의 평균값을 산출하는 단계와,
 상기 평균값을 상기 임플란트 치아의 식립각도로 선정하는 단계를
 포함하는
 임플란트 식립영역 선정방법.
- [청구항 18] 제 16 항에 있어서,
 상기 식립위치와 상기 식립각도 및 상기 상실 치아의 주변 양쪽 치아
 사이의 최소거리를 이용하여 상기 임플란트 치아의 식립형상을 생성하는
 단계를 더 포함하는
 임플란트 식립영역 선정방법.
- [청구항 19] 제 18 항에 있어서,
 상기 임플란트의 형상을 생성하는 단계는,
 상기 상실치아가 1개인 경우 상기 상실 치아와 인접한 2개의 치아 사이의
 최소거리를 지름으로 하는 제1 실린더를 상기 식립 위치에 생성시키는
 단계와, 상기 식립 위치의 피질골 영역에 상기 제1 실린더와 연결되며,
 상기 제1 실린더보다 작은 지름을 가지는 제2 실린더를 생성시키는

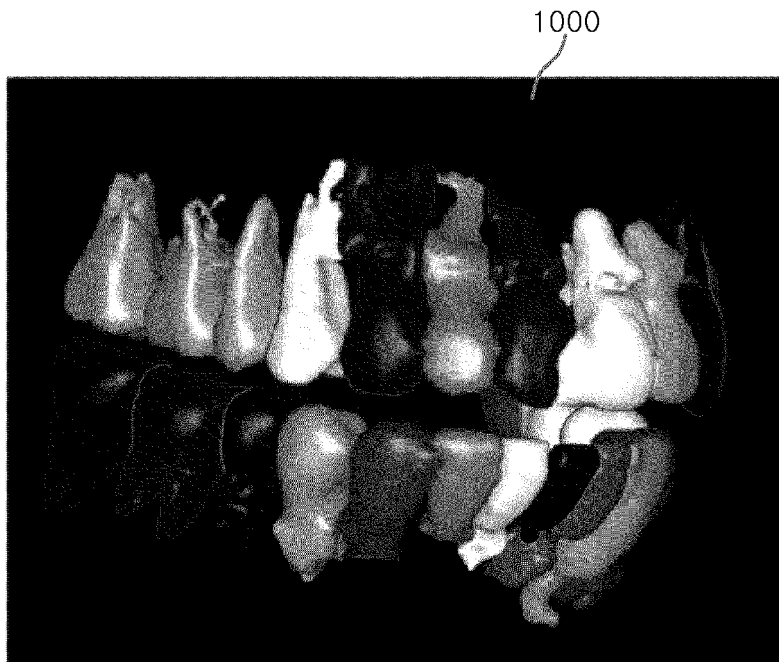
단계를 포함하는
임플란트 식립영역 선정방법.

- [청구항 20] 제 18 항에 있어서,
상기 임플란트의 형상을 생성하는 단계는,
상기 상설치아가 2개 이상인 경우 상기 상설 치아와 인접한 2개의 치아
사이의 최소거리를 상기 상설치아의 개수로 나눈 거리를 지름으로 하는
제1 실린더를 상기 식립 위치에 생성시키는 단계와,
상기 식립 위치의 피질골 영역에 상기 제1 실린더와 연결되며, 상기 제1
실린더보다 작은 지름을 가지는 제2 실린더를 생성시키는 단계를
포함하는
임플란트 식립영역 선정방법.
- [청구항 21] 제 19 항 또는 제 20 항에 있어서,
상기 제1 실린더의 길이는,
상기 상설 치아 주변의 기설정된 복수개 치아의 평균 길이로 형성되는
임플란트 식립영역 선정방법.
- [청구항 22] 제 19 항 또는 제 20 항에 있어서,
상기 제2 실린더의 길이는,
상기 상설 치아 주변의 기설정된 복수개 치아의 치아 뿌리 길이의
평균값으로 형성되는
임플란트 식립영역 선정방법.
- [청구항 23] 제 12 항 또는 제 22 항의 방법 중 어느 하나의 방법을 프로세서가
수행하도록 하는 컴퓨터 프로그램이 저장된 컴퓨터 판독 가능한 기록
매체.

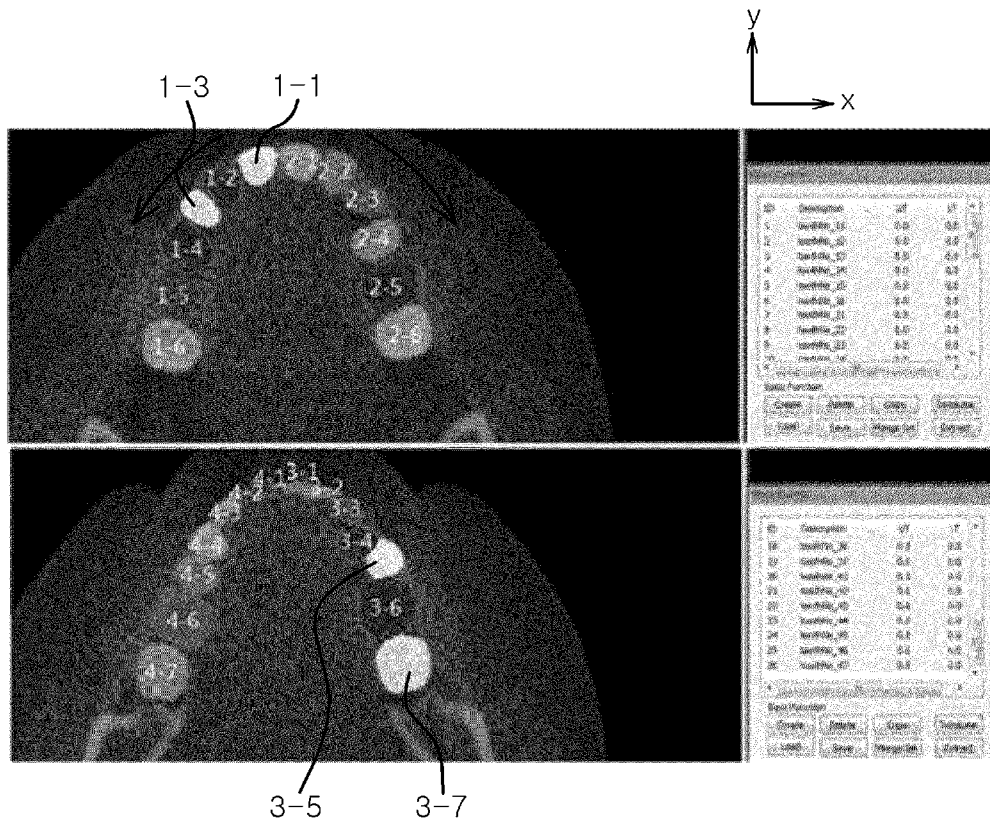
[도1]



[도2]



[도3]



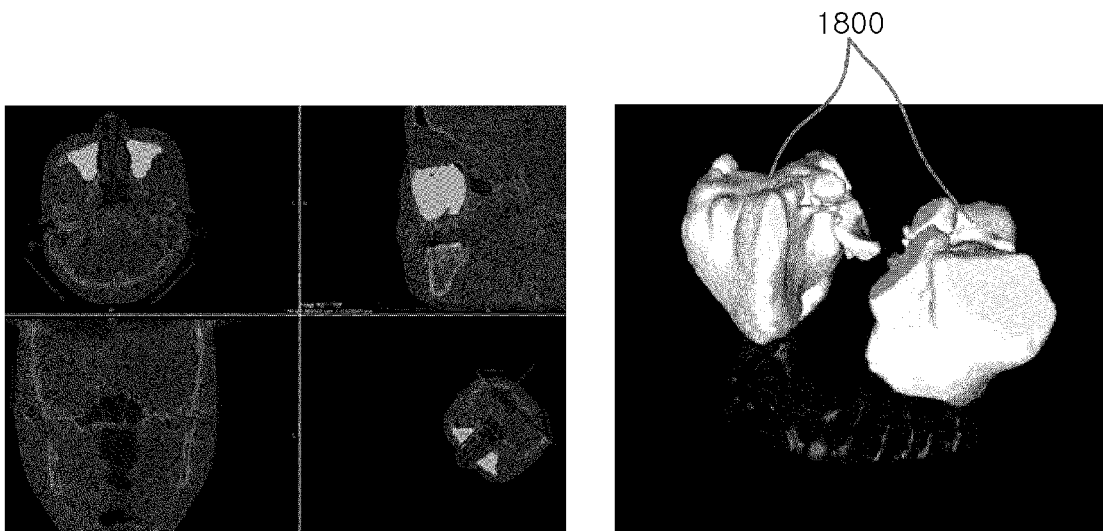
[도4]



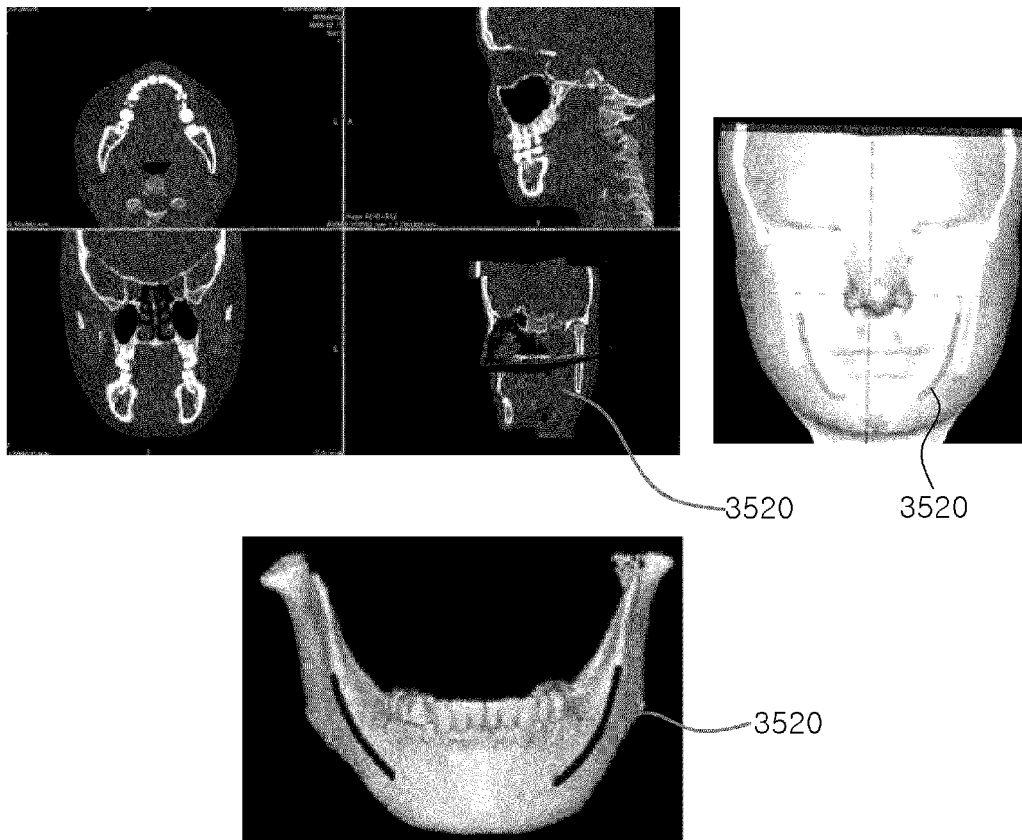
[도5]



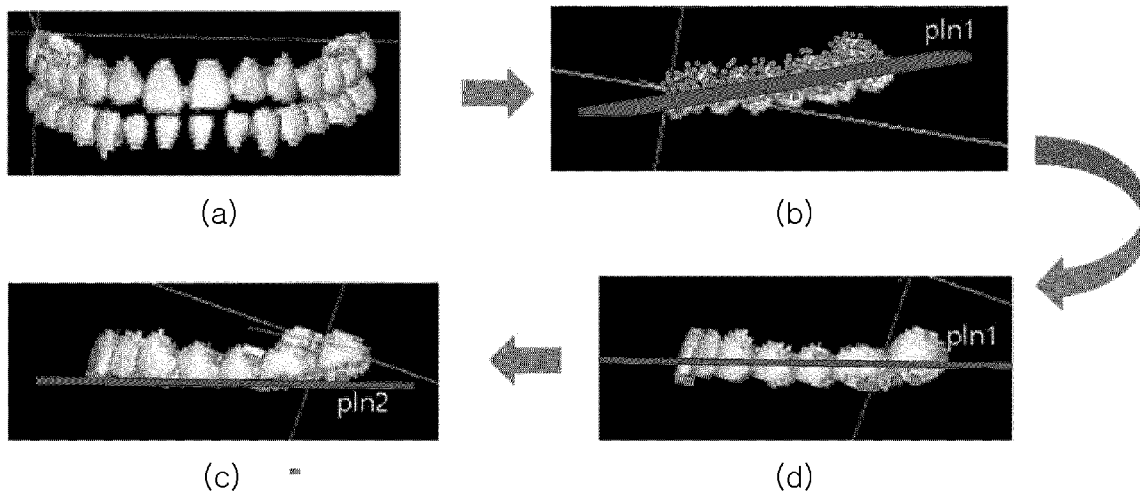
[도6]



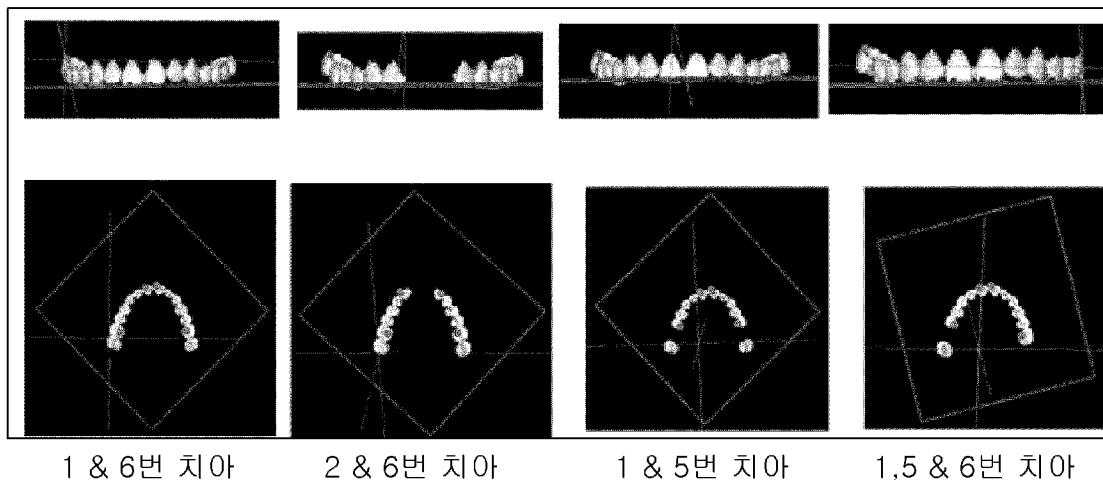
[도7]



[도8]

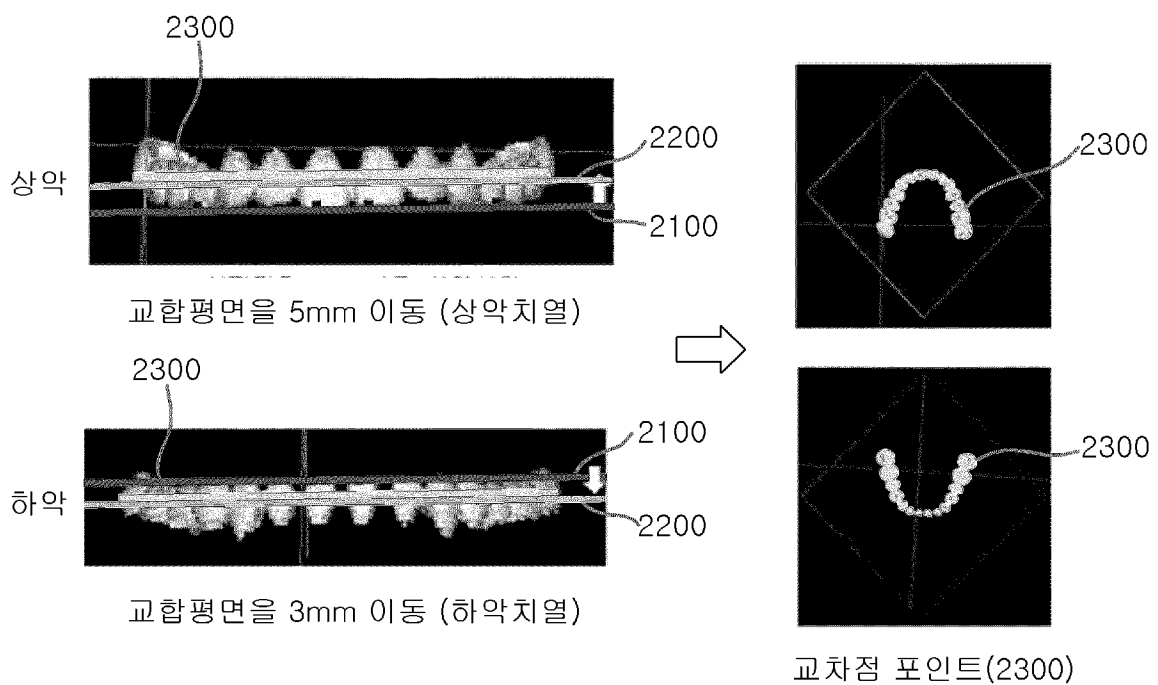


[도9]

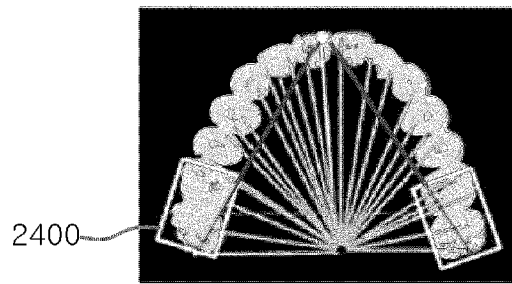


● Selected point □ 교합평면

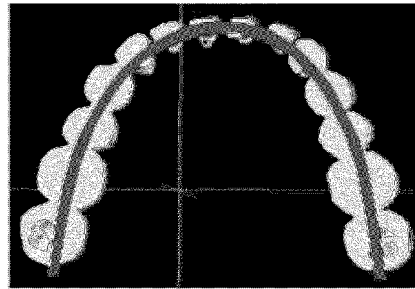
[도10]



[도11]

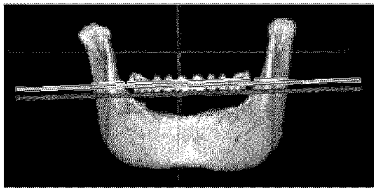


Parametrization
(circular + linear)

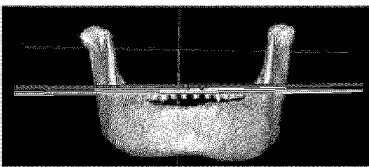


치열궁 선정: B-spline curve

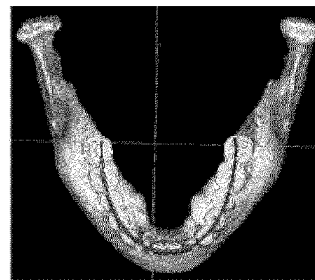
[도12]



상악 치열궁



하악 치열궁



(a)

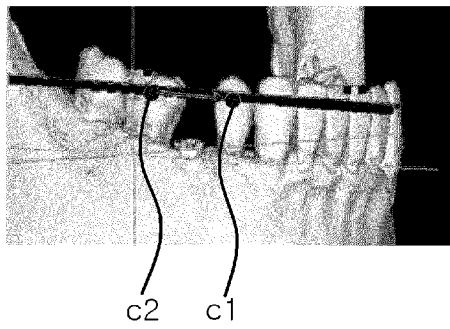


(b)

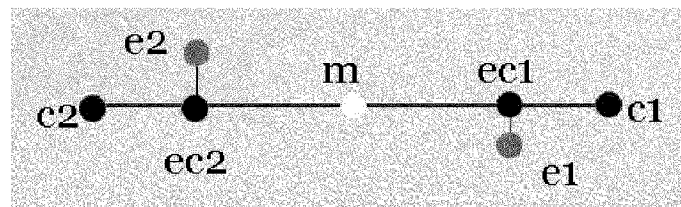
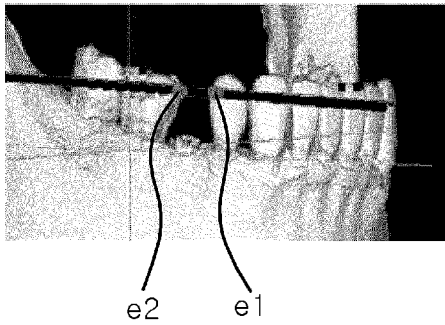
[도13]



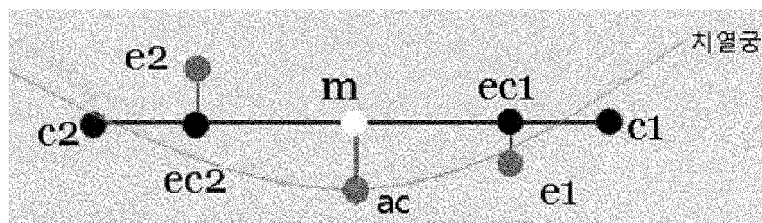
[도14]



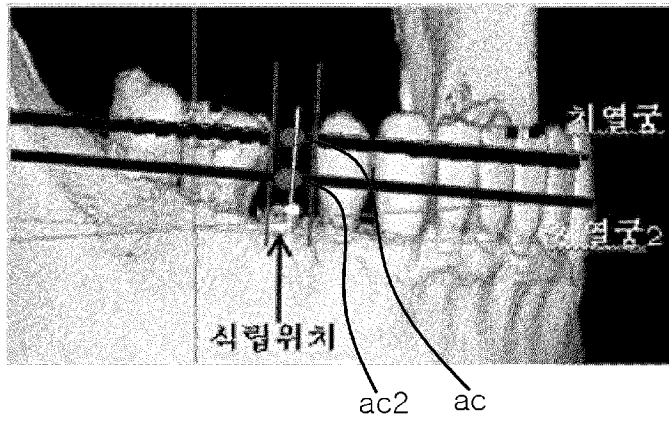
[도15]



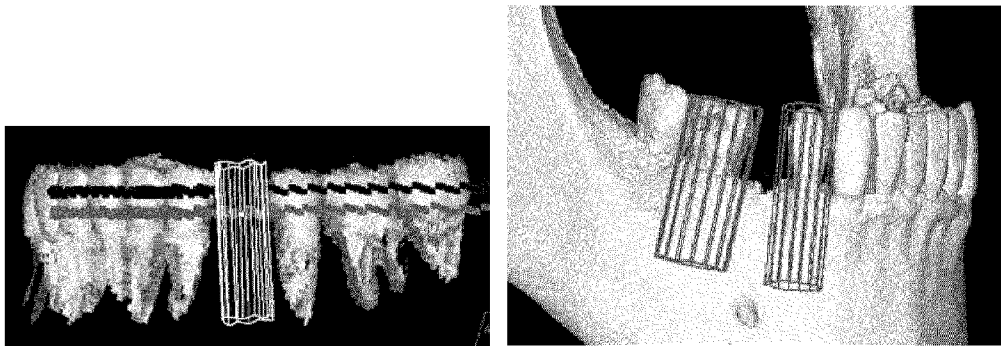
[도16]



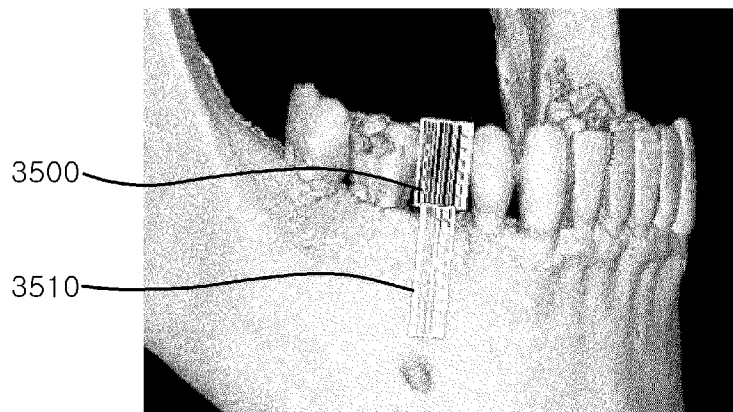
[도17]



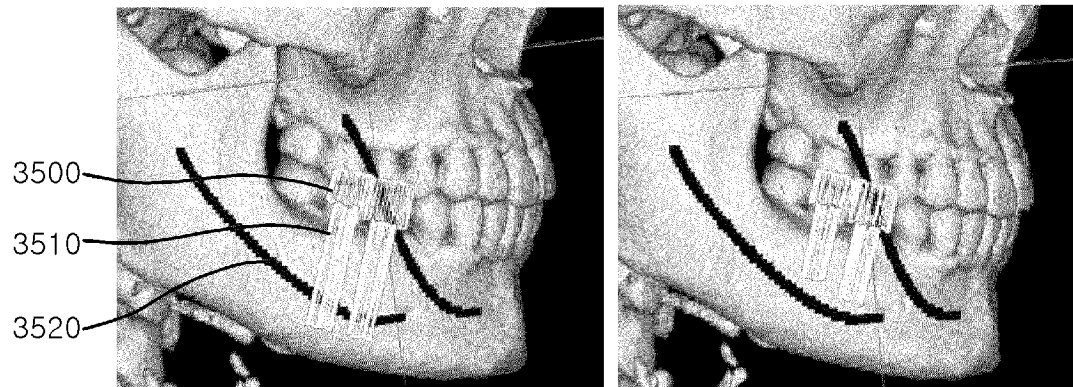
[도18]



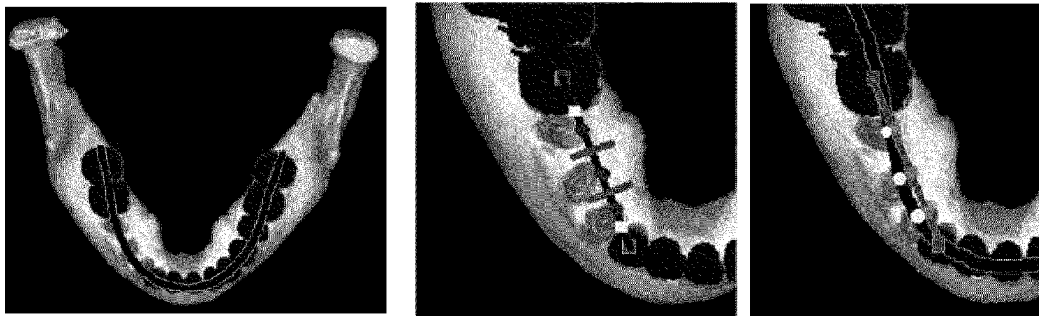
[도19]



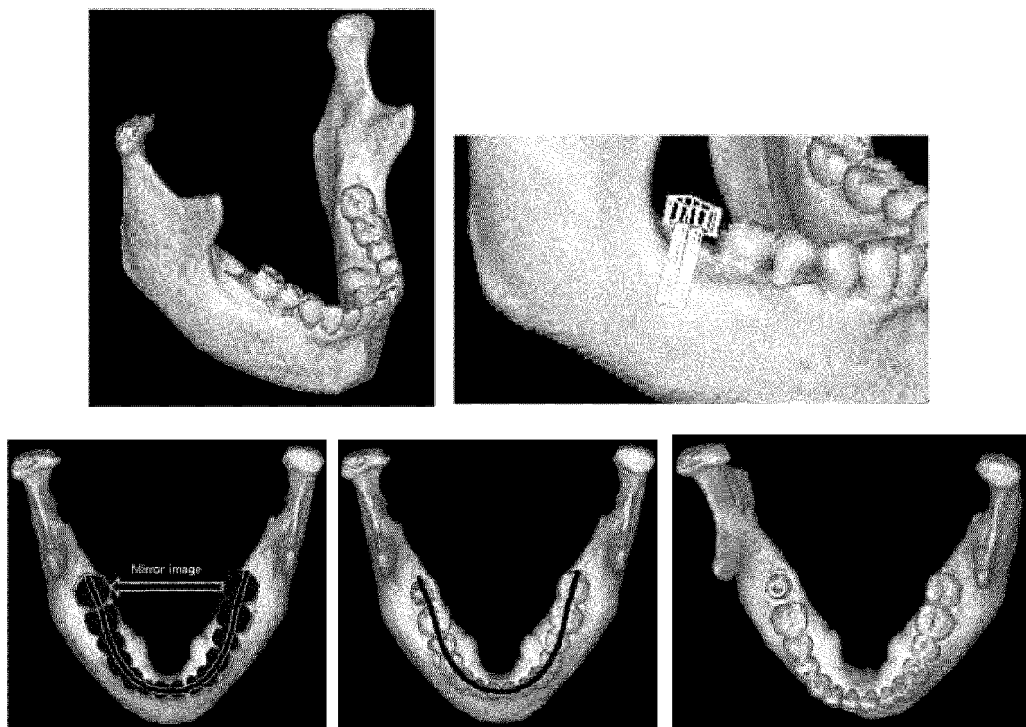
[도20]



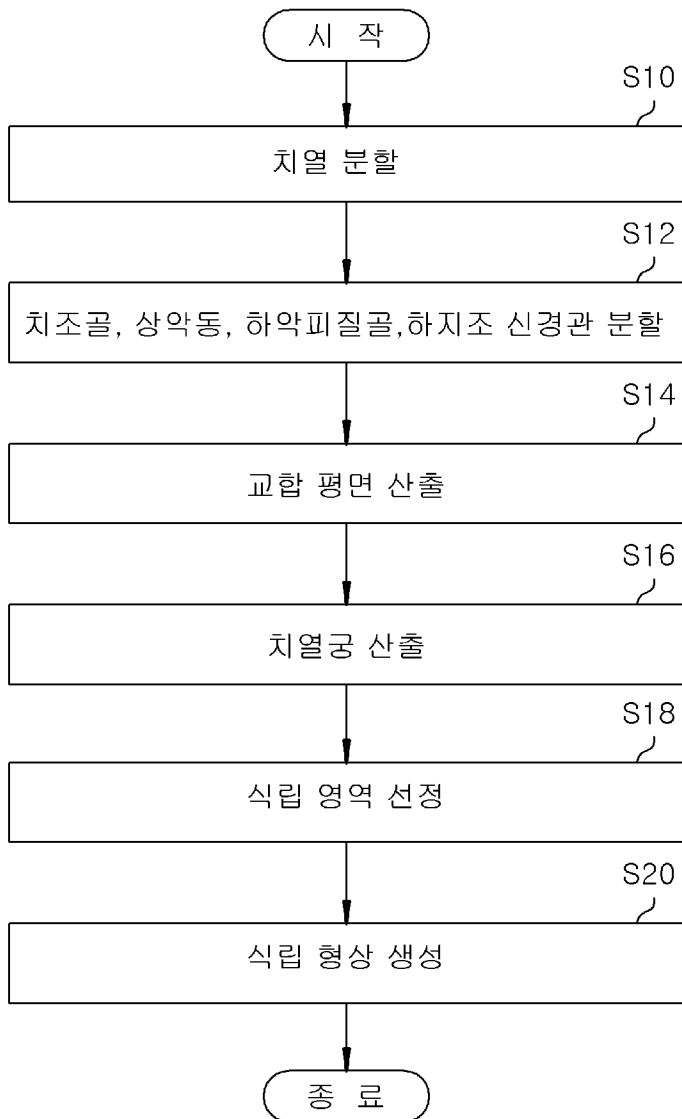
[도21]



[도22]



[도23]



[도24]

