



(12) 등록특허공보(B1)

(24) 등록일자 2020년08월12일

- (73) 특허권자
클리어콜렉트 오퍼레이팅, 엘엘씨
미국 78665 텍사스주 라운드 록 스위트 1010 사이
프레스 블루바드 21
- (72) 발명자
잔자데흐 하메드
미국 78741 텍사스주 오스틴 이 리버사이드 드라
이브 1620 에이퍼티. 4029
- 켄터버그 에릭 틴달**
미국 02120 매사추세츠주 보스턴 트레몬트 스트리트
1575 에이퍼티. 111
- (74) 대리인
양영준, 김윤기

심사관 : 최성수

(54) 발명의 명칭 점진적 치아교정에 대한 잇몸 적응들의 가상 모델링 및 연관된 기구 제조 방법

환자의 잇몸의 형상의 적응을 고려하는 디지털 모델들의 생성을 위한 시스템 및 연관된 방법이 제공된다. 예시적인 시스템은 치아들의 유형 및 형태, 잇몸 내부에서의 치근들의 형상, 배향 및 움직임들, 및 치료의 모든 단계 전체에 걸친 잇몸의 형상에서의 변화들의 더 정확한 예측을 위한 다른 요인들을 고려하여, 환자의 잇몸의 초기 스캔을 기본 모델로서 사용한다. 특히, 그 시스템은 얼라이너에 의해 커버될 모델의 영역들을 선행적으로 결정하고 이러한 영역들에 대한 변화들을 방지하는 한편, 이들 영역들 외부의 모델의 형상은 모델의 사이즈를 최소화하는 그리고 얼라이너들의 제조를 위한 임의의 필요한 특징들을 추가하는 방식으로 개조된다.

The diagram illustrates a network architecture for a dental system. At the top, a cloud labeled '인터넷' (Internet) with reference numeral 108 is connected to a server 106. A dashed line labeled 100 separates the Internet cloud from the local network components. The local network includes a server 102, a server 120, and a server 122, all interconnected. A database 104 is connected to server 102. A dental chair 110 is connected to server 102. A dental chair 124 is connected to server 120. A dental chair 122 is connected to server 122. A dental chair 118 is connected to server 110. A dental chair 114 is connected to server 110. A dental chair 112 is connected to server 110. A dental chair 116 is connected to server 110.

(52) CPC특허분류

A61C 2007/004 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020150063139 A

US06514074 B1

US20040197728 A1

US20090029310 A1

US20090098502 A1

US20090208897 A1

명세서

청구범위

청구항 1

컴퓨터 프로세서에 의해 실행되는 하기 단계들을 포함하는 방법.

- a) 환자의 치아 및 잇몸 공간적 정보(teeth and gingiva spatial information)를 포함하는 구강 프로파일(oral profile)을 수신하는 단계;
- b) 상기 구강 프로파일로부터 초기 몰드 프로파일(initial mold profile) - 상기 초기 몰드 프로파일은 상기 환자의 상기 치아 및 잇몸 공간적 정보의 수치적 표현들(numerical representations)을 포함함 - 을 생성하는 단계;
- c) 상기 초기 몰드 프로파일에 복수의 치아 제어 지점들과 복수의 잇몸 제어 지점들 -상기 복수의 잇몸 제어 지점들은 상기 초기 몰드 프로파일의 잇몸의 벽의 표면들에 배치되고, 상기 복수의 치아 제어 지점들의 제1 부분은 상기 초기 몰드 프로파일의 제1 치아 상에 배치됨 - 을 배치하는 단계;
- d) 이웃하는 잇몸 및 치아 제어 지점들의 제1 그룹에서의 이웃하는 제어 지점의 움직임에 기초하여 제1 잇몸 제어 지점 - 상기 제1 잇몸 제어 지점은 상기 복수의 잇몸 제어 지점들의 멤버(member)임 - 에 대한 제1 역장 벡터(force field vector)를 식별하는 단계;
- e) 상기 이웃하는 잇몸 및 치아 제어 지점들의 제1 그룹에서의 나머지 제어 지점들의 움직임들에 기초하여 상기 제1 잇몸 제어 지점에 대한 나머지 역장 벡터들을 식별하기 위해 단계 d)를 반복하는 단계;
- f) 상기 복수의 잇몸 제어 지점들에서의 나머지 잇몸 제어 지점들에 대해 단계 d) 및 e)를 반복하는 단계;
- g) 상기 복수의 치아 제어 지점들에 대해 치아 제어 지점들의 움직임들(tooth control points movements)을 수신하는 단계 - 상기 복수의 치아 제어 지점들의 상기 제1 부분에서의 임의의 치아 제어 지점과 상기 복수의 치아 제어 지점들의 상기 제1 부분에서의 모든 다른 치아 제어 지점 사이의 거리가 변화 없이 유지됨 - ;
- h) 수신된 치아 제어 지점들의 움직임들에 응답하여 상기 복수의 잇몸 제어 지점들의 상기 움직임들을 계산하기 위해 유한 요소 분석(finite element analysis)을 수행하는 단계; 및
- i) 새로운 몰드 프로파일을 생성하는 단계

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 새로운 몰드 프로파일을 사용하여 몰드(400)를 생성하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 몰드(400)는 상기 환자의 잇몸선에서부터 2 밀리미터의 잇몸을 포함하거나, 또는 상기 몰드(400)를 사용하여 얼라이너(aligner)를 생성하는 단계를 추가로 포함하고, 상기 얼라이너는 상기 환자의 잇몸선에서부터 적어도 2 밀리미터 연장된 예지를 포함하는, 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 구강 프로파일을 수신하는 단계는 원격 컴퓨터로부터 상기 구강 프로파일을 수신하는 단계를 추가로 포함하거나, 또는 상기 구강 프로파일을 수신하는 단계는 상기 환자의 초기 몰드(400)를 3-D 스캐닝하는 단계를 추가로 포함하거나, 또는 여섯 개의 상이한 몰드 프로파일들(six different mold profiles)을 생성하기 위해 적어도 여섯 번 단계 a) 내지 i)를 반복하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

여섯 개의 상이한 몰드 프로파일들의 생성을 유도하기 위해 적어도 여섯 번 단계 a) 내지 i)를 반복하는 단계,
 상기 여섯 개의 상이한 몰드 프로파일들로부터 여섯 개의 몰드들(400)의 생성을 유도하는 단계, 및
 상기 여섯 개의 몰드들(400)로부터 여섯 개의 얼라이너들의 생성을 유도하는 단계
 를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 6

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 유한 요소 분석을 수행하는 단계는,

상기 환자의 잇몸의 부분을 경계로 하는 잇몸 제어 지점들의 세트 — 상기 복수의 잇몸 제어 지점들은
 상기 잇몸 제어 지점들의 세트를 포함함 — 의 움직임들을 컴퓨팅하는 것, 및

상기 잇몸 제어 지점들의 세트의 상기 움직임들을 평균화하는 것

에 의해 상기 환자의 잇몸의 부분의 움직임을 추정하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 7

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 유한 요소 분석을 수행하는 단계는,

상기 환자의 잇몸의 부분을 경계로 하는 잇몸 제어 지점들의 세트 — 상기 복수의 잇몸 제어 지점들은
 상기 잇몸 제어 지점들의 세트를 포함함 — 의 움직임들을 컴퓨팅하는 것, 및

상기 잇몸 제어 지점들의 세트의 상기 움직임들을 사용하여 상기 잇몸의 부분 내의 샘플링 지점들의 가
 중된 평균 움직임들(weighted average movements)을 컴퓨팅하는 것

에 의해 상기 환자의 잇몸의 부분의 움직임을 추정하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 8

저장된 명령들을 갖는 비-일시적 컴퓨터 판독가능 매체로서,

상기 명령들은, 프로세서(102)에 의해 실행될 때, 상기 프로세서(102)로 하여금,

a) 환자의 치아 및 잇몸 공간적 정보를 포함하는 구강 프로파일을 수신하게 하며;

b) 상기 구강 프로파일로부터 초기 몰드 프로파일 — 상기 초기 몰드 프로파일은 상기 환자의 상기 치아 및 잇
 몸 공간적 정보의 수치적 표현들을 포함함 — 을 생성하게 하며;

c) 상기 초기 몰드 프로파일에 복수의 치아 제어 지점들과 복수의 잇몸 제어 지점들 — 상기 복수의 잇몸 제어
 지점들은 상기 초기 몰드 프로파일의 잇몸의 벽의 표면들에 배치되고, 상기 복수의 치아 제어 지점들의 제1 부
 분은 상기 초기 몰드 프로파일의 제1 치아 상에 배치됨 — 을 배치하게 하며;

d) 이웃하는 잇몸 및 치아 제어 지점들의 제1 그룹에서의 이웃하는 제어 지점의 움직임에 기초하여 제1 잇몸 제
 어 지점 — 상기 제1 잇몸 제어 지점은 상기 복수의 잇몸 제어 지점들의 멤버임 — 에 대한 제1 역장 벡터를 식
 별하게 하며;

e) 상기 이웃하는 잇몸 및 치아 제어 지점들의 제1 그룹에서의 나머지 제어 지점들의 움직임들에 기초하여 상기
 제1 잇몸 제어 지점에 대한 나머지 역장 벡터들을 식별하기 위해 단계 d)를 반복하게 하며;

f) 상기 복수의 잇몸 제어 지점들에서의 나머지 잇몸 제어 지점들에 대해 단계 d) 및 e)를 반복하게 하며;

g) 상기 복수의 치아 제어 지점들에 대해 치아 제어 지점들의 움직임들을 수신하게 하며 — 상기 복수의 치아
 제어 지점들의 상기 제1 부분에서의 임의의 치아 제어 지점과 상기 복수의 치아 제어 지점들의 상기 제1 부분에
 서의 모든 다른 치아 제어 지점 사이의 거리가 변화 없이 유지됨 — ;

h) 수신된 치아 제어 지점들의 움직임들에 응답하여 상기 복수의 잇몸 제어 지점들의 상기 움직임들을 계산하기
 위해 유한 요소 분석을 수행하게 하며; 그리고

i) 새로운 몰드 프로파일을 생성하게 하는, 컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 프로세서(102)에 의해 실행될 때, 상기 프로세서(102)로 하여금, 원격 컴퓨터로부터 상기 구강 프로파일을 수신하게 하는 명령들을 더 포함하거나, 또는 상기 프로세서(102)에 의해 실행될 때, 상기 프로세서(102)로 하여금, 상기 환자의 초기 몰드(400)의 3-D 스캐닝으로부터 상기 구강 프로파일을 수신하게 하는 명령들을 더 포함하고, 상기 프로세서(102)에 의해 실행될 때, 상기 프로세서(102)로 하여금, 여섯 개의 상이한 몰드 프로파일들을 생성하기 위해 적어도 여섯 번 단계 a) 내지 i)를 반복하게 하는 명령들을 더 포함하는, 컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 10

제8항 또는 제9항에 있어서, 상기 프로세서(102)에 의해 실행될 때, 상기 프로세서(102)로 하여금,

상기 환자의 잇몸의 부분을 경계로 하는 잇몸 제어 지점들의 세트 — 상기 복수의 잇몸 제어 지점들은 상기 잇몸 제어 지점들의 세트를 포함함 — 의 움직임들을 컴퓨팅하는 것, 및

상기 잇몸 제어 지점들의 세트의 상기 움직임들을 평균화하는 것

에 의해 상기 환자의 잇몸의 부분의 움직임을 추정하게 하는 명령들을 더 포함하는, 컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 11

제8항 또는 제9항에 있어서, 상기 프로세서(102)에 의해 실행될 때, 상기 프로세서(102)로 하여금,

상기 환자의 잇몸의 부분을 경계로 하는 잇몸 제어 지점들의 세트 — 상기 복수의 잇몸 제어 지점들은 상기 잇몸 제어 지점들의 세트를 포함함 — 의 움직임들을 컴퓨팅하는 것, 및

상기 잇몸 제어 지점들의 세트의 상기 움직임들을 사용하여 상기 잇몸의 부분 내의 샘플링 지점들의 가중된 평균 움직임들을 컴퓨팅하는 것

에 의해 상기 환자의 잇몸의 부분의 움직임을 추정하게 하는 명령들을 더 포함하는, 컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 2016년 5월 24일자로 출원된 미국 가출원 제62/340,960호를 우선권 주장한다.

배경 기술

[0003] 치아교정 얼라이너들(orthodontic aligners)은 치아들의 재정렬을 위해 와이어들에 의해 연결되는 브래킷들을 통상적으로 채용하는 전통적인 교정기에 대한 대안을 제공한다. 얼라이너들은 가볍거나 또는 적당히 뻥뻥한 치아들, 또는 치아들 사이에 작은 간격 문제들을 갖는 환자들에게 적합하다. 치아교정 치료를 위해 얼라이너들을 사용하는 환자가 얼라이너를 새로운, 점진적으로 상이한 얼라이너로 주기적으로 교체하여 치아들을 제1 위치에서부터 제2 위치로 점진적으로 그리고, 궁극적으로, 원하는, 최종 위치로 이동시킨다. 치료 과정은, 치아들의 오정렬의 중증도(severity)에 의존하여, 여러 달에서 수년간 계속될 수 있다. 얼라이너들은 아크릴과 같은 플라스틱 재료들, 이를테면 본원의 양수인인, 텍사스 주, 라운드 록의 ClearCorrect® LLC에 의해 제조된 것들로 이루어질 수 있다.

[0004] 치아교정 치료 동안 사용되는 플라스틱 얼라이너들을 생성하기 위해 이용 가능한 현재 기술들은, 환자의 현재 치열(dentition)의 3D 스캐닝, 컴퓨터 시스템에서 치아들의 움직임을 정의함으로써 치료 과정을 계획하는 것, 치료의 각각의 단계에 대응하는 장래의 또는 예상되는 치아들의 모델들을 인쇄하는 것, 및 인쇄된 모델들을 열성형함으로써 그리고/또는 3D 인쇄와 같은 다른 제조 기술들을 통해 플라스틱 얼라이너들을 제작하는 모델들을 사용하는 것에 주로 기초한다.

[0005] 치아들의 모델들을 생성함에 있어서의 가장 큰 도전과제들 중 하나가 치료의 각각의 단계에 대해 환자의 잇몸("치은(gums)")의 현실적인 3D 모델을 예측하고 포함시키는 것이다. 컴퓨터 시스템에서 치료의 다양한 스테이지들 동안 치아들을 재위치시키고 이동시킬 때, 치아들의 기하학적 형상은 변화하지 않는데, 그것이 유한한 방향으로 이동되는 견고한 물체이기 때문이다. 그러나, 뼈들과 잇몸은 형상이 처리 내내 변화되고 발전된다. 플라스틱 얼라이너들이 잇몸의 부분들뿐만 아니라 치아들을 덮으며; 그러므로, 환자의 입에 적절히 맞을 얼라이너들을 만드는 것이 가능하기 위해, 치아들의 3D 모델들을 만들 때 잇몸의 정밀한 형상들 및 치수들을 정확하게 예측하고 생성하는 것이 중요하다.

[0006] 치료 계획을 생성하기 위해 치아들이 이동될 때 잇몸 모델들을 생성하는 것을 보조하는 다양한 소프트웨어 기술들이 현재 존재한다. 현존 기술들의 일부는 표면 상에 주름들 및 뒤틀림이 없는 완전히 가상적인 잇몸 형상들을 생성하지만, 치료의 초기의 단계에 대해서도 장래의 단계에 대해서도, 환자의 입에서의 잇몸의 사실적인 형상을 정확하게 나타내지 않는다. 이러한 시스템들의 예들은 캘리포니아 주, 산호세의 얼라인 테크놀로지(Align Technology)의 ClinCheck®를 포함한다. 다른 시스템들은 초기 모델들을 완벽하게 맞추는 치료의 시작 지점으로서 환자의 잇몸의 실제 형상들을 사용하지만, 치아들이 움직이기 시작함에 따라 잇몸 형상들에 대한 업데이트들은 정확하지 않고, 잇몸 형상에 주름들을 야기한다. 이러한 시스템들의 예들은 덴마크, 코펜하겐의 3Shape®에 의한 오르토 애널리저(Ortho Analyzer)를 포함한다.

[0007] 이들 공지된 시스템들은 잇몸 및 치아들의 기하구조들을 엄격하게 스티칭되고 함께 부착되는 단일 메시로서 다룬다. 결과적으로, 이들 시스템들은, 치아들이 재위치됨에 따라, 환자의 입에서의 실제 잇몸 변화들에 일치하지 않을 방식으로 잇몸 형상을 업데이트시킨다. 그 결과, 심지어 얼라이너들이 치료의 초기 단계들에서 적절히 맞추어지더라도, 잇몸 형상들에 대한 부정확한 업데이트들은 치료의 나중의 단계들을 위한 얼라이너들이 맞춤에서 점진적으로 악화되게 한다.

선행기술문헌

특허문헌

(특허문헌 0001) 미국특허공개공보 US 2009/0029310 A1호 (2009.01.29; 치과용 모델 및 치과용 모델의 시리즈,

그리고 그 제조 및 사용을 위한 방법 및 기구(DENTAL MODELS AND SERIES OF DENTAL MODELS, AND METHODS AND APPARATUS FOR MAKING AND USING SAME))

(특허문헌 0002) 미국특허공개공보 US 2004/0197728 A1호 (2004.10.07; 치아 치료를 위한 구조물(Architecture for treating teeth))

(특허문헌 0003) 미국특허공개공보 US 2009/0098502 A1호 (2009.04.16; 치과 치료 계획을 위한 소프트웨어 및 방법(Software and Methods for Dental Treatment Planning))

발명의 내용

- [0008] 얼라이너들을 사용할 때 치아교정 치료에서 가장 중요한 단계들 중의 하나는 치료 계획의 모든 단계에 대해 정밀한 3D 치아 모델들의 예측 및 생성이다. 이러한 모델들을 생성하기 위해, 치아들의 장래의 배치와 적응하는 잇몸의 장래의 치수/형상이 정확하게 예측되는 것이 필요하다. 본 발명의 예시적인 실시예가 치료 계획, 환자 기록들 및 치아 형태(dental morphology)에 기초하여 환자의 잇몸의 형상의 적응을 고려하는 디지털 모델들의 생성을 위한 시스템 및 연관된 방법을 제공한다. 예시적인 시스템은 치아들의 유형 및 형태, 잇몸 내부에서의 치근들의 형상, 배향 및 움직임들, 및 치료의 모든 단계의 전체에 걸친 잇몸의 형상에서의 변화들의 더 정확한 예측을 위한 다른 요인들을 고려하여, 환자의 잇몸의 초기 스캔을 기본 모델로서 사용한다. 특히, 그 시스템은 얼라이너에 의해 커버될 모델의 영역들을 선행적으로 결정하고 이러한 영역들에 대한 변화들을 방지하는 한편, 이들 영역들 외부의 모델의 형상은 모델의 사이즈를 최소화하는 그리고 얼라이너들의 제조를 위한 임의의 필요한 특징들을 추가하는 방식으로 개조된다.
- [0009] 그 방법은 잇몸의 치수/형상을 생성하고 업데이트하며, 결과적으로 잇몸의 모델들이 더 정밀해지게 한다. 치아 교정 치료 동안 잇몸의 형상의 적응을 고려하는 능력은 얼라이너 끼워맞춤(aligner fitting)을 향상시켜, 치열의 부분들에 대한 재작업을 감소시킨다.
- [0010] 본원의 발명적 시스템에서, 개개의 치아들은 잇몸 내부에서 부유하는 별개의 물체들로서 취급된다. 치아들의 유형 및 배치, 치근들의 형태, 그리고 뼈 내부에서의 치근 움직임들의 유형과 같은 정보가 치근 모델들과 잇몸 사이에 역장 벡터(force field vector)를 생성하는데 사용된다. 유한 요소 분석(finite element analysis) 방법들이 그 다음에 잇몸의 업데이트된 형상을 계산하는데 사용된다. 통계 데이터는 치근들과 잇몸 사이에서 정의된 힘들에 관련된 파라미터들을 미세 튜닝하기 위해 또한 평가되고 사용된다. 그 결과, 치아 움직임들이 잇몸 치수/형상에서의 변화들에 영향을 미치는 방법에 관한 현실적인 모델이 만들어진다. 게다가, 이들 모델들의 각각으로부터 생성되는 대응하는 얼라이너들이 치료의 초기 단계 및 나중의 단계 둘 다에서 적절히 맞추어진다.
- [0011] 본 발명의 예시적인 실시예의 양태들은, 다음을 포함한다: a) 환자의, 치아 및 잇몸 공간적 정보를 포함하는, 초기 구강 프로파일을 수신하는 단계, b) 구강 프로파일로부터 초기 몰드 프로파일 — 초기 몰드 프로파일은 환자의 치아 및 잇몸 공간적 정보의 수치적 표현들을 포함함 — 을 생성하는 단계, c) 초기 몰드 프로파일에 복수의 치아 제어 지점들과 복수의 잇몸 제어 지점들을 배정하는 단계, d) 이웃하는 잇몸 및 치아 제어 지점들의 제1 그룹에서의 이웃하는 제어 지점의 움직임에 기초하여 제1 잇몸 제어 지점 — 제1 잇몸 제어 지점은 복수의 잇몸 제어 지점들의 멤버임 — 에 대한 제1 역장 벡터를 식별하는 단계, e) 이웃하는 잇몸 및 치아 제어 지점들의 제1 그룹에서의 나머지 제어 지점들의 움직임들에 기초하여 제1 잇몸 제어 지점에 대한 나머지 역장 벡터들을 식별하기 위해 단계 d)를 반복하는 단계, f) 복수의 잇몸 제어 지점들에서의 나머지 잇몸 제어 지점들에 대해 단계 d) 및 e)를 반복하는 단계, g) 복수의 치아 제어 지점들에 대한 치아 제어 지점들의 움직임들을 수신하는 단계, h) 수신된 치아 제어 지점들의 움직임들에 응답하여 복수의 잇몸 제어 지점들의 움직임들을 계산하기 위해 유한 요소 분석을 수행하는 단계, 및 i) 새로운 몰드 프로파일을 생성하는 단계.
- [0012] 얼라이너에 의해 커버될 잇몸의 영역은 검출되고 정확하게 보존되는 한편, 이 영역 외부의 모델의 형상은 모델의 사이즈를 최소화하는 그리고 얼라이너들의 제조를 위한 임의의 필요한 특징들을 추가하는 방식으로 개조된다. 기본 모델을 생성하기 위한 상이한 가능성들 중에서 하나의 가능성은 최적화 알고리즘을 사용하는 것을 포함하며, 3D 모델의 볼륨을 최소화하는 것이 모델의 상이한 영역들에서 기초의 높이에 대한 기준들을 유지하면서 선택된다. 이는 3D 치아들의 모델들의 인쇄 동안 인쇄 재료들의 최소 소비로 이어진다.
- [0013] 치아교정 치료 동안 잇몸의 형상에서의 변화들을 검출하기 위한 더 정확한 모델들로, 얼라이너들은 잇몸의 일부 영역들을 커버하고 환자의 입에 적절히 맞추어지도록 제작될 수 있다. 이는 구조적으로 강건한 얼라이너들과

명확한 플라스틱 얼라이너들을 사용하여 치아교정 치료를 하면서 치아들을 움직임에 있어서의 성공으로 이어질 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 환자의 잇몸의 형상의 적응을 고려하는 디지털 모델들을 생성하기 위한 시스템의 예시적인 실시예를 도시하며;
- 도 2는 환자의 잇몸의 형상의 적응을 고려하는 디지털 모델들을 생성하기 위한 방법의 예시적인 실시예의 흐름도이며;
- 도 3은 치아 및 잇몸 프로파일의 예시적인 단면도를 도시하며;
- 도 4는 도 2에서 설명되는 방법을 사용하여 만들어지는 몰드의 사시도를 도시하며; 그리고
- 도 5는 예시적인 얼라이너들의 정면도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 본 출원은 치아교정 치료 동안 환자의 잇몸의 형상의 적응을 고려하는 디지털 모델들을 생성하기 위한 시스템 및 방법을 설명한다. 초기 치아 및 잇몸 프로파일은 환자의 치아 및 잇몸 복제물의 3-D 스캐닝, 또는 환자의 치아 및 잇몸 자국(impression)의 CT 스캔으로부터 획득된다. 초기 프로파일은, 원하는 치아 움직임들과 함께, 새로운 치아 및 잇몸 프로파일을 산출하는 소프트웨어에 전송된다. 그 소프트웨어는, 수집된 통계 및 해부학적 데이터에 기초하여, 다수의 잇몸 제어 지점들과 치아 제어 지점들 사이에 힘 벡터들을 배정한다. 각각의 힘 벡터는 이웃하는 잇몸 제어 지점에 대한 치아/잇몸 제어 지점 움직임의 영향을 나타낸다. 원하는 치아들의 움직임들과 초기 프로파일을 통합함으로써, 소프트웨어는 원하는 치아들의 움직임들과 새로운 잇몸 토폴로지를 포함하는 새로운 프로파일을 생성할 수 있다. 새로운 프로파일은 새로운 몰드를 제작하기 위해 3-D 프린터에 전송될 수 있다.
- [0016] 도 1은 치아교정 치료 동안 환자의 잇몸의 형상의 적응을 고려하는 디지털 모델들을 생성하기 위한 예시적인 시스템(100)을 도시한다. 시스템(100)은 중앙 서버(102), 데이터베이스(104), 의사 포털(106), 스캐닝 컴퓨터(110), 및 인쇄 컴퓨터(120)를 포함한다. 물리적 포털(106)은 인터넷(108)에 접속될 수 있다. 시스템(100)은 다수의 컴퓨터들 상에 구현되거나, 또는 단일 컴퓨터 상에 통합될 수 있다.
- [0017] 일부 구현예에서, 중앙 서버(102)는 데이터베이스(104), 의사 포털(106), 스캐닝 컴퓨터(110), 및 인쇄 컴퓨터(120)에 접속될 수 있다. 중앙 서버(102)는 데이터베이스(104)에 적절히 그리고 안전하게 액세스하기 위한 인터페이스를 나머지 시스템들에 제공한다. 중앙 서버(102), 데이터베이스(104), 의사 포털(106), 스캐닝 컴퓨터(110), 및 인쇄 컴퓨터(120)는 지리적으로 동일한 로케이션에 배치될 수 있다. 대안적으로, 컴포넌트들의 일부 또는 전부가 가상 사설 네트워크를 통해 원격으로 통신할 수 있다.
- [0018] 특정 실시예들에서, 의사 포털(106)은 디지털 파일들을 중앙 서버(102)에 대해 전송하고 수신하기 위한 인터페이스를 외부 사용자들에게 제공할 수 있다. 의사 포털(106)은 원격 액세스를 조절하고 시스템(100)을 적대적인 네트워크 침입으로부터 보호하기 위한 프록시 서버 또는 방화벽을 포함할 수 있다. 외부 사용자들은 인터넷(108)을 가로질러 의사 포털(106)에 디지털 파일들을 송신할 수 있다. 적절한 인가 및 인증으로, 의사 포털(106)은 특정한 외부 사용자들에게 스캐닝 컴퓨터(110) 및 인쇄 컴퓨터(120)에 대한 제한된 액세스를 허락할 수 있다.
- [0019] 예시적인 실시예들에서, 데이터베이스(104)는 시스템(100) 내에서 사용되는 디지털 데이터를 저장할 수 있다. 저장된 데이터는 중앙 서버(102)를 통해 제공될 수 있다. 데이터베이스(104)는 저장된 데이터에 대한 국부 및/또는 원격 루틴 백업 특징들을 구현할 수 있다.
- [0020] 일부 실시예들에서, 스캐닝 컴퓨터(110)는 이미지 캡처링 디바이스(112) 및 이미지 출력 디바이스(114)에 접속될 수 있다. 이미지 캡처링 디바이스(112)는 포지셔너(116) 상에 위치된 환자의 치아 및 잇몸 프로파일의 복제물을 나타내는 몰드(118)를 스캔할 수 있다. 예를 들어, 스크린, 모니터, 디스플레이, 프로젝터 또는 프린터와 같은 이미지 출력 디바이스(114)는 몰드(118)의 스캔된 이미지를 디스플레이할 수 있다. 이미지 캡처링 디바이스(112)는 3D 카메라, 둘 이상의 2D 카메라들, CT 스캐너, 또는 엑스선들을 포함할 수 있다. 이미지들을 획득하기 위한 다른 디바이스들이 가능하다.

- [0021] 예시적인 구현예들에서, 포지셔너(116)는 포지셔너 상에 또는 내에 있는 라인들을 포함하는 시각적 기준 가이드를 포함한다. 시각적 기준 가이드는 포지셔너(116) 내의 몰드의 로케이션들을 추적하는데 이용될 수 있다.
- [0022] 특정한 구현예들에서, 인쇄 컴퓨터(120)는 몰드 제작 디바이스(122)와 얼라이너 제작 디바이스(122)에 접속될 수 있다. 몰드 제작 디바이스(122)와 얼라이너 제작 디바이스(124)는, 예를 들어, 3D 프린터들일 수 있다.
- [0023] 도 2는 치아교정 얼라이너들을 생성하는데 사용될 수 있는, 치아교정 치료 동안 환자의 잇몸의 형상의 적응을 고려하는 디지털 모델들을 생성하기 위한 예시적인 방법(200)을 도시하는 흐름도이다. 중앙 서버(102)는 스캐닝 컴퓨터 또는 원격 소스로부터 환자 치아들 및 잇몸 프로파일을 먼저 수신한다(202). 예를 들어, 스캐닝 컴퓨터(110)는 몰드(118)에 관한 공간적 정보를 사진측량으로 수집하기 위해 이미지 캡처링 디바이스(112)에 의존할 수 있다. 특정 실시예들에서, 스캐닝 컴퓨터(110)는 3-D 스캐너를 이용하여 몰드(118)에 관련한 공간적 정보를 캡처할 수 있다. 3-D 스캐너는 접촉 기반 또는 광학 기반일 수 있다. 대안적으로, 스캐닝 컴퓨터(110)는 CT 컴퓨터 단층촬영술(computerized tomography)(CT) 스캐너를 사용하여 환자 치아들 및 잇몸의 자국을 조각 방식으로 스캔할 수 있다. 스캐닝 컴퓨터(110)는 CT 스캔으로부터 획득되는 복수의 엑스선 이미지들을 통합하여 환자 치아들 및 잇몸 프로파일을 구축한다. 3D 또는 CT 스캔의 완료 시, 프리-프로세싱이 중앙 서버(102)와의 호환성을 보장하기 위해 스캔된 이미지에 대해 수행될 수 있다.
- [0024] 다른 실시예들에서, 중앙 서버(102)는 원격 시스템으로부터 의사 포털(106)을 통해 디지털 포맷으로 환자 치아들 및 잇몸 프로파일을 수신할 수 있다(202). 그 프로파일은 환자로부터 그 프로파일을 직접 추출하였던 치아교정의에 의해 인터넷(108)을 통해 의사 포털(106)에 전송될 수 있다. 그 프로파일은 데이터베이스(104) 상에 저장될 수 있다. 대안적으로, 중앙 서버(102)는 그 프로파일을 데이터베이스(104)로부터 획득할 수 있다. 치아들 및 잇몸 프로파일 데이터를 수신하는 다른 방법들이 가능하다.
- [0025] 특정한 구현예들에서, 환자 치아들 및 잇몸 프로파일을 수신한 후, 중앙 서버(102)는 초기 몰드 프로파일을 생성할 수 있다(204). 초기 몰드 프로파일은, 필요하다면, 환자의 치아들 및 잇몸 프로파일을 나타내는 몰드와 동일한 재현 몰드를 생성하는 시스템(100)을 위한 충분한 공간적 정보를 포함한다. 생성된 초기 몰드 프로파일은 시스템(100)에 의해 (데이터베이스(104) 상에) 국부적으로, 또는 원격으로 중 어느 하나로 디지털적으로 저장될 수 있다.
- [0026] 도 3은 치아 및 잇몸 프로파일(300)의 예시적인 단면도를 도시한다. 도 2 및 도 3을 참조하면, 일부 실시예들에서, 중앙 서버(102)는 초기 몰드 프로파일의 치아들 및 잇몸 상에 수많은 제어 지점들을 배정한다(206). 각각의 제어 지점은 치아들 또는 잇몸의 표면들 상의 공간 지점을 나타낸다. 초기 몰드 프로파일을 위한 배정된 제어 지점들의 수는 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10000, 20000, 50000, 또는 100000일 수 있다. 제어 지점들의 다른 수들이 특정 치료 및 원하는 정확도에 의존하여 가능하다.
- [0027] 일부 구현예들에서, 중앙 서버(102)는 잇몸(306)의 내벽(306a) 및 외벽(306b)의 표면들에 잇몸 제어 지점들을 배정할 수 있다. 다른 실시예들에서, 중앙 서버(102)는 잇몸(306)의 내벽(306a) 및 외벽(306b)의 표면들과 잇몸(306) 내에 잇몸 제어 지점들을 배정할 수 있다.
- [0028] 중앙 서버(102)는 각각의 제어 지점을 수치적으로 나타내는 좌표계를 제공할 수 있다. 예시적인 좌표계들은 데카르트 좌표, 원기둥 좌표, 및 구 좌표를 포함한다. 다른 좌표계들이 사용될 수 있다.
- [0029] 도 2 및 도 3을 여전히 참조하면, 예시적인 실시예들에서, 중앙 서버(102)는 제1 치아 제어 지점(t_1)에 관련한 제1 잇몸 제어 지점(g_1)에 대한 제1 역장 벡터 $f(g_1, t_1)$ 을 식별한다(208). 제1 잇몸 제어 지점(g_1)은 잇몸(306)의 내벽(306a) 근처에 있다. 제1 치아 제어 지점(t_1)은 제1 치아의 하부 부분의 표면 상의 공간 지점을 나타낼 수 있다. 대안적으로, 제1 치아 제어 지점(t_1)은 제1 치아의 다른 부분들 상의 공간 지점을 나타낼 수 있다. 제1 역장 벡터는 제1 치아 제어 지점(t_1)의 움직임에 응답하여 제1 잇몸 제어 지점(g_1)의 움직임을 나타낸다. 예를 들어, 제1 치아의 상부 부분이 안쪽으로(302) (즉, 몰드의 중간을 향해) 이동하면, 제1 치아의 하부 부분은 바깥쪽으로(304) (즉, 몰드의 중간으로부터 멀어지게) 이동할 수 있다. 결과적으로, 제1 치아 제어 지점(t_1)은 바깥쪽으로 이동한다. 제1 치아 제어 지점(t_1)의 이 바깥쪽 움직임은 제1 잇몸 제어 지점(g_1)이 바깥쪽으로 이동하게 할 수 있다. 제1 역장 벡터는 제1 치아 제어 지점(t_1)의 움직임에 응답하여 제1 잇몸 제어 지점(g_1)의 움직임을 나타낸다. 다른 예시적인 실시예들에서, 중앙 서버(102)는 치아 제어 지점들(t_2, t_3 , 또는 t_4)과 같은 상이한 이웃하는 치아 제어 지점에 관련한 제1 잇몸 제어 지점(g_1)에 대한 상이한 역장 벡터를 식별

할 수 있다(208).

[0030] 도 2 및 도 3을 여전히 참조하면, 일부 실시예들에서, 중앙 서버(102)는 이웃하는 잇몸 제어 지점의 움직임에 응답하여 제1 잇몸 제어 지점(g_1)의 움직임을 나타내는 제1 잇몸 제어 지점(g_1)에 대한 역장 벡터를 또한 식별할 수 있다(208). 제1 잇몸 제어 지점(g_1)에 대해, 중앙 서버(102)는 잇몸 제어 지점들(g_2 및 g_3)의 움직임들에 관련한 역장 벡터들 $f(g_1, g_2)$, $f(g_1, g_3)$ 를 식별할 수 있거나, 또는 대안적으로, 잇몸 제어 지점들(g_2 , g_3 , 및 g_4)의 움직임들에 관련한 역장 벡터들 $f(g_1, g_2)$, $f(g_1, g_3)$, $f(g_1, g_4)$ 를 식별할 수 있다. 제1 시나리오에서, 중앙 서버(102)는 잇몸(306)의 내벽(306a) 상의 이웃하는 잇몸 제어 지점들에 관련한 역장 벡터들을 식별한다. 제2 시나리오에서, 중앙 서버(102)는 잇몸(306)의 내벽(306a) 및 외벽(306b) 상의 이웃하는 잇몸 제어 지점들에 관련한 역장 벡터들을 식별한다. 이웃하는 잇몸 제어 지점들을 선택하기 위한 다른 기준들이 가능하다.

[0031] 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 특정한 구현예들에서, 중앙 서버(102)는 제1 잇몸 제어 지점(g_1)에 대해 더 많은 역장 벡터들을 식별할 수 있다(210). 제1 잇몸 제어 지점(g_1)에 대한 예시적인 역장 벡터들의 세트가 $f(g_1, t_1)$, $f(g_1, t_2)$, $f(g_1, t_3)$, $f(g_1, t_4)$, $f(g_1, g_2)$, 및 $f(g_1, g_3)$ 를 포함할 수 있다. 제1 잇몸 제어 지점(g_1)에 대한 다른 예시적인 역장 벡터들의 세트가 $f(g_1, t_1)$, $f(g_1, t_2)$, $f(g_1, t_3)$, $f(g_1, t_4)$, $f(g_1, g_2)$, $f(g_1, g_3)$, 및 $f(g_1, g_4)$ 를 포함할 수 있다. 제1 잇몸 제어 지점(g_1)을 위한 또 다른 예시적인 역장 벡터들의 세트가 $f(g_1, t_1)$, $f(g_1, t_4)$, 및 $f(g_1, g_3)$ 를 포함할 수 있다. 제1 잇몸 제어 지점(g_1)을 위한 또 다른 예시적인 역장 벡터들의 세트가 $f(g_1, t_1)$, $f(g_1, t_4)$, $f(g_1, g_3)$, 및 $f(g_1, g_4)$ 를 포함할 수 있다. 제1 잇몸 제어 지점(g_1)을 위한 예시적인 역장 벡터들의 세트가 $f(g_1, t_1)$, $f(g_1, t_4)$, $f(g_1, g_2)$, 및 $f(g_1, g_3)$ 를 포함할 수 있다. 제1 잇몸 제어 지점(g_1)을 위한 추가의 예시적인 역장 벡터들의 세트가 $f(g_1, t_1)$, $f(g_1, t_4)$, $f(g_1, g_2)$, $f(g_1, g_3)$, 및 $f(g_1, g_4)$ 를 포함할 수 있다. 제1 잇몸 제어 지점(g_1)을 위한 다른 예시적인 역장 벡터들의 세트가 $f(g_1, t_1)$, $f(g_1, t_2)$, $f(g_1, t_3)$, ... $f(g_1, t_N)$, $f(g_1, g_2)$, $f(g_1, g_3)$, 및 $f(g_1, g_4)$ 를 포함할 수 있으며, 여기서 N은 양의 정수이다. 제1 잇몸 제어 지점(g_1)을 위한 또 다른 예시적인 역장 벡터들의 세트가 $f(g_1, t_1)$, $f(g_1, t_2)$, ... $f(g_1, t_N)$, $f(g_1, g_2)$, $f(g_1, g_3)$, ... 및 $f(g_1, g_M)$ 을 포함할 수 있으며, 여기서 M은 N와는 동일하거나 또는 상이한 양의 정수이다. 그 세트를 위한 다른 조합들이 가능하다.

[0032] 다음으로, 도 2 및 도 3을 참조하면, 중앙 서버(102)는 다른 잇몸 제어 지점들에 대한 역장 벡터들을 식별할 수 있다(212). 예를 들어, 잇몸 제어 지점들(g_2 , g_3 , g_4 , ... g_M) 및 치아 제어 지점들(t_1 , t_2 , t_3 , ... t_N)에 대해, 중앙 서버(102)는 잇몸 제어 지점(g_2)에 대한 힘 벡터들 $f(g_2, t_1)$, $f(g_2, t_2)$, $f(g_2, t_3)$, ... $f(g_2, t_N)$ 및 $f(g_2, g_1)$, $f(g_2, g_3)$, $f(g_2, g_4)$, ... $f(g_2, g_M)$, 잇몸 제어 지점(g_3)에 대한 $f(g_3, t_1)$, $f(g_3, t_2)$, $f(g_3, t_3)$, ... $f(g_3, t_N)$ 및 $f(g_3, g_1)$, $f(g_3, g_2)$, $f(g_3, g_4)$, ... $f(g_3, g_M)$, 잇몸 제어 지점(g_4)에 대한 $f(g_4, t_1)$, $f(g_4, t_2)$, $f(g_4, t_3)$, ... $f(g_4, t_N)$ 및 $f(g_4, g_1)$, $f(g_4, g_2)$, $f(g_4, g_3)$, ... $f(g_4, g_M)$, ... 그리고 잇몸 제어 지점(g_M)에 대한 $f(g_M, t_1)$, $f(g_M, t_2)$, $f(g_M, t_3)$, ... $f(g_M, t_N)$ 및 $f(g_M, g_1)$, $f(g_M, g_2)$, $f(g_M, g_3)$, ... $f(g_M, g_{M-1})$ 을 식별하며, 여기서 아래첨자들(M 및 N)은 동일하거나 또는 상이한 양의 정수들이다. 다른 실시예들에서, 중앙 서버(102)는 위에서 설명된 바와 같은 잇몸 제어 지점들에 대한 역장 벡터들의 서브세트들을 식별할 수 있다.

[0033] 각각의 잇몸 제어 지점(g_1 , g_2 , g_3 , ... g_M)에 대해, 중앙 서버(102)는 치아 제어 지점들(t_1 , t_2 , t_3 , ... t_N), 및 잇몸 제어 지점들(g_1 , g_2 , g_3 , g_4 , ... g_M)의 움직임들에 응답하여 각각의 잇몸 제어 지점의 움직임을 나타내는 L 개 벡터들의 세트를 식별하며, 여기서 $L \leq M+N$ 이다. 특정 실시예들에서, 벡터들의 일부는 대수방정식들로서 표현될 수 있다. 다른 수식들이 가능하다.

[0034] 특정 실시예들에서, 역장 벡터들은 데이터베이스(104) 내에 저장되는 통계 데이터를 사용하여 식별될 수 있다. 통계 데이터는 이전의 치아교정 수술들, 치아교정 연구 데이터, 환자들의 해부학적 레코드, 및 컴퓨터 시뮬레이션들에 관련될 수 있다.

[0035] 도 2를 참조하면, 예시적인 구현예들에서, 중앙 서버(102)는 치아 제어 지점들(t_1 , t_2 , t_3 , t_N)에 대한 치아 제어

지점들의 움직임들을 수신한다(214). 치아 제어 지점들의 움직임들은 그래픽 사용자 인터페이스를 통해 중앙 서버(102) 속으로 오퍼레이터에 의해 수동으로 입력될 수 있다. 중앙 서버(102)가 치아 제어 지점들의 움직임들을 수신하는(214) 다른 예시적인 방법이 원격 시스템으로부터 의사 포털(106)을 통해 치아 제어 지점들의 움직임들을 수신하는 것이다. 원격 시스템에서의 치아교정의가 원하는 치아 제어 지점들의 움직임들을 디지털 파일에 입력할 수 있다. 움직임들은 초기 치아들 및 잇몸 프로파일에 연관되는 환자의 치아들에 대한 원하는 로케이션들을 나타낼 수 있다. 동일한 치아에 대한 임의의 두 개의 치아 제어 지점들 사이의 거리는 일정하게 남아 있을 수 있다(즉, 각각의 치아는 확고한, 단단한 유닛으로서 이동한다). 대안으로, 중앙 서버(102)는 치아 제어 지점들의 움직임들에 응답하여 치아의 형상에서의 작은 변화들을 허용할 수 있다.

[0036] 특정 실시예들에서, 치아 제어 지점들의 움직임들을 수신한 후, 중앙 서버(102)는 식별된 역장 벡터들을 사용하여 유한 요소 분석(FEA)을 수행한다(216). 연관된 치아 제어 지점들의 개개의 움직임들 및 식별된 역장 벡터들에 기초하여, 중앙 서버(102)는 각각의 잇몸 제어 지점의 전체 움직임을 컴퓨팅할 수 있다. FEA를 사용함으로써, 중앙 서버(102)는 잇몸 상의 또는 내의 제어 지점들의 움직임들에 기초하여 잇몸, 또는 잇몸의 부분의 움직임을 추정할 수 있다. 예를 들어, 중앙 서버(102)는 잇몸 제어 지점들(g_1 , g_2 , 및 g_3)의 평균 움직임들을 사용하여 내벽(306a)의 움직임을 근사화할 수 있다. 다른 예에서, 중앙 서버(102)는 잇몸 제어 지점들(g_1 및 g_3)의 평균 움직임들을 사용하여 잇몸 제어 지점들(g_1 및 g_3) 사이의 내벽(306a)의 제1 부분의 움직임을 근사화할 수 있다. 대안적으로, 중앙 서버(102)는 g_1 과 g_3 사이의 지점이 g_1 및 g_3 의 가중된 평균에 따라 움직인다고 가정함으로써 g_1 과 g_3 사이의 내벽(306a)의 제1 부분을 추정할 수 있다. 예를 들어, g_1 에서부터 g_3 까지의 x 의 거리와, 그 지점이 g_1 에서부터 $0.4x$ 이라고 가정하면, 그 지점의 움직임은 $0.6(g_1 \text{의 움직임}) + 0.4(g_3 \text{의 움직임})$ 일 수 있다. 또 다른 예에서, 잇몸 제어 지점들(g_1 , g_3 및 g_4)에 의해 경계가 정해지는 잇몸(306)의 제2 부분의 움직임은 g_1 , g_3 및 g_4 의 움직임들을 평균함으로써 근사화될 수 있다. 근사화들의 다른 방법들이 가능하다.

[0037] 도 2, 도 4, 및 도 5를 이제 참조하면, 배정된 잇몸 제어 지점들의 유한 요소 분석을 수행한 후, 예시적인 실시예들에서, 중앙 서버(102)는 치아들 및 잇몸의 움직임들을 포함하는 새로운 몰드 프로파일을 생성한다(218). 새로운 몰드 프로파일은 새로운 몰드(400)를 생성하는 데 사용될 수 있으며, 이는 결국 초기 치아들 및 잇몸 프로파일에 연관된 환자를 위한 새로운 얼라이너를 생성하는데 사용될 수 있다. 새로운 얼라이너는, 환자가 착용한다면, 새로운 몰드 프로파일에서의 치아들의 로케이션들에 유사한 로케이션들로 자신의 치아들을 점진적으로 이동시킬 수 있다. 완비된 치료 계획이 5, 10, 20, 50, 및 100개의 얼라이너를 포함할 수 있다. 다른 수의 얼라이너들이 가능하다.

[0038] 예시적인 실시예들에서, 중앙 서버(102)는 새로운 몰드 프로파일을 인쇄 컴퓨터(120)에 새로운 몰드(400)를 생성하기 위해 전송할 수 있다. 인쇄 컴퓨터(120)는 새로운 몰드 프로파일에 기초하여 새로운 몰드(400)를 생성할 것을 몰드 제작 디바이스(122)에 지시할 수 있다.

[0039] 일부 실시예들에서, 새로운 몰드 프로파일은 데이터베이스(104)에 저장될 수 있다. 대안적으로, 시스템(100)은 새로운 몰드 프로파일을, 의사 포털(106)을 통해, 원격 시스템에 전송할 수 있다.

[0040] 새로운 몰드 프로파일을 사용하여 시스템(100)의 몰드 제작 디바이스(122)에 의해 생성된 새로운 몰드(400)는 치아들 및 잇몸의 복제물을 포함할 수 있다. 일부 구현예들에서, 잇몸은 잇몸선(402)에서부터 2 밀리미터 연장할 수 있다. 대안적으로, 잇몸은 잇몸선(402)에서부터 1 밀리미터, 3 밀리미터, 5 밀리미터, 10 밀리미터, 또는 15 밀리미터 연장할 수 있다.

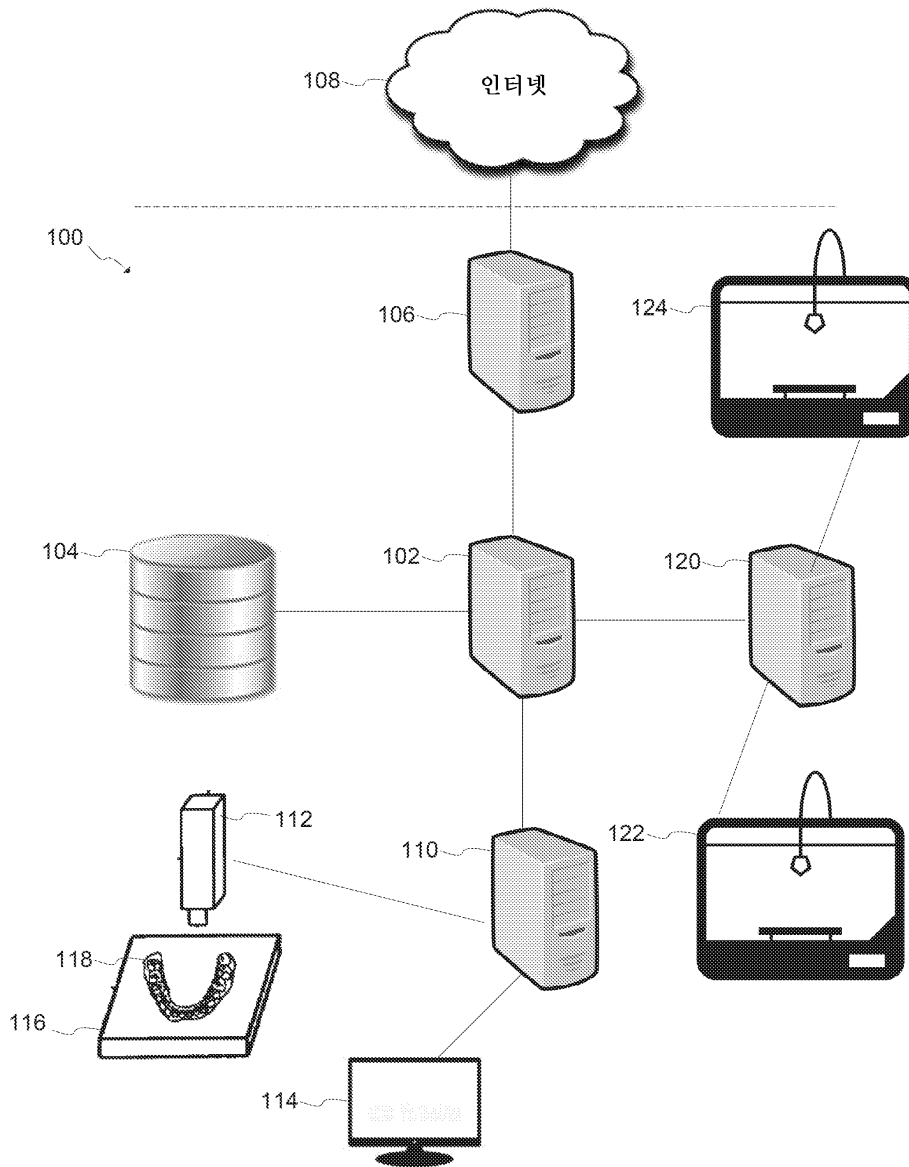
[0041] 도 5를 이제 참조하면, 새로운 몰드(400)는 얼라이너 제작 디바이스(124)를 사용하여 새로운 얼라이너를 생성하는 시스템(100)에 의해 이용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1 얼라이너(502)가 윤곽선형 에지(contoured edge)(502a)를 포함하는 제1 얼라이너는 새로운 몰드(400)를 사용하여 생성될 수 있다. 대안적으로, 제2 얼라이너(504)가 빨개진(flashed) 에지(504a)를 포함하는 제2 얼라이너는 새로운 몰드(400)를 사용하여 생성될 수 있다. 다른 예에서, 제3 얼라이너(506)가 연장된 에지(506a)를 포함하는 제3 얼라이너는 새로운 몰드(400)를 사용하여 시스템에 의해 생성될 수 있다. 얼라이너의 에지에 대한 다른 설계들이 가능하다.

[0042] 다수의 구현예들이 설명되었다. 그럼에도 불구하고, 다양한 변형들이 본 개시내용의 정신 및 범위로부터 벗어남 없이 이루어질 수 있다는 것이 이해될 것이다. 예를 들어, 개시된 기법들의 단계들이 상이한 시퀀스로 수행되었다면, 개시된 시스템들에서의 컴포넌트들이 상이한 방식으로 조합되었다면, 또는 컴포넌트들이 다른 컴포넌트들에 의해 대체 또는 보충되었다면, 바람직한 결과들이 성취될 수 있다. 본 명세서에서 설명되는 기능들, 프

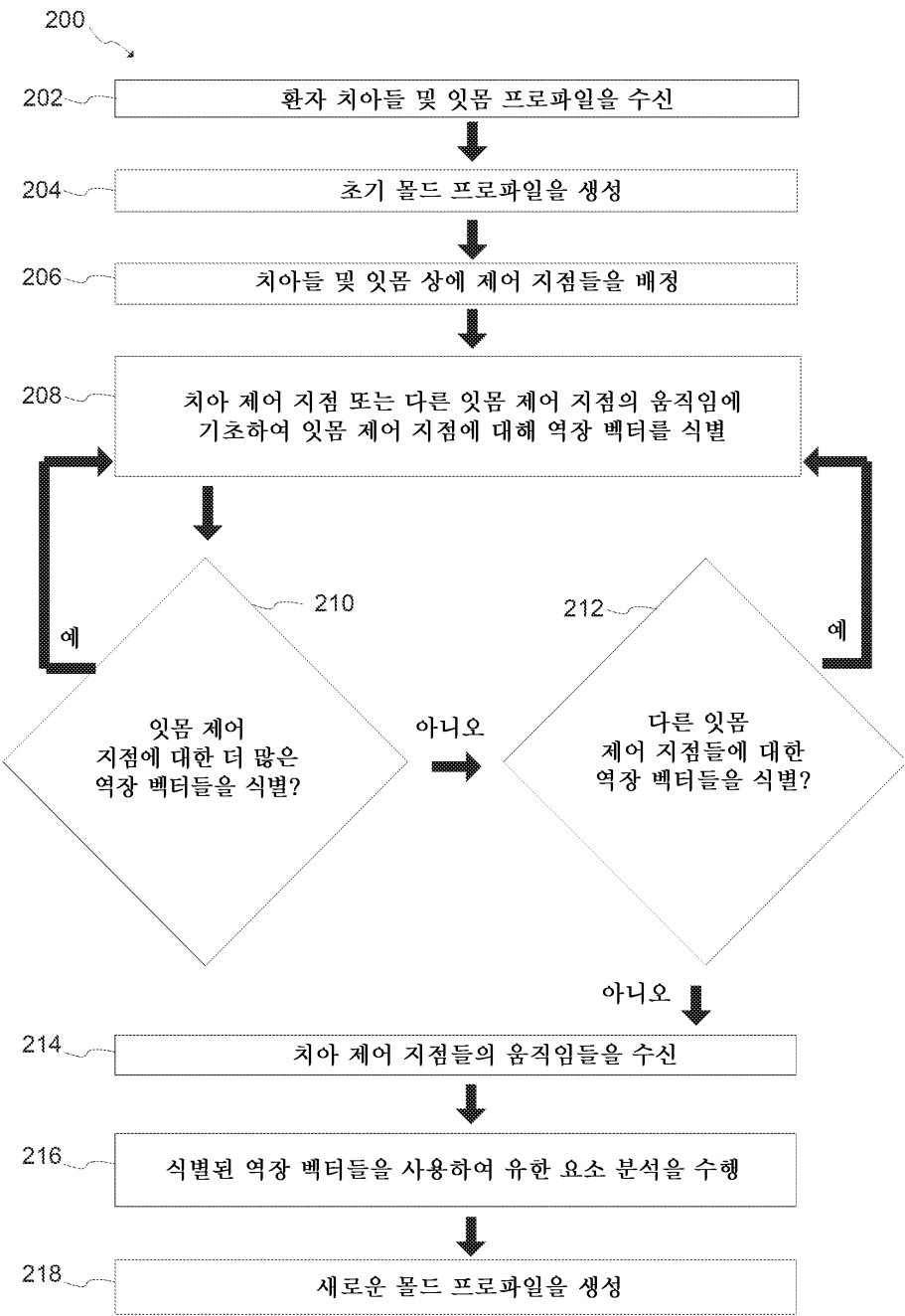
로세스들 및 알고리즘들은 본 명세서에서 설명되는 기능들, 프로세스들 및 알고리즘들을 실행하는 프로그램 코드 및/또는 컴퓨터 명령들을 실행하도록 구성되는 컴퓨터 프로세서들 및/또는 프로그램가능 회로들을 포함한 하드웨어 또는 하드웨어에 의해 실행되는 소프트웨어로 수행될 수 있다. 덧붙여, 일부 구현예들은 설명된 것들과 동일하지 않은 모듈들 또는 하드웨어 상에서 수행될 수 있다. 따라서, 다른 구현예들이 청구될 수 있는 범위 내에 있다.

도면

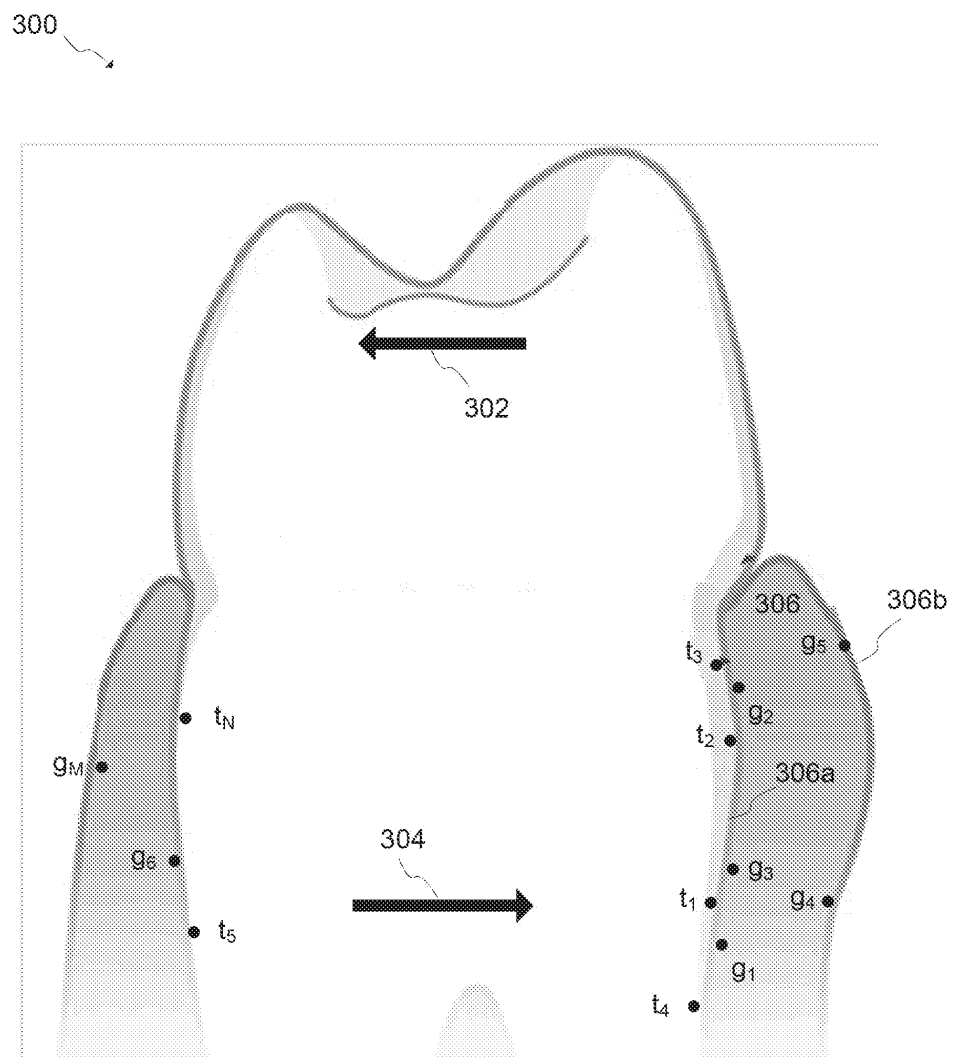
도면1



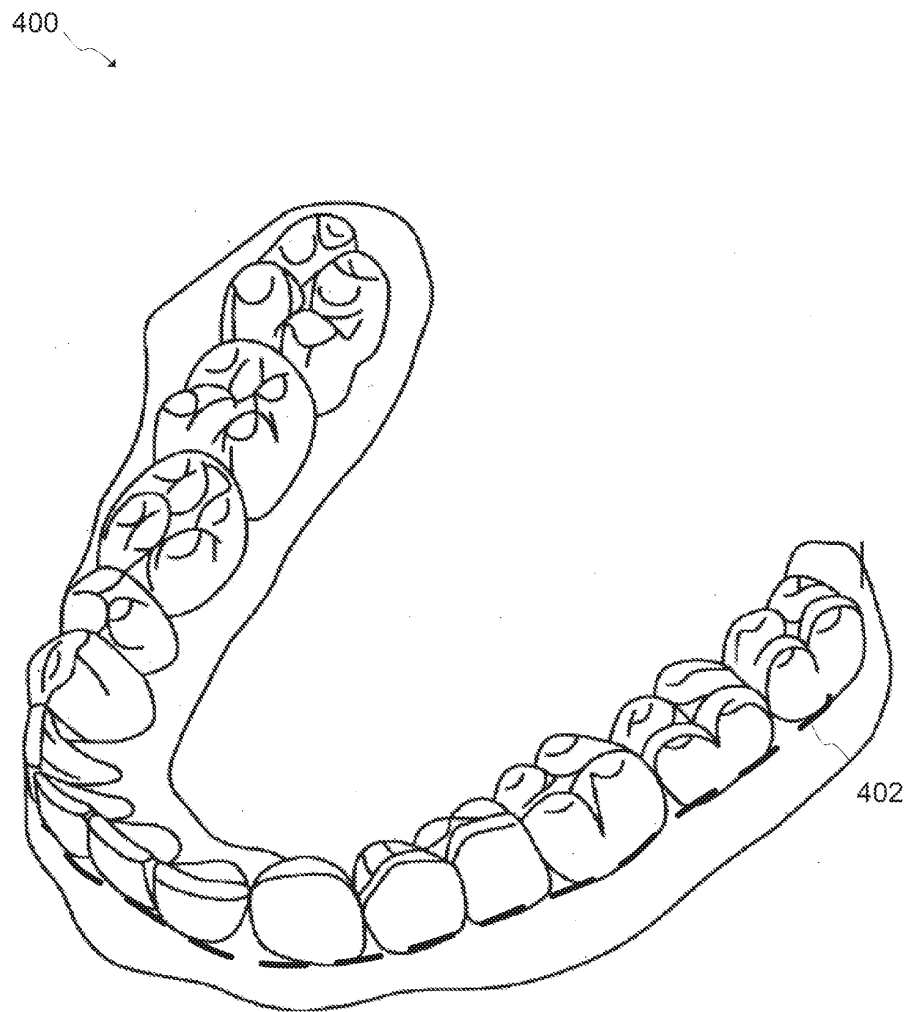
도면2



도면3



도면4



도면5

