(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0051480
(43) 공개일자 2023년04월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61C 7/00 (2006.01) *A61B 5/00* (2021.01)
A61B 5/11 (2006.01) *A61C 19/04* (2006.01)
G06F 18/214 (2023.01) *G06F 18/2413* (2023.01)
G06N 3/08 (2023.01) *G06T 7/00* (2017.01)
G16H 10/60 (2018.01) *G16H 30/00* (2018.01)
G16H 50/00 (2018.01)
(52) CPC특허분류
A61C 7/002 (2013.01)
A61B 5/1111 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7000813
(22) 출원일자(국제) 2021년06월09일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2023년01월06일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2021/065401
(87) 국제공개번호 WO 2021/250065
국제공개일자 2021년12월16일
(30) 우선권주장
FR2006015 2020년06월09일 프랑스(FR)

(71) 출원인
덴탈 모니터링
프랑스 75017 파리 뤼 드 토크빌 75
(72) 발명자
펠리사르 또마
프랑스 75004 파리 뤼 보뜨레일리 17
기살링끄 기욤
프랑스 59169 깡땡 뤼 다를뢰 41
(74) 대리인
특허법인코리아나

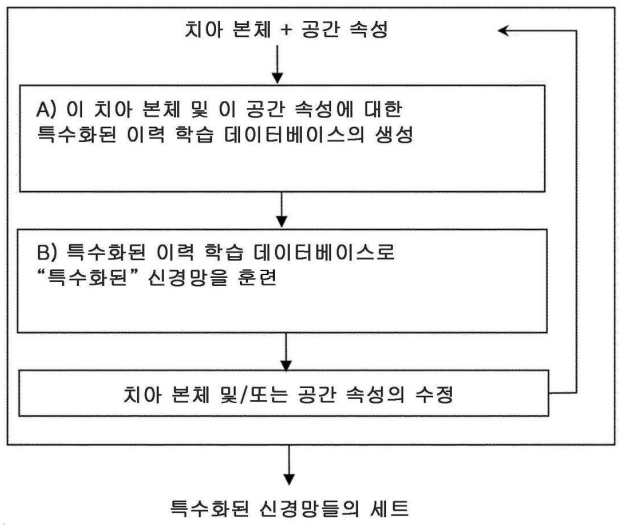
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **치아 이동을 추적하는 방법**

(57) 요 약

업데이트된 환자의 치아 상황을 분석하도록 의도된 신경망을 훈련하는 방법이 개시되며, 그 방법은, A) 치아 본체 및 치아 본체와 연관된 공간 속성에 관한 이력 학습 데이터베이스를 생성하는 단계로서; 각각의 이력 환자와 관련된 각각의 이력 기록을 갖는 1,000개 이상의 이력 기록들을 포함하는 이력 학습 데이터베이스는, - "이력 치아 본체" 로서 지칭되는, 이력 환자의 치아 본체를 모두 묘사하는 이력 이미지들의 세트; 및 - 이력 환자에 대해, "이력 공간 정보"로서 지칭되는 공간 속성에 대한 값들의 세트를 포함하는 공간 정보의 아이템을 포함하는, 이력 학습 데이터베이스를 생성하는 단계; B) 입력으로서 이력 이미지들의 세트들을 제공하고 출력으로서 이력 공간 정보를 제공함으로써 신경망을 훈련시키는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
A61B 5/7267 (2013.01)
A61C 19/04 (2013.01)
G06F 18/214 (2023.01)
G06F 18/24133 (2023.01)
G06N 3/08 (2023.01)
G06T 7/0016 (2013.01)
G16H 10/60 (2021.08)
G16H 30/00 (2021.08)
G16H 50/00 (2021.08)

명 세 서

청구범위

청구항 1

업데이트된 환자의 치아 상황을 분석하도록 의도된 신경망을 훈련하는 방법으로서, 상기 방법은,

A) 치아 본체 및 상기 치아 본체와 연관된 공간 속성에 관한 이력 학습 데이터베이스를 생성하는 단계로서;

각각의 이력 기록이 각각의 이력 환자와 관련되는 1,000개 이상의 이력 기록들을 포함하는 상기 이력 학습 데이터베이스는,

- "이력 치아 본체"라 불리는, 상기 이력 환자의 상기 치아 본체를 모두 묘사하는 이력 이미지들의 세트; 및

- 상기 이력 환자에 대해, "이력 공간 정보" 라고 불리는 상기 공간 속성에 대한 값들의 세트를 포함하는 일 아이템의 공간 정보를 포함하는, 상기 이력 학습 데이터베이스를 생성하는 단계;

B) 입력으로서 상기 이력 이미지들의 세트들을 제공하고 출력으로서 상기 이력 공간 정보를 제공함으로써 상기 신경망을 훈련하는 단계로서, 상기 공간 속성은 3차원 기준 프레임에서 변수들의 순서화된 시퀀스를 정의하는, 상기 신경망을 훈련하는 단계를 포함하는, 신경망을 훈련하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 신경망은 컨볼루션인, 신경망을 훈련하는 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 공간 속성은,

- 3차원 기준 프레임에서 상기 치아 본체의 하나 이상의 주목할만한 포인트(들)의 위치; 및/또는

- 상기 치아 본체의 주목할만한 포인트들 사이 및/또는 상기 치아 본체의 주목할만한 포인트과 다른 포인트 사이의 하나 이상의 벡터(들)

을 정의하는, 신경망을 훈련하는 방법.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

- 상기 치아 본체는 치아 또는 5개 미만의 치아들의 세트이고, 및/또는

- 상기 공간 속성은 30개 미만의 변수들을 포함하고, 및/또는

- 임의의 이력 기록의 이력 이미지들의 상기 세트는 2개 초과 30개 미만의 이력 이미지들을 포함하고, 및/또는

- 임의의 이력 기록의 이력 이미지들의 상기 세트의 각각의 이력 이미지는 2개 초과 30개 미만의 잠재적 앵귤레이션들을 포함하는 잠재적 앵귤레이션들의 그룹으로부터 선택된 앵귤레이션을 갖고, 및/또는

- 이력 이미지들의 임의의 세트 중 적어도 세 개의 이력 이미지들은 상이한 앵귤레이션들을 갖는, 신경망을 훈련하는 방법.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이력 치아 본체는 미리 결정된 번호를 갖는 치아 또는 미리 결정된 번호를 갖는 치아 및 상기 치아에 인접

한 하나 또는 두 개의 치아들을 포함하는 치아들의 세트인, 신경망을 훈련하는 방법.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이력 이미지들은 트루 컬러 사진들이고, 및/또는 치과 리트렉터를 묘사하지 않고, 및/또는 구강 외부인, 신경망을 훈련하는 방법.

청구항 7

업데이트된 순간에 "업데이트된 환자" 라고 불리는 환자의 치아 상황을 분석하는 방법으로서, 상기 방법은,

a) 상기 업데이트된 순간 이전에, 제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 기재된 훈련하는 방법에 따라 신경망을 훈련하는 단계;

b) 상기 업데이트된 순간에, 이미지 획득 장치에 의해, 상기 신경망과 호환되고 "업데이트된 치아 본체"로 불리는 업데이트된 환자의 상기 치아 본체를 묘사하는 업데이트된 이미지들의 세트를 획득하는 단계;

c) 상기 업데이트된 환자에 대해 "업데이트된 공간 정보"라고 불리는 상기 공간 속성에 대한 값들의 세트를 포함하는 공간 정보의 아이템을 얻기 위해 상기 신경망에 의해 업데이트된 이미지들의 상기 세트를 분석하는 단계를 포함하는, 환자의 치아 상황을 분석하는 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 업데이트된 이미지는 트루 컬러 사진들이고 및/또는 구강 외부이고, 및/또는 단계 b) 에서 상기 이미지 획득 장치는 휴대폰이고, 및/또는 상기 업데이트된 환자는 치과 리트렉터를 착용하지 않는, 환자의 치아 상황을 분석하는 방법.

청구항 9

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,

단계 b) 에서, 상기 업데이트된 환자는 치과 리트렉터를 착용하는, 환자의 치아 상황을 분석하는 방법.

청구항 10

제 7 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

- 단계 a)에서, 복수의 신경망은 복수의 특수화된 신경망을 얻기 위해 상이한 치아 본체들 및/또는 상이한 공간 속성들과 관련된다는 점에서 상이한 각각의 이력 학습 데이터베이스로 훈련되고;

- 단계 b)에서, 업데이트된 이미지들이 획득되고 업데이트된 이미지들의 세트가 상기 특수화된 신경망들 각각에 대해 상기 업데이트된 이미지들로부터 생성되며;

- 단계 c)에서, 업데이트된 이미지들의 상기 세트들의 각각은 대응하는 특수화된 신경망에 의해 분석되어 복수의 업데이트된 아이템들의 공간 정보를 획득하는, 환자의 치아 상황을 분석하는 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

단계 a) 에서, 각각의 이력 학습 데이터베이스는 상기 이력 학습 데이터베이스에 특정한 번호를 갖는 치아 또는 치아들의 그룹과 관련되며, 상기 그룹의 치아들의 번호들은 상기 이력 학습 데이터베이스에 특정적인, 환자의 치아 상황을 분석하는 방법.

청구항 12

제 7 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 업데이트된 공간 정보는 목표가 달성되는지 여부를 평가하기 위해 및/또는 상기 업데이트된 순간에 상기

업데이트된 환자의 치아 상황와 상기 목표의 달성 사이의 차이를 측정하기 위해 사용되며, 상기 목표는 다음 목표들 중에서 선택되는, 환자의 치아 상황을 분석하는 방법:

- 업데이트된 환자는 송곳니에 대해 클래스 1 교합을 달성한다;

- 업데이트된 환자는 어금니에 대해 클래스 1 교합을 달성한다;

- 업데이트된 환자의 앞의 섹터의 공간이 닫힌다;

- 업데이트된 환자의 발치로 인한 공간이 닫힌다;

- 업데이트된 환자는 정상적인 수평 오버행을 가지고 있다;

- 업데이트된 환자는 정상적인 수직 오버행을 가지고 있다;

- 업데이트된 환자의 상부 및 하부 아케이드의 절연간 섹터들은 오프셋되지 않는다;

- 업데이트된 환자는 환자의 머리의 시상 평면에 대한 하부 아케이드 및/또는 상부 아케이드의 측면 오프셋을 갖지 않는다;

- 업데이트된 환자는 하부 아케이드에 대한 상부 아케이드의 측면 오프셋을 갖지 않는다;

- 업데이트된 환자가 착용한 교정 장치는 더 이상 업데이트된 환자의 치아들의 위치를 수정하도록 작용하지 않는다;

- 상부 및/또는 하부 아케이드의 마지막 두 번의 확인 동안 업데이트된 환자의 치아들의 이동이 검출되지 않거나 제한된 이동들이 검출되었다;

- 업데이트된 환자의 모든 유치가 빠졌다;

- 측면 개방 교합의 부재;

- 뒤의 개방 교합의 부재;

- 앞의 개방 교합의 부재;

- 앞의 역관절 부재;

- 뒤의 역관절 부재;

- 밀집도 개선;

- 리세션들의 안정화;

- 닫힌 치극;

- 점막의 불규칙성 부재.

청구항 13

"앞의" 업데이트된 순간과 상기 앞의 업데이트된 순간 이후의 "뒤의" 업데이트된 순간 사이의 이동의 양을 결정하기 위한 방법으로서, 상기 방법은,

1) 상기 앞의 업데이트된 아이템의 공간 정보를 얻기 위해 상기 앞의 업데이트된 순간에 제 7 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 따른 분석 방법을 구현하는 단계;

2) 뒤의 업데이트된 아이템의 공간 정보를 얻기 위해 뒤의 업데이트된 순간에 제 7 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 따른 분석 방법을 구현하는 단계;

3) 상기 앞의 및 뒤의 업데이트된 공간 정보를 비교하여 상기 앞의 및 뒤의 업데이트된 순간들 사이의 이동량을 구하는 단계;

4) 선택적으로, 상기 업데이트된 환자 및/또는 치과 치료 전문가에게 상기 이동량을 제공하는 단계를 포함하는, 이동의 양을 결정하기 위한 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 이동량은 업데이트된 치아 본체의 하나 이상의 포인트(들) 및/또는 업데이트된 치아 본체의 포인트들을 연결하거나 업데이트된 치아 본체의 하나 이상의 포인트(들)와 업데이트된 환자의 구강의 하나 이상의 다른 포인트(들)를 연결하는 하나 이상의 벡터(들)의, 앞의 및 뒤의 업데이트된 순간 사이의, 병진 및/또는 회전에 의한 이동의 진폭 및/또는 비율을 정의하는, 이동의 양을 결정하기 위한 방법.

청구항 15

제 13 항 또는 제 14 항에 있어서,

단계 3)에서, 상기 이동량은 임계값과 비교되고, 상기 이동량과 상기 임계값 사이의 차이에 따라, 다음이 결정되는, 이동의 양을 결정하기 위한 방법:

- 상기 업데이트된 환자가 착용한 교정 장치의 활동 지수; 및/또는

- 상기 업데이트된 환자에 의해 수행되는 교정 치료에 의해 사전 정의된 상황, 또는 업데이트된 환자에 의해 수행되는 교정 치료로부터 결과된 상황, 또는 교정 치료와 독립적으로 예를 들어, 업데이트된 환자에 대해 정상인 것으로 정의된 치과 치료 전문가에 의해 정의된 상황과 업데이트된 환자의 치아 상황의 일치성 (conformity) 지수.

청구항 16

제 13 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 활동 지수 및/또는 상기 일치성 지수는 그래프 형태로 제시되는, 이동의 양을 결정하기 위한 방법.

청구항 17

다음을 위한 제 7 항 내지 제12 항 중 어느 한 항에 따른 분석 방법 또는 제 13 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 따른 결정 방법의 용도:

- 치아의 위치 또는 형상 및/또는 치아의 위치 또는 형상의 전개 및/또는 치아의 위치 또는 형상의 전개의 비율을 검출하거나 평가하는 것; 및/또는

- 교정 장치의 위치 또는 형상 및/또는 교정 장치의 위치 또는 형상의 전개 및/또는 교정 장치의 위치 또는 형상의 전개의 비율을 검출하거나 평가하는 것; 및/또는

- 두 날짜 사이에 환자의 치아들의 모양의 전개를 측정하는 것; 및/또는

- 치과 진료.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

- 치아의 맹출을 모니터링하는 것; 및/또는

- 치아의 재발 또는 비정상적인 위치를 검출하는 것; 및/또는

- 치아의 마모를 검출하는 것; 및/또는

- 2개 이상의 치아 사이 공간의 개방 또는 폐쇄를 모니터링하는 것; 및/또는

- 교합의 안정성 또는 수정을 모니터링하는 것;

- 미리 결정된 위치로의 치아의 이동을 모니터링하는 것; 및/또는

- 링 또는 교정 장치의 분리를 검출하거나 평가하는 것;

- 치열 교정의 또는 치과 의사와 약속을 잡기 위해 날짜를 최적화하는 것; 및/또는

- 능동적 치열 교정 치료의 효과성을 평가하는 것; 및/또는

- 능동적 교정 장치의 활동을 측정하는 것; 및/또는

- 수동적 교정 장치의 효과성의 손실을 측정하는 것; 및/또는

- 치아에 충격이 발생하거나 수면 무호흡증을 치료하기 위한 치과 장치를 사용하거나 환자의 입에 이식편이 발생하여 분리된 두 날짜 사이에 환자의 치아들의 모양의 전개를 측정하는 것을 위한 용도.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 환자의 치아 상황을 분석하기 위한 신경망을 훈련하는 방법, 이와 같이 훈련된 신경망을 구현하는 환자의 치아 상황을 분석하는 방법, 및 치아 본체의 이동량을 결정하는 방법, 특히 능동 교정 장치의 활동 또는 수동 교정 장치의 효과성의 손실을 모니터링하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 출원인은 교정 치료 전, 도중 또는 후에 환자의 치아 상황을 원격으로 모니터링하는 방법을 개발했다. 이러한 방법은 업데이트된 순간에 환자가 휴대 전화로 촬영한 사진을 적어도 하나의 치아 아케이드의 3차원 디지털 모델 보기와 비교하는 데 의존한다.

[0003] 보다 구체적으로, 치아 아케이드의 초기 모델은 종래의 3D 스캐너로 초기 순간에 생성된 후 치아 모델들로 분할된다. 환자가 사진을 획득한 후 사진과 가장 잘 일치하도록 치아 모델을 이동하여 초기 모델을 변형한다. 초기 모델과 이렇게 얻은 변형된 모델의 비교는 초기 순간부터의 치아의 이동과 관련된 정보를 제공한다. 초기 모델은 매우 정밀하기 때문에 변형된 모델의 경우에도 마찬가지이며, 따라서 상기 비교로부터 얻은 정보의 경우에도 마찬가지이다.

[0004] 이들 방법은 특히 PCT/EP2015/074868 또는 PCT/EP2015/074859에 기술되어 있다.

[0005] 그것들은 특히 치아 모델을 이동시키기 위해 상당한 계산 리소스를 요구한다. 일반적으로 치아 상황을 평가하려면 몇 시간의 컴퓨터 처리가 필요하다.

[0006] 또한 이러한 방법은 초기 모델의 생성을 요구하며, 따라서 환자가 치열 교정 의사에게 이동한 다음 3D 스캐너를 사용해야 한다. 이 절차는 비싸고 환자에게 불쾌할 수 있다.

[0007] 따라서, 상기와 같은 단점을 가지지 않으면서 환자를 원격으로 모니터링할 수 있는 방법이 요구된다.

[0008] 본 발명의 목적은 이러한 요구를 적어도 부분적으로 해결하는 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은 업데이트된 환자의 치아 상황을 분석하기 위한 신경망을 훈련하는 방법을 제안하며, 상기 방법은 다음 단계를 포함한다:

[0010] A) 치아 본체, 예를 들어, 13번 치아, 및 그 치아 본체와 관련된 공간 속성, 예를 들어, 13번 치아의 무게 중심의 위치에 관한 이력 학습 데이터베이스를 생성하는 단계;

[0011] 각각의 이력 환자와 관련된 각각의 이력 기록을 갖는 1,000개 이상의 이력 기록들을 포함하는 이력 학습 데이터베이스는 다음을 포함한다:

[0012] - "이력 치아 본체"라 불리는 상기 이력 환자의 상기 치아 본체를 모두 묘사하는 일 세트의 이력 이미지들; 그리고

[0013] - 이력 환자에 대해 "이력 공간 정보"라고 하는 상기 공간 속성에 대한 값들, 즉 고려된 예에서, 이력 환자에 대한 13번 치아의 무게중심의 위치를 결정하는 값들의 세트를 포함하는 일 아이템의 공간 정보;

[0014] B) 이력 이미지들의 상기 세트들을 입력으로 제공하고 상기 이력 공간 정보를 출력으로 제공함으로써 신경망을

훈련시키는 단계.

[0015] 훈련 후, 신경망은 따라서 이력 학습 데이터베이스의 이력 이미지들의 세트들과 호환되고 입력으로 입력되는 업데이트된 이미지들의 세트에 대한 업데이트된 아이템의 공간 정보를 결정할 수 있다.

[0016] 바람직하게는, 이력 학습 데이터베이스는 정확한 치아 본체 및 제한된 변수를 갖는 공간 속성에 특수화되어 성능 능력을 향상시킨다. 바람직하게는, 그럼에도 불구하고 이력 기록의 이력 이미지의 수는 제한되며, 이것은 많은 이미지를 공급할 필요 없이 특수 신경망이 후속적으로 사용되는 것을 허용한다.

[0017] 본 발명에 따른 훈련 방법은 다음의 선택적 피처(들) 중 하나 이상을 갖는다:

[0018] - 신경망은 컨볼루션(CNN, "컨볼루션 신경망")이다.

[0019] - 공간 속성은 다음을 정의한다:

[0020] - 예를 들어, 고려 대상 환자의 치아 아케이드에 대해 또는 고려 대상 환자의 치아의 포인트에 대해 고정된 3차원 기준 프레임에서 치아 본체의 하나 이상의 주목할 만한 포인트(들)의 위치; 및/또는

[0021] - 치아 본체의 주목할만한 포인트들 사이 및/또는 치아 본체의 주목할만한 포인트과 다른 포인트, 특히 고려 대상 환자, 바람직하게 고려 대상 환자의 구강의 주목할만한 포인트 사이의 하나 이상의 벡터(들);

[0022] - 치아 본체는 하나의 치아 또는 5개 미만, 바람직하게는 4개 미만의 치아들의 세트이며;

[0023] - 이력 치아 본체는 미리 결정된 수를 갖는 치아 또는 미리 결정된 수를 갖는 치아 및 상기 치아에 인접한 하나 또는 두 개의 치아를 포함하는 치아들의 세트이고;

[0024] - 공간 속성은 30개 미만, 바람직하게는 20개 미만, 바람직하게는 10개 미만의 변수를 포함하고;

[0025] - 임의의 이력 기록의 이력 이미지들의 세트는 2개 초과, 바람직하게는 3개 초과, 바람직하게는 5개 초과, 바람직하게는 6개 초과 및/또는 30개 미만, 바람직하게는 20개 미만, 바람직하게는 15개 미만, 바람직하게는 10개 미만의 이력 이미지들을 포함한다;

[0026] - 임의의 이력 기록의 이력 이미지들의 세트의 각 이력 이미지는 2개 이상, 바람직하게는 4개 이상, 바람직하게는 4개 이상 및/또는 30 개 미만, 바람직하게는 20 개 미만, 바람직하게는 10 개 미만의 포텐셜 앵귤레이션(angulation) 들을 포함하는 잠재적 앵귤레이션들 또는 "표준 앵귤레이션들"의 그룹으로부터 선택된 앵귤레이션에서 획득된다;

[0027] - 이력 이미지들의 임의의 세트의 적어도 3개의 이력 이미지들, 바람직하게는 이력 이미지들의 임의의 세트의 모든 이력 이미지들이 상이한 앵귤레이션들에서 획득된다;

[0028] - 이력 이미지들은 인간의 눈으로 인식할 수 있는 치아 장면을 묘사하는 트루 컬러 사진이고 및/또는 치과 리트렉터 (dental retractor) 를 묘사하지 않으며 및/또는 구강 외이다.

[0029] - 이력 이미지는 이력 환자로부터 다양한 거리에서 획득된 다음 그들이 묘사하는 치아 본체 주위에서 크로핑(cropping) 된다.

[0030] 따라서 본 발명은 업데이트된 순간에 "업데이트된 환자"라고 불리는 환자의 치아 상황을 분석하기 위한 방법에 관한 것이며, 상기 방법은 다음 단계를 포함한다:

[0031] a) 업데이트된 순간 전에, 본 발명에 따른 훈련 방법에 따라 신경망을 훈련시키는 단계;

[0032] b) 업데이트된 순간에, 이미지 획득 장치에 의해, 상기 신경망과 호환되고 "업데이트된 치아 본체"로 불리는 업데이트된 환자의 상기 치아 본체를 묘사하는 일 세트의 업데이트된 이미지들을 획득하는 단계;

[0033] c) 업데이트된 환자에 대해 "업데이트된 공간 정보"라고 하는 상기 공간 속성에 대한 값들의 세트를 포함하는 일 아이템의 공간 정보를 얻기 위해 상기 신경망에 의해 업데이트된 이미지들의 세트를 분석하는 단계.

[0034] 치아 장면의 이미지, 예를 들어 사진은 이러한 치아 장면의 평면에의 투영의 결과이다. 치아 장면의 치아 본체의, 이미지 상의 묘사의 분석은 이 치아 본체의 형상이 알려진 경우 또는 묘사되고 치아 본체에 연결되는 치아 장면의 다른 객체의 형상이 알려져 있는 경우 공간 정보를 제공할 수 있다. 그러나 일반적으로 환자의 치아 본체, 특히 치아의 형상은 알려져 있지 않다. 따라서 치아 장면의 이미지에 대한 간단한 분석은 일반적으로 치아 본체에 대해 신뢰할 수 있는 공간 정보가 결정되는 것을 허용하지 않는다.

[0035] 3D 스캐너의 원리에 따르면, 동일한 치아 장면의 여러 이미지를 분석하는 것은 이러한 치아 본체의 형상이 알려져 있지 않더라도 상기 치아 장면의 치아 본체에 대한 정확한 공간 정보를 제공할 수 있다. 그럼에도 불구하고 이미지들에서 치아 본체를 인식하고 이미지들을 비교하는 것은 길고 비용이 많이 드는 작업을 필요로 한다.

[0036] 설명의 나머지 부분을 통해 더 자세히 알 수 있는 바와 같이, 매우 뜻밖에도, 발명자들은 신경망을 사용하는 것은 단순한 이미지, 특히 사진으로부터 매우 정밀하게 공간 정보를 얻을 수 있게 한다는 것을 발견했다. 특히, 환자의 치아 아케이드 3차원 모델에 의지하지 않고도 공간정보의 오차가 1㎜, 0.5㎜, 심지어 0.3㎜ 미만일 수 있다는 것을 발견하고 놀라움을 금치 못했다. 이러한 정밀도는 발명 이전에는 실제로 예를 들어 3D 스캐너로 복잡한 처리가 수행되지 않는 한 이미지로부터만 달성하는 것이 불가능한 것으로 간주되었다. 특히, 그것은 예를 들어 환자가 직접 찍은 단순한 사진으로는 달성하기가 불가능해 보였다.

[0037] 테스트 결과 업데이트된 환자가 치과 리트렉터를 착용하지 않고 휴대폰을 지지대, 예를 들어 삼각대에 고정하지 않아도, 간단한 휴대폰으로 별 신경 쓰지 않고 촬영한 사진이라도 업데이트된 공간 정보는 신뢰할 수 있는 것으로 나타났다.

[0038] 또한, 지금까지 각각의 치아 상황을 평가하기 위해 몇 시간의 컴퓨터 처리가 필요했지만, 본 발명에 따른 방법은 업데이트된 아이템의 공간 정보가 몇 초 안에 획득될 수 있게 한다.

[0039] 마지막으로 업데이트된 환자는 더 이상 치과 치료 전문가를 방문할 필요가 없다. 따라서 분석 방법은 치과 치료 전문가와의 접촉과 관계없이 휴대 전화를 가진 사람이면 누구나 구현할 수 있다.

[0040] 본 발명에 따른 분석 방법은 다음의 선택적 피처(들) 중 하나 이상을 갖는다:

[0041] - 이미지 획득 장치는 휴대폰이다;

[0042] - 업데이트된 이미지는 육안으로 인식할 수 있는 치아 장면을 묘사한 트루 컬러 사진이다;

[0043] - 업데이트된 환자는 단계 b)에서 치과 리트렉터를 착용하지 않는다;

[0044] - 업데이트된 이미지는 구강 외이다;

[0045] - 업데이트된 이미지는 업데이트된 환자로부터 다양한 거리에서 획득된 다음 그들이 표현하는 치아 본체 주위에서 크로핑된다.

[0046] 바람직하게는, 단계 a)에서, 복수의 신경망은 복수의 특수화된 신경망을 얻기 위해 상이한 치아 본체 및/또는 상이한 공간 속성과 관련된다는 점에서 상이한 각각의 이력 학습 데이터베이스로 훈련되고;

[0047] 단계 b)에서 업데이트된 이미지들이 획득되고 업데이트된 이미지들의 세트가 상기 특수화된 신경망 각각에 대해 상기 업데이트된 이미지로부터 생성되며;

[0048] 단계 c)에서, 업데이트된 이미지들의 상기 세트들의 각각은 일반적으로 정적 정보로서 지칭될 수 있는 복수의 업데이트된 아이템들의 공간 정보를 얻기 위해 대응하는 특수화된 신경망에 의해 분석된다.

[0049] 바람직하게는, 각각의 이력 학습 데이터베이스는 상기 이력 학습 데이터베이스에 특정한 번호를 갖는 치아 또는 치아들의 그룹과 관련되며, 상기 그룹의 치아들의 번호들은 상기 이력 학습 데이터베이스에 특정한 것이다.

[0050] 바람직하게는, 공간 속성은 모든 이력 학습 데이터베이스에 대해 동일하다.

[0051] 따라서 분석 방법은 여러 개의 치아 본체가 각각의 치아 본체에 대해 그것에 고유한 신경망으로 분석될 수 있게 한다. 따라서 업데이트된 공간 정보는 정확하고 실질적이다.

[0052] 따라서 본 발명은 매우 광범위한 응용 분야를 열어준다.

[0053] 특히 유리한 방식으로, 본 발명에 따른 분석 방법은 상이한 업데이트 순간들에 여러 번 구현될 수 있다.

[0054] 본 발명은 특히 "앞의" 업데이트된 순간과 앞의 업데이트된 순간 이후의 "뒤의" 업데이트된 순간 사이의 이동의 양을 결정하기 위한 방법에 관한 것이며, 상기 방법은 다음의 단계를 포함한다:

[0055] 1) "앞의" 업데이트된 아이템의 공간 정보, 또는 보다 일반적으로는 정적 "앞의" 아이템의 정보를 얻기 위해, 앞의 업데이트된 순간에 본 발명에 따른 분석 방법을 구현하는 단계;

[0056] 2) "뒤의" 업데이트된 아이템의 공간 정보, 또는 보다 일반적으로는 정적 "뒤의" 아이템의 정보를 얻기 위해,

뒤의 업데이트된 순간에 본 발명에 따른 분석 방법을 구현하는 단계;

[0057] 3) 앞의 및 뒤의 업데이트된 공간 정보, 또는 보다 일반적으로는 정적인 앞의 및 뒤의 정보를 비교하여 업데이트된 앞의 및 뒤의 순간 사이의 이동량을 획득하는 단계로서, 그 비교는 특히 앞의 업데이트된 공간 정보와 뒤의 업데이트된 공간 정보 사이 (또는 더 일반적으로 앞의 정적 정보와 뒤의 정적 정보 사이) 의 차이를 찾는 것을 수반하며, 선택적으로 앞의 및 뒤의 업데이트된 순간 사이의 시간 간격으로 상기 차이의 분할이 후속되며;

[0058] 4) 바람직하게는, 예를 들어, 개인용 컴퓨터 또는 휴대폰 스크린 상에서, 바람직하게는 업데이트된 환자 및/또는 치과 치료 전문가에게 상기 이동의 양을 제시하는 단계.

[0059] 본 발명에 따른 결정 방법은 다음의 선택적 피처(들) 중 하나 이상을 갖는다:

[0060] - 이동의 양은 업데이트된 치아 본체의 하나 이상의 포인트(들) 및/또는 업데이트된 치아 본체의 포인트들을 연결하거나 업데이트된 치아 본체의 하나 이상의 포인트(들)와 업데이트된 환자의 구강의 하나 이상의 다른 포인트(들)를 연결하는 하나 이상의 벡터(들)의, 앞의 및 뒤의 업데이트된 순간 사이의, 병진 및/또는 회전에 의한 이동의 진폭 및/또는 비율을 정의한다;

[0061] - 단계 3)에서, 상기 이동량은 임계값과 비교되고, 이동량과 임계값 사이의 차이에 따라, 다음이 결정된다:

[0062] - 업데이트된 환자가 착용한 교정 장치의 활동 지수; 및/또는

[0063] - 업데이트된 환자에 의해 수행되는 교정 치료에 의해 사전 정의된 상황, 또는 업데이트된 환자에 의해 수행되는 교정 치료로부터 결과된 상황, 또는 교정 치료와 독립적으로 예를 들어, 업데이트된 환자에 대해 정상인 것으로 정의된 치과 치료 전문가에 의해 정의된 상황과 업데이트된 환자의 치아 상황의 일치성 (conformity) 지수;

[0064] - 활동 지수 및/또는 일치성 지수는 그래프 형태로 표시된다;

[0065] - 활동 지수 및/또는 일치성 지수는 예를 들어 컴퓨터 또는 휴대폰 스크린과 같은 스크린에 표시된다.

[0066] 바람직하게는, 전술한 바와 같이, 복수의 신경망은 각각의 치아 또는 치아 그룹에 대해 특수화되고, 각각의 신경망은 예를 들어 특정 번호를 갖는 치아에 대해 특수화된다.

[0067] 따라서, 본 발명에 따른 결정 방법은 각각의 치아 본체에 대해 특정한 신경망을 갖는 여러 치아 본체의 시간 경과에 따른 전개의 분석을 허용한다. 따라서 이동의 양들은 정확하고 실질적이다. 이러한 모든 이동의 양들은 일반적으로 동적 정보로서 자격이 부여될 수 있다.

[0068] 바람직한 실시형태에서, 특수화는 치아 유형에 따른다. 예를 들어, 어떤 신경망은 송곳니에 특수화될 수 있고, 또 다른 신경망은 앞니에 특수화될 수 있으며, 세 번째 신경망은 어금니에 특수화될 수 있는 등이다.

[0069] 특수화는 치아 번호에 따를 수 있다. 예를 들어, 한 신경망은 13번 치아에 특수화될 수 있고, 다른 신경망은 14번 치아에 특수화될 수 있으며, 세 번째 신경망은 15번 치아에 특수화될 수 있는 등이다.

[0070] 본 발명에 따른 분석 및 결정 방법은 특히 다음을 위해 사용될 수 있다:

[0071] - 치아의 위치 또는 형상 및/또는 치아의 위치 또는 형상의 전개 및/또는 치아의 위치 또는 형상의 전개의 비율을 검출 또는 평가하는 것, 특히:

[0072] - 사전 치료 기간 동안, 즉 교정 치료에 선행하는 기간에;

[0073] - 교정 치료가 없는 경우, 특히 치아 맹출을 모니터링하거나 치아의 재발 또는 비정상적인 위치를 검출하거나 예를 들어 이갈이로 인한 치아 마모를 검출하거나 2개 또는 3 개 이상의 치아들 사이, 특히 2개의 인접한 치아 사이의 공간의 개방 또는 폐쇄를 모니터링하거나 교합의 안정성 또는 수정을 모니터링하기 위해;

[0074] - 교정 치료의 맥락에서, 특히 예정된 위치, 특히 치아의 개선된 위치로의 치아의 이동을 모니터링하거나, 치아의 맹출을 모니터링하거나, 예를 들어 치아 임플란트를 피팅하기에 적합한 공간을 생성하기 위해 2개 또는 3 개 이상의 치아들 사이, 특히 2개의 인접한 치아 사이의 공간의 개방 또는 폐쇄를 모니터링하기 위해; 및/또는

[0075] - 교정 장치의 위치 또는 모양, 특히 교정 장치의 비정상적인 위치 또는 모양, 예를 들어 링 또는 치열 교정 정렬기의 분리, 및/또는 교정 장치의 위치 또는 모양의 전개 및/또는 교정 장치의 위치 또는 모향의 전개의 비율을 검출 또는 평가하는 것, 특히 다음을 위해:

[0076] - 치열 교정의 또는 치과 의사와 약속을 잡기 위해 날짜를 최적하는 것; 및/또는

[0077] - 능동적 교정 치료의 효과성을 평가하는 것; 및/또는

[0078] - 능동적 교정 장치의 활동을 측정하는 것; 및/또는

[0079] - 수동적 교정 장치의 효과성의 손실을 측정하는 것; 및/또는

[0080] - 치과 진료; 및/또는

[0081] - 두 날짜 사이, 예를 들어 사전 치료 동안, 특히 적어도 하나의 치아의 위치 및/또는 모양을 변경했을 가능성이 있는 사건에 의해 분리된, 예를 들어 치아에 대한 충격의 발생에 의해 또는 예를 들어 수면 무호흡증을 치료하기 위해 의도된 원치 않는 효과를 생성할 수 있는 치과 장치의 사용에 의해 또는 환자의 입 속의 이식, 특히 치주 이식, 특히 잇몸 이식의 발생에 의해 분리된 두 날짜 사이의 환자의 치아의 모양의 전개를 측정하는 것.

[0082] 단계 A) 및 B), 및/또는 a) 및 c), 및/또는 1) 내지 3) (단계 b) 제외) 는 바람직하게는 컴퓨터에 의해 구현된다. 본 발명은 또한 다음에 관한 것이다:

[0083] - 단계 A) 및 B), 및/또는 a) 및 c), 및/또는 1) 내지 3) (단계 b) 제외) 를 구현하기 위한 프로그램 코드 명령들을 포함하는 컴퓨터 프로그램;

[0084] - 이러한 프로그램이 기록된 컴퓨터 매체, 예를 들어 메모리 또는 CD-ROM; 그리고

[0085] - 그러한 프로그램이 로드되는 컴퓨터.

[0086] **정의**

[0087] 용어 "환자"는 본 발명에 따른 방법이 구현되는 임의의 사람을 의미하는 것으로 이해되며, 이 사람이 아프거나 치열 교정 치료를 받는지 여부와 관계가 없다.

[0088] "교정 치료"는 특히 능동 교정 치료(수동 교정 치료) 완료에 후속하여 치아 아케이드의 구성을 수정하거나(능동 교정 치료) 치아 아케이드의 구성을 유지하도록 의도된 치료의 전부 또는 일부이다.

[0089] "교정 장치"는 환자가 착용하거나 착용하도록 의도된 장치이다. 치열 교정 장치는 치료 또는 예방 치료뿐만 아니라 심미적 치료를 위한 것일 수 있다. 교정 장치는 특히 아치 및 브레이스 장치, 또는 치열 교정 정렬기, 또는 Carriere Motion 유형의 보조 장치일 수 있다. 이러한 정렬기는 그것이 고정되는 아케이드의 연속적인 치아들을 따르도록 연장된다. 그것은 반적으로 "U"자 모양의 채널을 정의한다. 교정 장치의 구성은 특히 치아에 대한 부착을 보장하기 위해 결정될 수 있지만 치아에 대한 원하는 목표 위치의 함수로서도 결정될 수 있다. 보다 구체적으로, 그 모양은 서비스 위치에서 교정 장치가 치료된 치아를 목표 위치를 향해 이동시키거나 (능동 교정 장치), 또는 이러한 목표 위치에 치아를 유지하는 (수동 교정 장치 또는 "리테이너") 경향이 있는 힘을 가하는 방식으로 결정된다.

[0090] "치아 상황"은 하나의 순간에 환자의 치아 아케이드와 관련된 일 세트의 특징들, 예를 들어 이러한 순간의 치아의 위치, 치아의 모양, 교정 장치의 위치 등을 정의한다. 이들 특징은 또한 아케이드의 일반적인 형상 및/또는 특히 "닫힌 입" 위치에서 환자의 다른 치아 아케이드에 대한 그것의 배열에 관련될 수 있다.

[0091] "아케이드" 또는 "치아 아케이드"라는 용어는 치아 아케이드의 전부 또는 일부를 의미하는 것으로 이해된다. 따라서 "아케이드의 이미지"라는 용어는 상기 아케이드의 전부 또는 일부의 2차원 묘사를 의미하는 것으로 이해된다.

[0092] 국제치과의사연맹(International Dental Federation)의 국제 협약에 따르면 치아 아케이드의 각 치아는 미리 정해진 번호를 갖는다. 이 협약에 의해 정의된 치아 번호는 도 7에 나열되어 있다.

[0093] "장면"은 동시에 관찰할 수 있는 일 세트의 요소들로 형성된다. "치아 장면"은 환자의 구강 내에 적어도 하나의 치아 본체를 포함하는 장면이다.

[0094] "주목할만한 포인트"는 식별될 수 있는 치아 장면의 포인트, 예를 들어 치아의 정점 또는 교두의 끝에서, 인접한 치아를 가진 치아의 치간 접촉 포인트, 예를 들어 치아의 절연 가장자리의 근심 또는 원위 포인트, 또는 치아의 크라운의 중심, 또는 “무게중심” 의 포인트가다.

[0095] 용어 "치아 본체"는 구강 내에서 식별될 수 있는 요소, 예를 들어 치아, 여러 치아들의 세트, 예를 들어 인접한 치아의 쌍 또는 삼중체, 잇몸 또는 치아 아케이드에 의해 지지되도록 의도된 장치, 및 특히 교정 장치, 크라운,

임플란트, 브릿지 또는 패싯를 의미하는 것으로 이해된다. 치아 본체는 또한 전술한 요소들의 서브세트, 예를 들어 결정된 번호를 갖는 치아, 또는 2개, 3개 또는 3개 초과의 인접한 치아들의 세트일 수 있고, 상기 세트의 치아는 결정된 번호를 가질 수 있다.

[0096] 치아 본체의 위치는 치료적 또는 심미적 기준을 따르지 않을 때 "비정상"이다.

[0097] "이미지"라는 용어는 사진이나 필름에서 추출한 이미지와 같은 2차원 디지털 묘사를 의미하는 것으로 이해된다. 이미지는 픽셀로 구성된다.

[0098] "앵귤레이션"은 이미지를 획득할 때 환자에 대한 이미지 획득 장치의 광축의 배향이다. 확장하여, 이미지는 앵귤레이션을 "제공"하거나 "가지고" 또는 그것이 이러한 앵귤레이션에서 획득되었을 때의 앵귤레이션와 "연관"된다.

[0099] 이미지의 "치아 구역"은 치아를 독점적으로 묘사하는, 즉 이 이미지에서 이 치아의 프로필을 따르는 상기 이미지의 부분이다. 다시 말해서, 이미지 상의 상기 치아의 묘사는 실질적으로 치아 구역의 100%를 묘사한다.

[0100] "모델"이라는 용어는 "3D" 모델이라고 하는 디지털 3차원 모델을 의미하는 것으로 이해된다. 모델은 복셀들의 세트로 구성된다. "치아 모델"은 단일 치아의 3차원 디지털 모델이다. "아케이드의 이미지" 또는 "아케이드의 모델" 이라는 용어는 상기 아케이드의 전부 또는 일부의 각각 2차원 또는 3차원 묘사를 의미하는 것으로 이해된다.

[0101] 3D 스캐너 또는 "스캐너"는 치아 또는 치아 아케이드의 모델을 얻기 위한 잘 알려진 장치이다. 그것은 일반적으로 구조화된 빛을 사용하며, 다양한 이미지와 이러한 이미지의 특정 포인트들의 매칭을 기반으로 3D 모델을 형성할 수 있다.

[0102] 본 발명에 따른 방법은 컴퓨터에 의해, 바람직하게는 이미지 획득을 제외하고 컴퓨터에 의해서만 구현된다. "컴퓨터"라는 용어는 컴퓨터 처리 기능이 있는 여러 기계들의 세트를 포함하는 임의의 전자 장치를 의미하는 것으로 이해된다. 컴퓨터는 사용자와 원격인 서버일 수 있으며, 예를 들어 그것은 "클라우드" 기반일 수 있다. 바람직하게는 컴퓨터는 휴대폰이다.

[0103] 통상적으로, 컴퓨터는 특히 프로세서, 메모리, 통상적으로 스크린을 포함하는 휴먼-머신 인터페이스, 인터넷을 통해, Wi-Fi를 통해, Bluetooth®를 통해 또는 전화망을 통해 통신하기 위한 모듈을 포함한다. 본 발명의 방법을 구현하도록 구성된 소프트웨어는 컴퓨터의 메모리에 로딩된다. 컴퓨터를 프린터에 연결할 수도 있다.

[0104] 명확성을 위해 "첫 번째", "두 번째", "업데이트된", 이력", "앞의", "뒤의", "정적", "동적"이 사용된다.

[0105] "앞의" 및 "뒤의"은 시간이 지남에 따라 계속되는 순간들을 나타낸다.

[0106] "업데이트된" 환자는 치아 상황을 평가하려는 환자이다. "이력" 환자는 상응하는 이력 기록이 있는 환자이다.

[0107] "공간 속성"은 일 아이템의 공간 정보의 구조를 지정하는 일반적 용어이다. 그것은 3차원 기준 프레임, 예를 들어 14번 치아에 대한 정규직교 기준 프레임에서 변수들의 순서화된 시퀀스를 정의한다: (무게중심의 가로 좌표; 무게중심의 세로 좌표; 중심 중심의 적용 좌표). 3차원 기준 프레임은 고려되는 환자에 대해, 예를 들어 환자의 구강의 중심에 대해 결정된다. 3차원 기준 프레임은 고려되는 환자 또는 고려되는 환자의 부분에 대해 고정되는 것이 바람직하다. 기준 프레임의 원점은 특히 구강의 중심일 수 있다.

[0108] 특히, 3차원 기준 프레임은 이미지를 획득할 때 이미지 획득 장치의 위치 및 배향과 무관하다.

[0109] 일 아이템의 공간 정보의 하나 이상의 값(들)은 항상 0 일 수 있다. 예를 들어, 치아 장면의 주목할 만한 포인트의 가로 좌표를 결정하기 위해 공간 속성을 사용하면 3차원 기준 프레임의 X축을 따라 이 가로 좌표의 값만 0 이 아니다. 대안적으로, 항상 0인 값은 없다.

[0110] 획득 조건이 알려져 있지 않은 이미지의 관찰만으로는 공간 정보를 유추할 수 없다. 특히 그것은 예를 들어, 환자의 지대주에서 환자로부터 미리 결정된 거리에 있는 지지대에 고정되지 않은 휴대 전화로, 또는 이러한 지지대에 고정되어 있지만 배향을 수정할 수 있는 휴대 전화로 획득된, 고려되는 치아 본체에 대한 배향과 거리가 알려지지 않은 이미지 획득 장치로 단일의 획득된 이미지의 관찰만으로는 추론될 수 없다.

[0111] 이와 같이, 이미지는 이미지의 평면에서 "표면" 정보, 예를 들어 이미지의 2차원 기준 프레임에서 이미지에 묘

사된 치아의 특정 포인트의 위치를 제공한다. 일 아이템의 공간 정보는 이미지의 평면에 대한 깊이 정보를 제공한다. 이미지에 묘사된 치아의 특정 포인트의 위치의 예에서, 공간 정보는 이 포인트의 좌표를 제공하여 이미지 상에 뿐만 아니라 이미지의 평면에 수직인, 깊이 방향으로 위치될 수 있게 한다.

[0112] 예를 들어, 이력 공간 정보는 예를 들어 그것이 치아의 주목할만한 두 포인트 사이의 또는 치아의 주목할만한 포인트과 다른 치아, 예를 들어 다른 인접 치아의 주목할만한 포인트 사이의 거리를 나타낼 때 상대적일 수 있다.

[0113] 일 아이템의 공간 정보는 공간 속성의 발생이다. 예를 들어, (2; 3; 1.5)는 환자 "마틴 씨" 의 14번 치아의 무게중심의 위치를 정의할 수 있다. 그것은 업데이트된 환자 또는 이력 환자와 연관되어 있는지 여부에 따라 "업데이트된" 또는 "이력" 으로서 지칭된다.

[0114] "앞의" 및 "뒤의"은 시간이 지남에 따라 계속되는 순간들을 나타낸다.

[0115] "치아 본체"는 예를 들어 14 번 치아를 지정하는 일반적인 용어이다. "업데이트된 치아 본체" 및 "이력 치아 본체"는 각각 업데이트된 환자 및 이력 환자에서 치아 본체의 발생이다. 예를 들어, 환자 “마틴 씨”의 14번 치아는 업데이트된 치아 본체일 수 있다.

[0116] "수직", "수평", "우측", "좌측", "수평", "앞의" 또는 "앞의", "뒤의", "위", "아래"는 수직으로 똑바로 서 있는 환자를 참조한다.

[0117] 그 정보는 단일의 업데이트된 순간의 분석의 결과인지 여부 또는 여러 개의 연속적인 업데이트된 순간들의 분석들의 결과인지 여부에 따라 "정적" 또는 "동적" 이다.

[0118] "포함하는" 또는 "구비하는" 또는 "갖는"은 달리 나타내지 않는 한 비제한적인 방식으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0119] 본 발명의 추가의 특징 및 이점은 첨부 도면을 참고하여 이하의 상세한 설명을 읽으면 더 명확하게 명백하게 될 것이다.

- 도 1은 본 발명에 따른 신경망을 훈련하는 방법이 신경망들의 세트를 얻기 위해 여러 번 구현되는 방법을 개략적으로 도시한 것으로, 각각은 치아 본체 및/또는 일 아이템의 공간 정보에 특수화되어 있다;

- 도 2는 본 발명에 따른 분석 방법이 매번 상이한 특수 신경망으로 여러 번 구현되는 방법을 개략적으로 도시한다;

- 도 3은 업데이트된 치아 본체의 이동량을 결정하기 위한 방법의 다양한 단계를 개략적으로 도시한다;

- 도 4는 본 발명에 따른 이동량 결정 방법이 복잡하고 정확한 동적 정보를 획득하기 위해 두 개의 서로 다른 순간들에 매번 상이한 특수 신경망으로 여러 번 구현되어 방법을 개략적으로 도시한다;

- 도 5는 치아 구역을 분리하기 위한 처리 후 업데이트된 이미지들의 세트의 예이다.

- 도 6은 본 발명에 따라 획득된 업데이트된 아이템의 공간 정보의 정밀도를 나타낸 그래프이다.

- 도 7은 치과 분야에서 사용되는 치아 번호 매기기를 보여준다.

- 도 8은 일치성 지수의 그래픽 표현이다.

다양한 도면 전체에서, 유사하거나 동일한 대상을 나타내기 위해 동일한 참조 부호가 사용된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0120] 본 발명에 따른 훈련 방법이 도 1 에 도시된다.

[0121] *신경망*

[0122] **단계 A)에서**, 신경망은 바람직하게는 이미지 분류에 특수화되어 있다.

[0123] 바람직하게는, 신경망은 CNN("Convolutional Neural Network")이고, 바람직하게는 다음 신경망 중에서 선택된다:

[0124] - 알렉스넷(2012);

[0125] - ZF 넷(2013);

[0126] - VGG 넷(2014);

[0127] - 구글넷(2015);

[0128] - 마이크로소프트 레스넷(2015);

[0129] - 카페: BAIR 참조 CaffeNet, BAIR AlexNet;

[0130] - 토치;

[0131] - VGG_CNN_S, VGG_CNN_M, VGG_CNN_M_2048, VGG_CNN_M_1024, VGG_CNN_M_128, VGG_CNN_F, VGG ILSVRC-2014 16-레이어, VGG ILSVRC-2014 19-레이어, Network-in-Network(Imagenet 및 CIFAR-10);

[0132] - Google: 인셉션(V3, V4).

[0133] 바람직하게는, Jie Hu et al., "Squeeze-and-Excitation Networks", arXiv:1709.01507v4 [cs.CV], 16 May 2019 에 설명된 "압착 및 여기(SE)" 처리 블록은 CNN 컨벌루션 연산자에 추가된다. 보다 바람직하게는, 그 신경망은 SE 블록을 갖는 VGG 유형이다.

[0134] 작동하려면 배향 신경망이 원하는 기능에 맞게 조정된 이력 학습 데이터베이스를 기반으로 “딥 러닝” 이라는 학습 프로세스를 사용하여 전통적으로 훈련되어야 한다.

[0135] *이력 학습 데이터베이스*

[0136] 신경망을 훈련하는 것은 당업자에게 잘 알려진 프로세스이다. 그것은 각각 입력 데이터와 출력 데이터를 포함하는 이력 기록들을 포함하는 이력 학습 데이터베이스를 제시하는 것을 포함한다.

[0137] 따라서 신경망은 입력 데이터와 출력 데이터를 "매칭"하는 것, 즉 함께 연결하는 것을 학습한다.

[0138] 업데이트된 이미지 세트로부터, 이러한 이미지에 묘사된 업데이트된 치아 본체와 관련된, 예를 들어 이러한 이미지에 묘사된 치아의 구성과 관련된 업데이트된 아이템의 공간 정보를 평가하는 것을 학습하기 위해, 이력 학습 데이터베이스는 바람직하게는 각각 다음을 포함하는 이력 기록들의 세트로 구성된다:

[0139] - "이력" 환자의 "이력" 치아 본체를 모두 묘사하는 "이력" 이미지들의 세트, 바람직하게는 이 환자의 적어도 하나의 치아를 묘사하는 사진;

[0140] - 이력 이미지들의 세트의 이력 디스크립터, 그 디스크립터는 이력 이미지에 묘사된 이력 치아 본체에 관한 이력 공간 정보의 아이템을 포함한다.

[0141] 바람직하게는, 이력 학습 데이터베이스는 1,000개 이상, 5,000개 이상, 바람직하게는 10,000개 이상, 바람직하게는 30,000개 이상, 바람직하게는 50,000개 이상, 바람직하게는 100,000개 이상의 이력 기록을 포함한다. 기록들의 수가 많을수록 신경망의 분석 능력이 향상된다. 이력 기록의 수는 일반적으로 10,000,000 또는 1,000,000 미만이다.

[0142] 이력 기록들은 각각의 이력 환자와 각각 연관된다.

[0143] *이력 이미지*

[0144] 이력 이미지들의 세트는 모두 고려된 이력 기록에 관계없이 동일한 수의 이력 이미지들을 포함한다. 이 수는 바람직하게는 1, 2, 4, 5 초과 및/또는 100, 50, 20, 15 또는 10 미만, 바람직하게는 5 내지 15 범위이다.

[0145] 일 실시형태에서, 이 수는 3이며, 3개의 이력 이미지는 상이한 앵귤레이션을 갖는다.

[0146] 이력 이미지는 바람직하게는 모바일 폰, "연결된" 카메라, "스마트" 시계, 태블릿 또는 웹캠이나 카메라와 같은 이미지 획득 시스템을 포함하는 개인용, 고정형 또는 휴대용 컴퓨터 중에서 선택되는 이미지 획득 장치에 의해 획득된다.

[0147] 이력 이미지는 바람직하게는 사진이며, 바람직하게는 휴대폰으로 찍은 것이다.

[0148] 바람직하게는, 각각의 이력 이미지는 사진이거나 필름으로부터 추출된 이미지이다. 바람직하게는 그것은 칼라이고, 바람직하게는 트루 컬러이다. 바람직하게는, 그것은 실질적으로 이미지 획득 장치의 오퍼레이터에 의해 특히 동일한 색상으로 보이는 치아 장면을 묘사한다.

[0149] 이력 이미지는 바람직하게는 구강 외부이며, 즉 이러한 이미지를 획득하기 위한 장치는 이력 환자의 입에 도입되지 않는다.

[0150] 더 바람직하게는, 이력 이미지를 획득하기 위한 장치는 이력 환자의 입으로부터 5cm 이상, 8cm 이상 또는 심지어 10cm 이상 떨어져 있으며, 이것은 이미지 획득 장치의 광학 장치에서 수증기의 응결을 방지하고 포커싱을 용이하게 한다. 더욱이, 바람직하게는, 이미지 획득 장치, 특히 이동 전화는 이력 이미지를 획득하기 위한 임의의 특정 광학 장치가 제공되지 않으며, 이것은 특히 획득 동안 이미지 획득 장치와 이력 환자의 입 사이의 분리로 인해 특히 가능하다.

[0151] 일 실시형태에서, 이력 환자는 치아를 더 잘 노출시키기 위해 치과 리트렉터를 착용한다. 리트렉터는 기존 리트렉터의 기능을 가질 수 있다. 바람직하게는, 그것은 리트렉터 개구 주위로 연장되고 상기 리트렉터 개구를 통해 이력 환자의 치아를 드러내면서 이력 환자의 입술이 그 위에 놓일 수 있도록 배열된 림을 포함한다. 바람직하게는, 리트렉터는 이력 이미지를 획득하기 위한 장치가 리트렉터 개구를 통해 어금니와 같이 구강 하단에 배열된 치아의 전정 표면의 사진을 획득할 수 있도록 뺨을 분리하기 위한 브래킷을 포함한다.

[0152] 바람직한 실시형태에 있어서, 치과 리트렉터는 사용되지 않는다. 실제로, 리트렉터 없이 촬영된 사진이 일반적으로 본 발명에 따른 방법을 구현하기에 충분하다는 것이 테스트를 통해 밝혀졌다. 물론, 필요하다면 이력 환자는 예를 들어 손가락이나 숟가락으로 뺨이나 입술을 벌려야 할 수도 있다.

[0153] 이력 기록의 모든 이력 이미지는 적어도 부분적으로 기록과 관련된 이력 환자의 동일한 치아 본체, 예를 들어 이력 환자의 앞니를 묘사한다.

[0154] 이력 이미지는 특히 하나 이상의 치아를 묘사할 수 있다. 바람직하게는 그것은 여러 개의 치아와 적어도 잇몸의 일부, 또는 심지어 이력 환자의 입술이나 코를 묘사한다.

[0155] 이력 기록의 이력 이미지들은 모두 동일한 이력 치아 본체를 묘사하지만 바람직하게는 상이한 앵귤레이션들로, 즉 그들은 이력 환자의 구강에 대해 이미지 획득 장치의 상이한 배향들로 획득되었다. 예를 들어, 이력 기록은 각각 "정면 뷰", "우측 정면 뷰", "우측 뷰", "좌측 정면 뷰", "좌측 뷰" 및 "하단 뷰"로서 보이는 동일한 치아를 묘사하는 6개의 이력 이미지를 포함할 수 있다.

[0156] 이력 기록의 이력 이미지의 앵귤레이션은 바람직하게는 고려되는 이력 기록에 관계없이 동일한 이력 치아 본체, 예를 들어 동일한 유형의 치아에 관한 모든 이력 기록들에 대해, 예를 들어 앞니, 또는 동일한 치아 번호와 관련된 모든 이력 기록들에 대해, 예를 들어 오른쪽 위 앞니와 관련된 모든 이력 기록들에 대해 실질적으로 동일하다.

[0157] 이력 기록은 동일한 앵귤레이션에서의 하나 이상의 이력 이미지(들)를 포함할 수 있다.

[0158] 본 발명에 따른 방법의 업데이트된 이미지뿐만 아니라 이력 이미지를 획득할 때, 앵귤레이션은 제한되지 않는 정밀도 수준으로 정의될 수 있다. 그러나 테스트 결과 앵귤레이션을 매우 정확하게 정의할 필요가 없는 것으로 나타났다. 유리하게는, 따라서 이들 이미지의 획득은 이미지 획득 장치의 오퍼레이터의 사전 훈련을 필요로 하지 않는다. 따라서 업데이트된 이미지와 같은 이력 이미지는 예를 들어 간단한 휴대폰으로 최소한의 주의를 기울여 얻을 수 있다.

[0159] 바람직한 실시형태에서, 앵귤레이션들은 매우 일반적으로 정의된다. 예를 들어, 앵귤레이션들은 앵귤레이션들의 "정면 뷰", "우측 뷰", "우측 정면 뷰", "좌측 뷰", "좌측 정면 뷰", "하단 뷰", "앞의 하단 뷰", "상단 뷰", "앞의 상단 뷰" 로 이루어진 잠재적인 앵귤레이션들의 그룹으로부터 선택될 수 있다.

[0160] 앵귤레이션은 "자연스러운" 기준 프레임과 관련하여, 즉 환자가 이미지 획득 장치를 인식하는 방식의 함수로 정의될 수 있다. 이 기준 프레임에서 앵귤레이션은 예를 들어 다음 앵귤레이션로 구성된 잠재적 앵귤레이션 그룹에서 선택된다:

[0161] 교합 평면에서:

[0162] - 이미지 획득 장치의 광축이 교합 평면과 정중 시상 평면 사이의 교차점에서 직선과 실질적으로 일치할 때 "정면 뷰";

[0163] - 이미지 획득 장치의 광축이 실질적으로 교합 평면에 있고 정중 시상 평면에 수직이고 이미지 획득 장치가 환자의 오른쪽에 있을 때 "우측 뷰";

[0164] - 이미지 획득 장치의 광축이 실질적으로 교합 평면에 있고 정중 시상 평면에 수직이고 이미지 획득 장치가 환자의 왼쪽에 있때 "좌측 뷰";

[0165] 정중 시상 평면에서:

[0166] - 이미지 획득 장치의 광축이 실질적으로 정중 시상 평면에 있고 교합 평면에 수직이고 이미지 획득 장치가 환자의 위쪽에 있을 때 "상단 뷰";

[0167] - 이미지 획득 장치의 광축이 실질적으로 정장 시상 평면에 있고 교합 평면에 수직이고 이미지 획득 장치가 환자의 아래쪽에 있때 "하단 뷰".

[0168] 앵귤레이션을 보다 정확하게 정의할 수 있다. 특히, 위의 앵귤레이션들 각각에 대해 이미지 획득 장치의 광축은 교합 평면 또는 정중 시상 평면에 있다. 예를 들어 다음의 앵귤레이션들을 추가하는 것이 가능하다:

[0169] - 정중 시상 평면에 대해 45° 기울어지고 교합 평면과 정중 시상 평면 사이의 교차점에서 직선을 포함하는 두 개의 "정면 우측" 및 "정면 좌측" 평면들 중 하나에서: 정면 우측 및 우측 뷰, 정면 우측 및 좌측 뷰, 정면 좌측 및 우측 뷰, 및 정면 좌측 및 좌측 뷰; 또는

[0170] - 교합 평면에 대해 45° 기울어지고 교합 평면과 정면 평면에 평행한 평면 사이의 교차점에 있고 구강의 중심을 통과하는 직선을 포함하는 두 개의 "교합-상단" 및 "교합-하단" 평면 중 하나에서: 교합-상단 및 정면 뷰; 또는

[0171] - 여기서 광축은 두 개의 "정면 우측" 및 "정면 좌측" 평면들 중 하나에서 선택된 첫 번째 평면과 두 개의 "교합 상단" 및 "교합 하단" 평면들 중 하나에서 선택된 두 번째 평면 사이의 교차점에 있다.

[0172] 바람직하게는, 앵귤레이션은 상기 열거된 앵귤레이션로 구성된 잠재적 앵귤레이션의 그룹으로부터 선택된다.

[0173] 그럼에도 불구하고 앵귤레이션은 치아 본체의 함수로서 결정되는 것이 바람직하다. 예를 들어, 치아 본체가 치아 또는 치아 그룹인 경우, 앵귤레이션은 바람직하게는 상기 치아 또는 상기 치아들의 번호의 함수로서 고정된다. 입의 구성이 항상 모든 치아에 동일한 앵귤레이션이 사용되는 것을 실제로 허용하지는 않는다.

[0174] 그러나, 예를 들어 앞니와 송곳니와 같은 두 개의 다른 치아 본체에 대해 동일한 앵귤레이션이 때때로 사용될 수 있다.

[0175] 이력 이미지들을 획득할 때 획득 장치의 정확한 포지셔닝은 필요하지 않다. 따라서 이력 이미지는 입에서 상이한 거리들에서 얻을 수 있다. 테스트는 이력 치아 본체, 예를 들어 치아는 훈련된 신경망의 성능이 실질적으로 유의미한 방식으로 영향을 받지 않고 고려된 이력 이미지에 따라 및/또는 고려된 이력 기록에 따라 상이한 축척으로 묘사될 수 있음을 보여주었다.

[0176] 그러나, 바람직하게는, 이미지 획득 장치는 바람직하게는 이력 환자의 입으로 도입된, 이력 환자의 신체에 맞닿아 배치된 지지대에 고정된다. 지지대가 단단할 때, 이미지 획득 장치와 이력 환자의 입 사이에 미리 결정된 거리를 부과하는 것이 유리하다. 따라서 신경망의 성능 기능이 향상된다.

[0177] 바람직하게는, 지지대는 종래의 치과 리트렉터를 지지한다. 그러한 치과 리트렉터는 종래에 리트렉터 개구 주위로 연장되고 상기 리트렉터 개구를 통해 이력 환자의 치아를 드러내면서 이력 환자의 입술이 그 위에 놓일 수 있도록 배열된 림을 포함한다.

[0178] 바람직하게는, 2017년 10월 10일에 No. 17 306 361.1로 출원된 유럽 특허 출원에 설명된 바와 같은 이미지 캡처 장치가 사용된다.

[0179] 더욱이, 바람직하게는 이력 이미지는 이력 기록에 통합되기 전에 크로핑된다. "크로핑" 또는 "재절단"은 관련 부분을 분리하기 위해 이미지를 트리밍한 다음 치수를 정규화하는 것을 포함하는 종래의 작업이다. 바람직하게는, 이력 치아 본체를 분리하기 위해, 즉 이력 치아 본체만을 실질적으로만 묘사하기 위해 이력 이미지가 트리밍된다. 재절단은 수동으로 수행될 수 있거나, 이하 설명되는 바와 같이 컴퓨터에 의해, 특히 이 목적을 위해 훈련된 신경망에 의해 수행될 수 있다. 이력 이미지를 재절단하는 것은 훈련된 신경망의 성능을 크게 향상시킨다.

[0180] 또한 테스트 결과 위에 표시된 대로 앵귤레이션을 정확하게 설정할 필요가 없는 것으로 나타났다.

[0181] *이력 치과 본체 및 특수화*

[0182] 치아 본체는 특히 치아 또는 치아들의 세트 또는 치아 아케이드일 수 있다. 바람직하게는 다양한 이력 기록 사이에서 그 형상의 다양성을 제한하도록 선택된다. 치아 본체는 특정 유형의 치아 또는 특정 번호를 갖는 치아인 것이 바람직하다.

[0183] "이력" 치아 본체는 고려된 이력 환자의 특정 경우의 치아 본체이다. 즉, 이력 학습 데이터베이스에서 모든 이력 치아 본체는 학습 데이터베이스와 연관된 치아 본체의 특정 발생이다.

[0184] 바람직하게는 학습 데이터베이스, 따라서 신경망은 특정 번호의 치아에만 특수화된다. 예를 들어, 그들은 오른쪽 위 앞니에 특수화되어 있다. 이력 기록의 모든 이력 이미지는 모두 동일한 이력 치아를 묘사하고 이 이력 기록의 이력 공간 정보는 이 이력 치아와 관련되며 학습 데이터베이스의 모든 이력 치아는 동일한 번호를 사용한다. 치아 번호에 대한 신경망의 이러한 특수화는 효율성을 상당히 향상시킨다.

[0185] 이러한 방식으로 특수화된 여러 신경망이 훈련되는 것이 바람직하며, 각 신경망은 치아 유형 또는 치아 번호 전용의 이력 학습 데이터베이스로 훈련된다. 유리하게도, 따라서 치아 상황의 분석은 업데이트된 환자의 각 치아에 대해 대응하는 치아 유형 또는 번호에 대한 특수 신경망을 구현할 수 있다.

[0186] *이력 설명*

[0187] 이력 이미지 세트의 이력 설명은 이력 공간 정보의 아이템, 즉 공간 속성의 변수에 대한 값들의 세트를 포함하며, 이러한 값들은 이력 이미지에 묘사된 이력 치아 본체와 관련된다. 정의에 따르면 공간 속성은 공간의 3차원에 해당하는 최소 3개의 변수를 포함한다. 따라서 공간 정보는 공간 속성의 적어도 3개의 개별 변수에 대한 적어도 3개의 값들의 세트이다.

[0188] 공간 속성은 세트의 모든 이력 이미지에 대해 동일하지만 모든 이력 기록에 대해서도 동일하다.

[0189] 그것은 특히 다음을 정의할 수 있다:

[0190] - 하나 이상의 치아 본체 및/또는 하나 이상의 치아 부분(들)의 공간 내 하나 이상의 위치(들); 및/또는

[0191] - 하나 이상의 치아 본체 및/또는 치아 본체의 하나 이상의 부분들의 공간 내 하나 이상의 배향 방향(들); 및/또는

[0192] - 하나 이상의 치아 본체 및/또는 하나 이상의 치아 본체 부분(들)의 공간 내 하나 이상의 배향 코스들.

[0193] 치아 본체의 상기 부분은 예를 들어 다음일 수 있다:

[0194] - 하나 이상의 포인트(들), 예를 들어, 치아 본체가 치아인 경우, 인접 치아와의 접촉점 또는 치아의 무게중심; 및/또는

[0195] - 하나 이상의 열(들), 예를 들어, 치아 본체가 치아인 경우, 인접한 치아 사이의 분리 열 또는 치아의 교두 가장자리; 및/또는

[0196] - 이 치아 본체의 하나 이상의 표면(들).

[0197] 특히 공간 속성 (x_A, y_A, z_A, x_B, y_B 그리고 z_B) 이 (포인트의 위치가 포인트 B의 위치 이전에 A가 되는) 순서화된 방식으로 각각 두 포인트들 (x_A, y_A, 및 z_A) 및 (x_B, y_B 및 z_B) 의 위치들을 정의하는 경우, 그것은 배향 방향, 배향 코스 및 거리를 간접적으로 정의한다. 그것이 세 포인트에 대한 위치를 정의하고 이러한 위치가 순서화되는 경우, 그것은 세 배향 방향들을 간접적으로 정의하고, 따라서 이러한 방향들의 쌍들 사이의 앵귤레이션, 각 방향들을 따른 배향 코스, 및 세 거리들을 정의한다.

[0198] 예를 들어 그것이 첫 번째 치아의 무게 중심의 위치를 정의한 다음 첫 번째 치아 왼쪽의 인접 치아의 무게 중심의 위치를 정의하면, 공간 속성은 이러한 무게중심의 위치를 직접적으로 정의할 뿐아니라 간접적으로 이 포인트들을 연결하는 직선의 배향 방향, 첫 번째 무게중심에서 두 번째 무게중심까지의 방향 코스, 그리고 이러한 무게중심들 사이의 거리를 정의한다.

[0199] 공간 속성은 예를 들어 원점이 고려되는 환자의 구강의 중심에 있고, 가로축은 수평이고 앞의를 향해 배향되고, 세로축은 수평이고 우측을 향해 배향되고 적용축은 수직이고 위를 향해 배향되는, 환자에 대해 고정되는 3차원 기준 프레임에서 절대 위치를 정의할 수 있다. 그것은 또한 두 점 사이의 벡터, 즉 다른 한 점에 대한 한 점의 상대 위치를 정의할 수 있다. 예를 들어 공간 속성은 (x_B-x_A, y_B-y_A, z_B-z_A) 일 수 있으며, 즉, 포인트

A 에 대한 포인트 B 의 위치를 제공할 수 있다.

[0200] 공간 정보는 따라서 절대 또는 상대 위치, 및/또는 배향 방향 및/또는 배향 코스 및/또는 특정 치아 상황에서의 거리를 정의할 수 있다.

[0201] 역사 기록의 역사 공간 정보를 결정하는 것은 문제가 되지 않는다. 그것은 임의의 수단에 의해, 예를 들어 수동 또는 컴퓨터에 의해, 특히 이력 환자 또는 그들의 치아의 석고 모형으로부터 또는 고려되는 치아를 지지하는 치아 아케이드의 디지털 3차원 모델로부터 측정하여 결정될 수 있다.

[0202] 바람직하게는, 공간 속성은 30개 미만, 바람직하게는 20개 미만, 바람직하게는 10개 미만의 변수, 바람직하게는 5개 미만의 변수, 바람직하게는 4개 미만의 변수를 정의한다. 훈련된 신경망의 효과성이 향상된다.

[0203] 일 실시형태에서, 공간 속성은 1개, 바람직하게는 1개 초과, 바람직하게는 2개 초과 및/또는 5개 미만, 바람직하게는 4개 미만의 치아 본체, 바람직하게는 특정 번호를 갖는 치아의 주목할만한 포인트에 대한 공간에서의 위치를 정의한다. 치아와 관련된 이력 공간 정보를 제한된 수의 포인트로 제한하면 신경망의 효율성이 크게 향상된다.

[0204] **단계 B)에서**, 신경망은 이력 기록, 보다 구체적으로 이력 이미지 세트를 입력으로, 이력 공간 정보를 출력으로 연속적으로 제시함으로써 이력 학습 데이터베이스로 훈련된다.

[0205] 따라서 그것은 입력으로 제공되는 이력 이미지들의 세트와 유사한 이미지들의 세트로부터 공간 정보의 해당 아이템을 출력으로 제공하는 것을 학습한다. 특히, 이와 같이 훈련된 후, 신경망은 "업데이트된" 순간에 "업데이트된" 환자의 "업데이트된" 치아 본체에 관한 "업데이트된" 공간 정보를 제공할 수 있다. 따라서 업데이트된 공간 정보는 업데이트된 환자의 치아 상황을 분석하기 위해 단독으로 또는 다른 정보와 결합하여 사용될 수 있다. 본 발명에 따른 분석 방법은 도 2 에 도시된 단계들 a) 내지 c) 를 포함한다.

[0206] 이렇게 훈련된 신경망은 따라서 임의의 업데이트된 환자에 대해 취해진, 이력 학습 데이터베이스의 이력 이미지들의 세트들과 호환되고 입력으로 제공되는 업데이트된 이미지들의 세트에 대한 업데이트된 아이템의 공간 정보를 결정할 수 있다.

[0207] **단계 a)** 는 위의 단계 A) 및 B)를 실행하는 것을 포함한다.

[0208] **단계 b)에서,** 업데이트된 환자의 업데이트된 치아 본체, 바람직하게는 업데이트된 치아를 묘사하는 업데이트된 이미지들의 세트가 이미지 획득 장치에 의해 업데이트된 순간에 획득된다.

[0209] 업데이트된 순간은:

[0210] - 각 환자가 휴대폰으로 임의의 순간에 치아 상황을 모니터링할 수 있도록 예를 들어 임의의 교정 치료와 독립적일 수 있고;

[0211] - 능동 교정 치료 중일 수 있으며;

[0212] - 능동 교정 치료 후, 특히 수동 교정 치료 중일 수 있다.

[0213] 분석 방법은 특히 진행을 모니터링하기 위해 능동 치열 교정 치료 중에 구현될 수 있으며, 업데이트된 순간은 바람직하게는 예를 들어 업데이트된 환자의 치아의 위치를 정정하도록 의도된 교정 정렬기 (또는 "정렬기") 또는 교정 아치와 같은 능동 교정 장치를 장착한 후 3개월 미만, 2개월 미만 및/또는 1주 이상, 바람직하게는 2주 이상이다.

[0214] 치아의 위치가 바람직하지 않게 전개 ("재발") 하지 않는지 확인하기 위해 교정 치료 후에 분석 방법을 또한 구현할 수 있다. 업데이트된 순간은 능동 교정 치료의 완료 및 “리테이너” 라고 불리는, 치아를 제위치에 고정하기 위한 수동 교정 장치의 피팅 후 바람직하게는 3개월 미만, 2개월 미만 및/또는 1주 초과, 바람직하게는 2주 초과이다.

[0215] 업데이트된 이미지는 바람직하게는 구강 외부이다.

[0216] 바람직하게는, 업데이트된 이미지들은 사진이거나 필름으로부터 추출된 이미지이다. 바람직하게는 그것들은 칼라이고, 바람직하게는 트루 컬러이다. 바람직하게는, 그들은 실질적으로 이미지 획득 장치의 오퍼레이터에 의해 보여지는 치아 아케이드를 묘사한다.

[0217] 일 실시형태에서, 업데이트된 환자는 치아를 더 잘 노출시키기 위해 치과 리트렉터를 착용한다. 바람직하게

는, 그러나, 치과 리트렉터는 사용되지 않는다. 물론, 필요하다면 업데이트된 환자는 예를 들어 손가락이나 숟가락으로, 또는 이러한 목적을 위해 적합한 임의의 다른 기구로 뺨이나 입술을 벌려야 할 수도 있다.

[0218] 업데이트된 이미지는 하나 이상의 치아를 묘사할 수 있다. 바람직하게는, 그것은 잇몸의 적어도 일부, 또는 심지어 환자의 입술이나 코를 묘사한다.

[0219] 업데이트된 모든 이미지는 신경망에 적응되어야 하며, 즉, 그것과 호환 가능해야 한다. 즉, 업데이트된 모든 이미지는 이력 기록에 사용될 수 있는 것이어야 한다.

[0220] 업데이트된 이미지의 수는 이력 기록의 이력 이미지의 수와 동일한 것이 바람직하다.

[0221] 업데이트된 이미지는 이력 이미지와 동일한 치아 본체, 예를 들어, 14번 치아를 묘사해야 한다.

[0222] 업데이트된 이미지의 앵귤레이션은 바람직하게는 임의의 이력 기록의 이력 이미지의 앵귤레이션와 유사하거나 가깝다.

[0223] 일반적으로 업데이트된 이미지는 신경망 훈련에 사용되는 이력 이미지와 유사해야 한다. 예를 들어, 이러한 이력 이미지가 가변적인 거리에서, 예를 들어 입에서 10 내지 50cm 범위의 거리에서, 대략적인 앵귤레이션로(예를 들어, "정면 뷰" 로서 또는 "우측 뷰" 로서) 이력 환자 자신이 일반적으로 촬영한 구강 외 사진인 경우, 바람직하게는 업데이트된 이미지도 이러한 획득 조건에서 촬영된 사진이다. 이력 이미지가 치과 리트렉터를 가진 채로 촬영된 뷰를 묘사하는 경우, 업데이트된 이미지에 대해 동일한 것이 바람직하다.

[0224] 업데이트된 이미지는 동일하거나 상이할 수 있는 이미지 획득 장치에 의해 획득되며, 바람직하게는 이력 이미지를 획득하는 데 사용된 것과 동일한 유형에 의해 획득된다.

[0225] 그것은 바람직하게는 모바일 폰, "연결된" 카메라, "스마트" 시계, 태블릿 또는 웹캠이나 카메라와 같은 이미지 획득 시스템을 포함하는 개인용, 고정형 또는 휴대용 컴퓨터 중에서 선택된다. 바람직하게는, 이미지 획득 장치는 휴대폰이다. 바람직하게는, 이미지 획득 장치, 특히 휴대폰에는 업데이트된 이미지를 획득하기 위한 임의의 특정 광학 장치가 제공되지 않는다.

[0226] 보다 바람직하게는 업데이트된 이미지를 획득하기 위해 업데이트된 이미지를 획득하기 위한 디바이스는 업데이트된 환자의 입으로부터 5cm 이상, 8cm 이상 또는 심지어 10cm 이상 및/또는 50cm 미만만큼 분리된다. 유리하게는, 이 거리는 정확하게 설정될 필요가 없다.

[0227] 그러나, 바람직하게는, 이력 이미지와 같이, 업데이트된 이미지는 이력 학습 데이터베이스로 훈련된 신경망에 입력될 업데이트된 이미지들의 세트에 통합되기 전에 "크로핑" (또는 "재절단") 된다. 바람직하게는, 업데이트된 치아 본체를 분리하기 위해, 즉 업데이트된 치아 본체만을 실질적으로만 묘사하기 위해 업데이트된 이미지가 트리밍된다. 재절단은 수동으로 수행될 수 있거나, 바람직하게는 컴퓨터에 의해, 특히 이 목적을 위해 훈련된 신경망에 의해 수행될 수 있다.

[0228] 특히 신경망은 예를 들어 치아 구역을 식별하기 위해 이미지에서 치아 본체를 식별하도록 훈련될 수 있다. 이러한 "치아 본체를 식별하기" 위한 신경망이 이하에 설명된다. 업데이트된 이미지를 크로핑하기 위해서는 이 신경망으로 업데이트된 치아 본체를 식별하기만 하면 되고, 이 이미지에서 식별된 치아 본체를 포함할 수 있는 가장 작은 직사각형을 정의하여, 컷 (cut) 을 정의하기 위해 이 직사각형의 내부만 유지하면 되고, 그후 업데이트된 이미지들의 세트에 통합될 업데이트된 이미지를 정의하기 위해 그 컷의 치수를 정규화해야 한다. 직사각형의 길이:너비 비율이 업데이트된 이미지와 상관없이 실질적으로 항상 같다면, 이미지를 획득하기 위한 조건이 비슷할 가능성이 높아 유리하다. 컷의 치수를 정규화하는 것은 업데이트된 모든 이미지의 치수가 동일하도록 이러한 치수를 조정하는 것을 수반한다. 바람직하게는, 이력 이미지를 재절단하는 동작은 업데이트된 이미지의 그것과 유사하여, 이들 이미지의 치수 및 픽셀 수가 유사하거나 실질적으로 동일하다.

[0229] 이력 이미지 및 업데이트된 이미지를 재절단하는 것은 훈련된 신경망의 성능을 크게 향상시킨다.

[0230] 이미지 획득 장치는 바람직하게는 업데이트된 환자 또는 업데이트된 환자의 가까운 동료인 오퍼레이터에 의해 사용되지만, 이는 임의의 다른 사람, 특히 치과의사, 치열 교정의 또는 간병인일 수 있다. 바람직하게는, 업데이트된 이미지는 업데이트된 환자에 의해 획득된다.

[0231] 바람직하게는, 업데이트된 이미지는 지지대를 사용하지 않고, 지면에 지탱하지 않고, 및 이미지 획득 장치를 고정하지 않고, 특히 삼각대 없이 획득된다.

[0232] 그러나, 일 실시형태에서, 이미지 획득 장치는 바람직하게는 이력 환자의 입 속으로 부분적으로 도입된, 이력 환자의 신체에 맞닿아 배치되는 지지대에 부착된다. 지지대가 단단할 때, 이미지 획득 장치와 업데이트된 환자의 입 사이에 미리 결정된 거리를 부과하는 것이 유리하다. 따라서 신경망의 성능 기능이 향상된다.

[0233] 바람직하게는, 지지대는 종래의 치과 리트렉터를 지지한다. 그러한 치과 리트렉터는 종래에 리트렉터 개구 주위로 연장되고 상기 리트렉터 개구를 통해 업데이트된 환자의 치아를 드러내면서 업데이트된 환자의 입술이 그 위에 놓일 수 있도록 배열된 림을 포함한다.

[0234] 바람직하게는, 2017년 10월 10일에 No. 17 306 361.1로 출원된 유럽 특허 출원에 설명된 바와 같은 이미지 캡처 장치가 사용된다.

[0235] *획득 중 업데이트된 이미지들의 세트의 구성*

[0236] 보다 바람직하게는, 오퍼레이터는 단계 b) 동안, 바람직하게는 실시간으로, 미리 결정된 앵귤레이션로 이미지 획득 장치를 배향하도록, 및/또는 바람직하게는, 다양한 앵귤레이션에서 미리 결정된 수의 이미지를 촬영하도록, 및/또는 필요한 앵귤레이션에서 이미지 획득 장치를 배향하도록 안내된다.

[0237] 이를 위해, 단계 b) 동안 온보드 제어를 제공하기 위해, 즉 업데이트된 이미지의 수 및/또는 앵귤레이션 및/또는 품질이 만족스러운지 확인하기 위해 애플리케이션이 이미지 획득 장치에 로딩되는 것이 바람직하다.

[0238] 애플리케이션은 특히 업데이트된 이미지를 획득하기 전에 업데이트된 환자에 대한 이미지 획득 장치의 대략적인 포지셔닝을 용이하게 하는 실수 방지 수단을 구현할 수 있다.

[0239] 실수 방지 수단은 특히 이미지 획득 장치의 스크린에 나타나는 그리고 오퍼레이터가 이 스크린에 표시되는 업데이트된 환자의 일부, 예를 들어 치아, 잇몸, 입술 또는 얼굴의 프로필과 매칭, 예를 들어 중첩시켜야 하는 기준(reference) 을 포함할 수 있다.

[0240] 그 기준은 예를 들어 기하학적 형상, 예를 들어 점, 하나 이상의 선, 예를 들어 평행선, 별, 원, 타원형, 정다각형, 특히 정사각형, 직사각형 또는 다이아몬드 또는 이러한 모양(들) 중 하나 이상의 임의의 조합일 수 있다.
그 하나 이상의 기준(들)은 바람직하게는 스크린에 "고정"되며, 즉, 그들은 이미지 획득 장치가 움직일 때 스크린에서 움직이지 않는다.

[0241] 기준은, 예를 들어, 업데이트된 환자에 의해 치아가 함께 클램핑될 때 상부 치아와 하부 치아 사이의 수평 조인트의 스크린 상의 묘사의 일반적인 방향과 정렬되도록 의도된 수평 라인, 및/또는 두 위 앞니 사이의 수직 조인트의 묘사와 정렬되도록 의도된 수직선을 포함할 수 있다. 예를 들어, 업데이트된 환자의 두 눈에 대한 스크린 상의 묘사 위에 배치될 두 개의 원에 의해 기준이 형성될 수 있다. 예를 들어, 업데이트된 환자의 입 또는 얼굴의, 스크린 상의 묘사 주위에 배치될 타원에 의해 기준이 형성될 수 있다.

[0242] "환자의 일부"는 또한 업데이트된 환자에 의해 착용되는, 예를 들어 치과 리트렉터에 의해 또는 업데이트된 환자에 의해 물린 부분에 의해 지지되는 지지대 상에 있을 수 있다.

[0243] 애플리케이션은 또한 예를 들어 "올바른 사진을 찍으십시오", "더 높이", "더 낮게" 등과 같이 스크린 상에 메시지를 안내하거나 디스플레이함으로써, 또는 이미지 획득 장치의 배향이 개선됨에 따라 주파수가 증가하는 일련의 경고음을 방출함으로써 오퍼레이터가 이미지 획득 장치의 앵귤레이션을 수정하는 것을 도울 수 있다. 이를 위해, 그것은 특히 치아 본체가 묘사되는지 여부를 결정하고, 바람직하게는 앵귤레이션이 적절한지 여부를 확인하기 위해 이미지 획득 장치의 스크린에 표시된 이미지를 실시간으로 분석해야 한다.

[0244] 이미지에서 물체를 검출하기 위한 알고리즘은 당업자에게 잘 알려져 있고 디스플레이된 이미지에서 치아 본체를 검색하는 데 사용될 수 있다. 바람직하게는, 치아 본체를 식별하기 위해 신경망이 사용되며, 바람직하게는 "객체 검출 네트워크들" 중에서 선택되며, 예를 들면 다음과 같다:

[0245] - R-CNN (2013);

[0246] - SSD (Single Shot MultiBox Detector: Object Detection Network), Faster R-CNN (Faster Region-based Convolutional Network method: Object Detection Network);

[0247] - Faster R-CNN (2015);

[0248] - SSD (2015);

[0249] - RCF (Richer Convolutional Features for Edge Detection) (2017).

[0250] 이미지에서 치아 본체, 예를 들어 정해진 번호의 치아를 검출하기 위한 신경망을 훈련시키는 것은 당업자에게 문제가 되지 않는다. 특히, 신경망은 이미지들이 입력으로서 제공되고 치아 본체의 존재 또는 부재에 관한 정보가 출력으로서 제공된다.

[0251] 다음 문서는 특히 검출 또는 세분화를 다룬다: https://arxiv.org/pdf/1405.0312.pdf 및 https://arxiv.org/pdf/1703.06870.pdf.

[0252] 일 실시형태에서, 상기 신경망은 각각 다음을 포함하는 1,000개 이상, 바람직하게는 10,000개 이상의 기록들의 세트로 구성된 학습 데이터베이스로 훈련된다:

[0253] - 예를 들어 결정된 번호를 갖는 치아에 관한 적어도 하나의 치아 구역을 포함하는 치아 본체를 묘사하는 구역을 포함하는 이미지;

[0254] - 상기 이미지 상의 치아 본체를 묘사하는 구역을 식별하는 상기 이미지의 설명.

[0255] 훈련 동안, 신경망은 각 이미지가 입력으로서 제공되는 반면, 연관된 디스크립터 (descriptor) 가 신경망의 출력으로서 제공된다.

[0256] 따라서, 상기 훈련의 완료 시, 신경망은 입력으로서 공급되는 이미지에서 치아 본체를 묘사하는 구역, 예를 들어 치아 구역을 결정할 수 있다.

[0257] 도 5는 이렇게 훈련된 신경망으로 처리한 후 서로 다른 앵귤레이션에서 찍은 업데이트된 이미지들의 세트를 나타낸다.

[0258] 앵귤레이션은 또한 이를 위해 훈련된 신경망에 의해 식별될 수 있다. 신경망은 바람직하게는 회귀를 동작시키는 신경망의 마지막 계층과 함께 CNN 들 중에서 선택된다.

[0259] 상기 신경망은 각각 다음을 포함하는 1,000개 이상, 바람직하게는 10,000개 이상의 기록들의 세트로 구성된 학습 데이터베이스로 훈련된다:

[0260] - 예를 들어 결정된 번호를 갖는 치아에 관한 적어도 하나의 치아 구역을 포함하는 치아 본체를 묘사하는 구역을 포함하는 이미지;

[0261] - 상기 이미지의 앵귤레이션을 식별하는 상기 이미지의 디스크립터.

[0262] 훈련 동안, 신경망은 각 이미지가 입력으로서 제공되는 반면, 연관된 디스크립터가 신경망의 출력으로서 제공된다.

[0263] 따라서, 상기 훈련의 완료 시, 신경망은 입력으로서 공급되는 이미지의 앵귤레이션을 결정할 수 있다.

[0264] 바람직하게는, 애플리케이션은 미리 결정된 앵귤레이션들의 세트, 및 각각의 미리 결정된 앵귤레이션에 대해, 획득될 업데이트된 이미지들의 수를 정의한다. 애플리케이션이 활성화되면 단계 b)에서 다음 단계들을 실시간으로 구현하는 것이 바람직하다:

[0265] - 현재의 순간에, 치아 본체가 묘사되는지 여부를 결정하기 위해 이미지 획득 장치의 스크린에 표시된 이미지, 또는 "현재의 이미지", 및 바람직하게는 이미지 획득 장치의 앵귤레이션, 또는 "현재의 앵귤레이션"를 분석하는 단계;

[0266] - 치아 본체가 묘사되는 경우, 및 바람직하게는 현재 앵귤레이션이 현재의 요건을 준수하는 경우, 즉 현재의 순간에, 업데이트된 이미지를 현재의 앵귤레이션로 획득하는 것이 여전히 필요한 경우, 오퍼레이터에 의해 또는 자동으로 상기 획득을 트리거하는 단계;

[0267] 그렇지 않으면, 바람직하게는 오퍼레이터에게 이미지 획득 장치의 앵귤레이션을 수정하도록, 또는 추가의 업데이트된 이미지를 더 이상 획득할 필요가 없는 경우 단계 b)에서 종료하도록 통지하는 단계.

[0268] 바람직한 실시형태에서, 디스플레이된 이미지가 치아 본체를 묘사하고 앵귤레이션이 이미지 획득 장치에 의해 승인되자마자 획득은 자동으로, 즉 오퍼레이터의 행동 없이 트리거된다.

[0269] 오퍼레이터를 안내하기 위해 이미지 획득 장치에 의해 기록된 및/또는 음성 메시지를 발행할 수 있다. 예를 들어, 이미지 획득 장치는 "정면 사진을 찍으십시오"라고 알리고, 배향이 허용 가능하거나 반대로 사진을 다시

찍을 필요가 있음을 오퍼레이터에게 알리는 신호를 발행할 수 있다.

[0270] 획득 프로세스의 종료는 이미지 획득 장치에 의해 구두로 또는 스크린 상의 디스플레이를 통해 안내될 수 있다.

[0271] 업데이트된 이미지를 획득할 때 오퍼레이터를 안내하는 것은 훈련된 신경망에 즉시 적합한 업데이트된 이미지들의 세트가 형성되는 것을 허용한다.

[0272] *획득 후 업데이트된 이미지들의 세트의 구성*

[0273] 업데이트된 이미지들의 세트는 또한 업데이트된 치아 본체를 원하는 앵귤레이션로 묘사하는 충분한 수의 업데이트된 이미지를 선택함으로써 업데이트된 이미지를 획득한 후에 부분적으로 또는 전체적으로 형성될 수 있다.

[0274] 업데이트된 이미지가 업데이트된 치아 본체, 예를 들어 치아 번호에 특수화된 업데이트된 이미지들의 세트에 속할 수 있는지 여부를 결정하는 것은 이 업데이트된 이미지가 이 업데이트된 치아 본체, 예를 들어 이 번호를 가진 치아를 묘사하는지 여부를 확인하는 것, 및 바람직하게는 앵귤레이션이 적합한지 확인하는 것을 수반한다.

[0275] 선택은 특히 원하는 앵귤레이션이 대략적일 때 수동일 수 있다. 예를 들어, 정면 뷰 사진, 우측 뷰 열린 입 사진, 좌측 뷰 열린 입 사진, 우측 뷰 닫힌 입 사진, 및 좌측 뷰 닫힌 입 사진을 찍는 것은 쉽다.

[0276] 업데이트된 이미지는 또한 컴퓨터에 의해 선택될 수 있다. 이미지를 획득을 위해 위에서 설명한 것과 같은 신경망이 사용될 수 있다. 치아 본체의 식별 및/또는 앵귤레이션의 결정은 또한 이미지의 종래의 분석을 사용하여 수행될 수 있지만, 그러한 분석은 느리다.

[0277] 업데이트된 이미지가 소정 앵귤레이션로 치아 본체를 묘사하고 업데이트된 이미지들의 세트가 여전히 이 앵귤레이션에 대한 추가 업데이트 이미지를 필요로 하는 경우 업데이트된 이미지가 상기 세트에 추가된다.

[0278] 업데이트된 이미지가 원하는 앵귤레이션로 치아 본체를 묘사하지만 불필요한 경우, 예를 들어 그것이 다른 업데이트된 이미지보다 치아 본체의 더 많은 표면적을 묘사하기 때문에 더 높은 품질이면 그것은 특수화된 세트에 있는 상기 다른 업데이트된 이미지를 대체할 수 있다.

[0279] **단계 c) 에서**, 단계 b)에서 형성된 업데이트된 이미지들의 세트는 단계 a)에서 훈련된 신경망에 입력된다.

[0280] 이에 대한 응답으로 신경망은 업데이트된 치아 본체와 관련된 업데이트된 공간 정보를 제공한다.

[0281] *상이한 신경망을 사용한 다중 실행*

[0282] 신경망은 바람직하게는 한정된 치아 본체, 예를 들어 결정된 번호를 갖는 치아에 특수화되고, 공간 속성은 바람직하게는 제한된 수의 변수들을 포함한다. 바람직하게는, 분석 방법은 고려된 치아 본체 및/또는 고려된 공간 속성을 매번 수정함으로써 업데이트된 순간에 여러 번 실행된다.

[0283] 이렇게 결정된 업데이트된 모든 공간 정보를 "정적 정보"라고 한다. 특수화된 신경망에 대한 의존을 증가시킴으로써, 그것은 업데이트된 환자의 치아 상황에 대한 상세한 분석이 획득되는 것을 허용한다.

[0284] 바람직한 실시형태에서, 단계 a) 에서, 수개의 특수화된 신경망이 훈련되며, 각각의 신경망은 치아 본체에 대해 특수화되고, 바람직하게는 각각의 치아 유형 또는 치아 번호에 대해 특수화된다. 바람직하게는, 단계 b)에서, 각각의 특수화된 신경망에 적합한 "특수화된" 업데이트된 이미지들의 세트들을 형성하기에 충분한 다수의 업데이트된 이미지가 획득된다.

[0285] 바람직하게는, 업데이트된 이미지는 모두 실질적으로 동시에 획득된다. 필요한 경우, 획득한 업데이트된 이미지들의 배치 (batch) 를 분석하여 그것들이 속할 수 있는 하나 이상의 특수화된 세트(들)를 식별한다.

[0286] 정적 정보가 향상될 수 있다. 예를 들어, 중심 치아가 왼쪽 치아와 오른쪽 치아 사이에 있는, 중심 치아, 왼쪽 치아 및 오른쪽 치아로 구성된 인접 치아의 삼중항 중 각각에 대해, 분석 방법은 이 치아를 지지하는 치아 아케이드에 대해 고정되는 기준 프레임에서 치아의 무게중심의 위치를 결정하기 위해 구현될 수 있다. 이 세 위치들의 세트는 정적 정보이다. 이 정적 정보를 향상시키기 위해 세 위치로부터 중앙 치아의 무게중심을 공통 원점으로 갖고 왼쪽 및 오른쪽 치아의 무게중심을 각각 통과하는 두 개의 직선 세그먼트에 의해 형성되는 각을 결정하는 것이 가능하다. 한편으로는 중앙 치아의 무게중심과 다른 한편으로는 왼쪽 치아의 무게중심 또는 오른쪽 치아의 무게중심 사이의 거리도 결정될 수 있다.

[0287] 분석 방법은 매번 고려한 공간 속성을 수정하여 여러 번 실행될 수 있다. 예를 들어, 분석 방법은 치아와 제1 인접 치아의 접촉점의 위치를 결정한 다음 치아와 제2 인접 치아와의 접촉점의 위치를 결정하도록 구현될

수 있다. 이 두 위치들을 정의하는 좌표들의 세트는 정적 정보이다.

[0288] 분석 방법은 바람직하게는 고려된 치아 본체 또는 고려된 공간 속성을 매번 수정함으로써 여러 번 실행된다. 예를 들어, 중앙 치아가 왼쪽 치아와 오른쪽 치아 사이에 있는, 중앙 치아, 왼쪽 치아 및 오른쪽 치아로 구성된 인접 치아의 삼중항이 고려되는 경우, 분석 방법이 연속적으로 구현되어, 이들 치아를 지지하는 치아 아케이드에 대한 고정된 기준 프레임에서, 왼쪽 치아의 무게중심의 위치를 결정한 다음 오른쪽 치아의 무게중심의 위치를 결정한 다음, 중앙 치아의 좌측 치아와의 접촉점의 위치를 결정한 다음, 중아 치아와 오른쪽 치아의 접촉점의 위치를 결정한다.

[0289] 이렇게 얻은 정적 정보를 향상시키기 위해 예를 들어 오른쪽 치아와 왼쪽 치아의 두 무게중심을 연결하는 직선, 및 각각 왼쪽 치아 및 오른쪽 치아와 중앙 치아의 두 접촉점을 연결하는 직선에 수직인 두 평면 사이의 각이 측정될 수 있다. 따라서 이러한 각은 오른쪽 및 왼쪽 치아에 대한 중앙 치아의 배향과 관련된 정보를 제공한다.

[0290] *정적 정보의 사용*

[0291] 정적 정보는 업데이트된 환자의 치아 상황을 평가하는 데 사용될 수 있다.

[0292] 이것은 특히 업데이트된 치아 본체가 사전 결정된 공간의 영역, 특히 예를 들어 허용 가능한 것으로 간주되는 사전 정의된 위치들의 세트를 정의하는 영역에 속하는 위치에 있는지 여부를 평가하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 이러한 영역은 치아 또는 치아의 주목할 만한 포인트 주위에 정의될 수 있으므로, 치아가 부분적으로라도 이 영역을 벗어나거나, 주목할 만한 포인트가 이 영역을 벗어나면, 치아 상황이 비정상적인 것으로 간주된다. 이러한 영역은 또한 교정 장치 또는 교정 장치의 주목할만한 포인트 주위에 정의될 수 있으므로, 교정 장치가 부분적으로라도 이 영역을 벗어나거나 주목할만한 포인트가 이 영역을 벗어나면 치아 상황이 비정상적인 것으로 간주된다.

[0293] 정적 정보는 업데이트된 치아 본체가 사전 결정된 배향들의 세트, 특히 허용되는 것으로 간주되는 배향들의 세트를 정의하는 배향들의 세트에 속하는 배향을 갖는지 여부를 평가하는 데 사용될 수 있다. 치아의 배향은 특히 치아의 주목할만한 포인트, 예를 들어 그것의 무게중심을 통과하는 두 개의 직선에 의해 형성된 각에 의해 정의될 수 있으며, 상기 직선들 중 첫 번째 직선은 바람직하게는 치아에 인접한 치아의 오른쪽에 있는 치아의 주목할만한 포인트, 예를 들어 무게 중심을 통과하고, 상기 직선들 중 두 번째 직선은 바람직하게는 치아에 인접한 치아의 왼쪽에 있는 치아의 주목할 만한 포인트, 예를 들어 무게 중심을 통과한다.

[0294] 정적 정보는 또한 업데이트된 치아 본체의 주목할만한 포인트과 상기 업데이트된 치아 본체를 지지하는 치아 아케이드의 다른 주목할만한 포인트 사이의 거리가, 예를 들어 치아의 무게 중심과 치아에 인접한 치아의 무게 중심 사이의 거리가 미리 결정된 범위의 거리들, 및 특히 허용 가능한 것으로 간주되는 거리들의 세트에 속하는지 여부를 평가하는 데 사용될 수 있다.

[0295] 일 아이템의 정적 정보에 대해 정의된 허용성의 범위 또는 영역의 제한들, 또는 "정적 제약들"은 바람직하게는 치과 치료 전문가에 의해 정의된다.

[0296] 정적 정보는 특히 업데이트된 환자의 치아 상황이 비정상으로 되었는지 여부를 결정하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 재발을 검출하기 위해, 정적 제약들은 선택적인 공차 마진으로, 교정 치료의 완료 시 치아 상황에 대응할 수 있다.

[0297] 정적 정보는 업데이트된 환자의 제2 치아 아케이드에 대한 업데이트된 환자의 제1 치아 아케이드의 위치를 결정하기 위해, 특히 수직 또는 수평 오버행의 존재, 특히 상기 오버행이 비정상인 때를 검출 및/또는 평가하기 위해 사용될 수 있다.

[0298] 교정 치료를 모니터링하기 위해, 정적 제약들은 업데이트된 순간 또는 교정 치료의 완료 시 예상되는 치아 상황에 선택적 공차 마진을 가지고 대응할 수 있다.

[0299] 임의의 치료가 없는 경우, 정적 제약들은 정상으로 간주되는 치아 상황들의 세트를 정의할 수 있다.

[0300] 일 실시형태에서, 정적 제약들은 업데이트된 환자와 독립적이며, 즉 환자 그룹의 임의의 환자에 적용 가능하다. 따라서 그것들은 표준 또는 "표준 설정"을 형성한다.

[0301] 바람직하게는, 표준은 병리학 및/또는 교정 치료의 유형 및/또는 예를 들어, 동일한 연령 클래스 및/또는 동일한 성별에 속하는 공통 특성을 공유하는 환자 그룹에 특정적이다. 표준은 특히 아케이드 모양을 결정할 수

있다.

[0302] 표준은 특히 치료 완료 시 또는 업데이트된 순간에 치아 상황을 정의할 수 있다.

[0303] 특히 정적 제약 조건이 준수되지 않는 경우, 예를 들어, 정적 정보로부터 결정된 위치, 배향 및/또는 거리가 허용되지 않는 경우, 업데이트된 환자 및/또는 치과 치료 전문가에게 알림을 보내기 위해 그들에게 메시지를 보낼 수 있다.

[0304] 정적 정보는 그래프의 형태로 제시될 수 있다.

[0305] 예를 들어, 정적 정보는 컴퓨터 스크린이나 휴대폰 스크린에 제시될 수 있다.

[0306] 예를 들어, 그래프는 미리 정의된 위치, 예를 들어 업데이트된 순간에 미리 정의된 위치와 각 치아의 위치의 일치성을 표현하는 일치성 지수에 의존하는 색상으로 치아를 나타낼 수 있다. 예를 들어 치아가 어두울수록 그것의 위치는 사전 정의된 위치에서 멀어진다.

[0307] 정적 정보는 특히 다음에 사용될 수 있다:

[0308] - 치아의 위치 또는 형상 및/또는 치아의 위치 또는 형상의 전개 및/또는 치아의 위치 또는 형상의 전개의 비율을 검출 또는 평가하는 것, 특히:

[0309] - 사전 치료 기간 동안, 즉 교정 치료에 선행하는 기간에;

[0310] - 교정 치료가 없는 경우, 특히 치아 맹출을 모니터링하거나 치아의 재발 또는 비정상적인 위치를 검출하거나 예를 들어 이갈이로 인한 치아 마모를 검출하거나 2개 또는 3 개 이상의 치아들 사이, 특히 2개의 인접한 치아 사이의 공간의 개방 또는 폐쇄를 모니터링하거나 교합의 안정성 또는 수정을 모니터링하기 위해;

[0311] - 교정 치료의 맥락에서, 특히 예정된 위치, 특히 치아의 개선된 위치로의 치아의 이동을 모니터링하거나, 치아의 맹출을 모니터링하거나, 예를 들어 치아 임플란트를 피팅하기에 적합한 공간을 생성하기 위해 2개 또는 3 개 이상의 치아들 사이, 특히 2개의 인접한 치아 사이의 공간의 개방 또는 폐쇄를 모니터링하기 위해; 및/또는

[0312] - 교정 장치의 위치 또는 모양, 특히 교정 장치의 비정상적인 위치 또는 모양, 예를 들어 링 또는 치열 교정 정렬기의 분리, 및/또는 교정 장치의 위치 또는 모양의 전개 및/또는 교정 장치의 위치 또는 모향의 전개의 비율을 검출 또는 평가하는 것, 특히 다음을 위해:

[0313] - 치열 교정의 또는 치과 의사와 약속을 잡기 위해 날짜를 최적하는 것; 및/또는

[0314] - 능동적 교정 치료의 효과성을 평가하는 것; 및/또는

[0315] - 능동적 교정 장치의 활동을 측정하는 것; 및/또는

[0316] - 수동적 교정 장치의 효과성의 손실을 측정하는 것; 및/또는

[0317] - 치과 진료; 및/또는

[0318] - 두 날짜 사이, 예를 들어 사전 치료 동안, 특히 적어도 하나의 치아의 위치 및/또는 모양을 변경했을 가능성이 있는 사건에 의해 분리된, 예를 들어 치아에 대한 충격의 발생에 의해 또는 예를 들어 수면 무호흡증을 치료하기 위해 의도된 원치 않는 효과를 생성할 수 있는 치과 장치의 사용에 의해 또는 환자의 잎 속의 이식, 특히 치주 이식, 특히 잇몸 이식의 발생에 의해 분리된 두 날짜 사이의 환자의 치아의 모양의 전개를 측정하는 것.

[0319] 전개를 평가하기 위해 정적 정보가 사용될 때, 그것은 본 발명에 따른 방법에 의존하지 않고 업데이트된 순간 이전의 순간에 정의된 상황과 비교될 수 있다. 예를 들어, 정적 정보가 치아의 위치 또는 모양의 전개를 평가하는 데 사용되는 경우, 그것은 단계 a) 내지 c)를 구현하지 않고 이 사전 정의된 치아의 위치 또는 모양과 비교될 수 있으며, 상기 위치 또는 모양은 예를 들어 치료의 시작 시 또는 치료의 중간 순간에 미리 정의된다.

[0320] *상이한 업데이트된 순간들에서의 다중 실행: 이동량*

[0321] 본 발명에 따른 분석 방법은 또한 도 3에 도시된 바와 같이 상이한 "앞의" 및 "뒤의" 업데이트된 순간에서 1회 이상 구현될 수 있다.

[0322] 앞의 업데이트된 순간에 획득된 "앞의" 업데이트된 공간 정보(또는 정적 정보)와 뒤의 업데이트된 순간에 획득된 "뒤의" 업데이트된 공간 정보(또는 각각 정적 정보)를 비교하면 이 두 개의 업데이트된 순간들 사이의 전개가 결정될 수 있다. 이 두 개의 업데이트된 순간 사이의 시간 간격으로 가져오는 이러한 전개는 이러한 전

개의 비율을 결정할 수 있다.

[0323] "이동의 양"이라는 용어는 그러한 비교로부터 직간접적으로 초래되는 정보를 말한다.

[0324] 이동의 양은 특히 2개의 업데이트된 순간 사이의 주목할만한 포인트의 이동이거나, 이 이동을 이들 2개의 업데이트된 순간 사이의 시간 간격으로 나눔으로써 이들 업데이트된 순간들 사이의 이동의 평균 비율일 수 있다.

[0325] 따라서, 본 발명은 단계 1) 내지 3) 및 선택적으로 단계 4)를 포함하는 업데이트된 환자의 치아 본체의 이동량을 결정하기 위한 방법에 관한 것이다.

[0326] **단계 1) 에서,** 본 발명에 따른 분석 방법은 업데이트된 치아 본체에 관한 앞의 공간 정보를 얻기 위해 앞의 업데이트된 순간에 구현된다.

[0327] 앞의 업데이트된 순간은 능동 또는 수동 치열 교정 장치, 예를 들어 치열 교정 정렬기, 교정 아치 또는 리테이너를 장착한 후, 예를 들어 3개월 미만, 2개월 미만, 1개월 미만, 1주 미만, 2일 미만일 수 있다.

[0328] 본 발명에 따른 분석 방법은 전술한 바와 같이 원하는 앞의 정적 정보의 함수로서 여러 번 구현될 수 있다.

[0329] **단계 2) 에서,** 본 발명에 따른 동일한 분석 방법은 뒤의 공간 정보를 얻기 위해 뒤의 업데이트된 순간에 구현된다. 따라서 뒤의 공간 정보는 앞의 순간에 구현된 분석 방법과 동일한 업데이트된 치아 본체 및 동일한 공간 속성과 관련된다.

[0330] 뒤의 업데이트된 순간은 바람직하게는 앞의 업데이트된 순간보다 2주, 1개월, 2개월 또는 6개월 초과 및/또는 5년, 3년 또는 1년 미만만큼 늦다.

[0331] 단계 2) 에서, 단계 1) 과 동일한 신경망(들)을 사용한다. 따라서 단계 a)는 필요하지 않다.

[0332] 본 발명에 따른 분석 방법이 단계 1) 에서 여러 번 구현된 경우, 단계 2) 에서도 동일하게 하여 앞의 정적 정보와 비교 가능한 뒤의 아이템의 정적 정보를 얻는다.

[0333] **단계 3) 에서**, 앞의 및 뒤의 공간 정보를 비교하여 이동량을 결정한다.

[0334] 앞의 공간 정보와 뒤의 공간 정보는 예를 들어 차이 면에서 서로 비교될 수 있는 값들이다.

[0335] 예를 들어 앞의 및 뒤의 공간 정보가 치아 아케이드에 대한 고정된 기준 프레임에서 각각 앞의 t_1 그리고 뒤의 t_2 업데이트된 순간들에서 치아의 무게 중심의 좌표들 (x_1, y_1 그리고 z_1) 및 (x_2, y_2 그리고 z_2) 로 구성되는 경우, $(x_2-x_1)^2 + (y_2-y_1)^2 + (z_2-z_1)^2$ 의 제곱근은 이 무게중심에 의해 커버되는 거리가 앞의 t_1 그리고 뒤의 t_2 업데이트된 순간들 사이에서 평가되는 것을 허용한다.

[0336] 비교 결과는 하나 이상의 값(들)로 구성될 수 있다. 예를 들어, 공간 속성이 (x'; y'; z'; x''; y''; z'') 인 상황을 고려하면, (x'; y'; z') 및 (x''; y''; z'') 는 원점이 예를 들어 이 치아를 지지하는 치아 아케이드의 중심에 있는, 예를 들어 직교 기준 프레임(Ox; Oy; Oz)과 같은 3차원 기준 프레임에서 치아의 각각 주목할만한 두 포인트 P' 및 P''의 위치이다. 앞의 및 뒤의 공간 정보를 각각 (x_1'; y_1'; z_1'; x_1''; y_1''; z_1'') 및 (x_2'; y_2'; z_2'; x_2''; y_2''; z_2'') 표시하면:

[0337] - x_1', y_1', z_1' 는 앞의 업데이트된 순간에 포인트 P'의 좌표들 x, y 및 z의 값(예: mm 단위)이다;

[0338] - x_2', y_2', z_2' 는 뒤의 업데이트된 순간에 포인트 P''의 좌표 x, y 및 z의 값(예: mm 단위)이다;

[0339] - x_1'', y_1'', z_1'' 는 앞의 업데이트된 순간에 포인트 P''의 좌표 x, y 및 z의 값(예: mm 단위)이다; 그리고

[0340] - x_2'', y_2'', z_2'' 는 뒤의 업데이트된 순간에 포인트 P'의 좌표들 x, y 및 z의 값(예: mm 단위)이다.

[0341] 그후 비교의 결과는 예를 들어 위에서 결정된 바와 같이 포인트 P' 및 포인트 P''에 의해 앞의 t_1 과 뒤의 t_2 업데이트된 순간들 사이에서 커버된 거리들로 구성될 수 있거나 (비교의 결과에 대한 두개의 값들) , 이들 두 거리의 산술 평균 (비교의 결과에 대한 하나의 값) 일 수 있다.

[0342] **단계 4) 에서,** 바람직하게는, 상기 이동의 양은 예를 들어 업데이트된 환자 및/또는 치과 치료 전문가의 개인용

컴퓨터 또는 휴대폰의 스크린 상에 존재한다.

[0343] 도 4에서와 같이 단계들 1) 과 2) 는 업데이트된 치아 본체 및/또는 분석 방법의 공간 속성을 매번 수정하여 여러 번 구현될 수 있다. 예를 들어, 그것들은 업데이트된 환자의 복수의 치아에 대해 각각 반복될 수 있다. 단계 3) 에서, 단계들 1) 과 2) 의 각 쌍에 대해 획득된 업데이트된 앞의 및 뒤의 공간 정보를 비교할 수 있다. 단계들 1) 및 2) 의 서로 다른 쌍에 대해 획득된 업데이트된 앞의 및 뒤의 공간 정보도 개선된 정보를 얻기 위해 결합될 수 있다.

[0344] "동적 정보"라는 용어는 일반적으로 앞의 업데이트된 순간 t_1 및 뒤의 t_2 업데이트된 순간에 매번, 단계들 1) 내지 3) 의, 한 번 또는 여러 번의 구현으로부터 직접 또는 간접적으로 초래되는 모든 정보를 의미한다.

[0345] *동적 정보의 사용*

[0346] 동적 정보는 업데이트된 환자의 치아 상황의 전개를 평가하는 데 사용될 수 있다.

[0347] 그것은 업데이트된 치아 본체의 주목할 만한 포인트의 병진에 의한 또는 회전에 의한 이동의 비율이 미리 정의된 비율들의 세트, 예를 들어 허용가능한 것으로 간주되는 비율들의 세트를 정의하는 값들의 범위 내에 있는지 여부를 평가하는 데 사용될 수 있다.

[0348] 동적 정보는 능동적 교정 치료의 역학이 예상되는 역학을 준수하는지, 즉 치아가 교정 치료에 따른 비율로 이동하는지 여부를 평가하는 데 사용될 수 있다.

[0349] 동적 정보에 대해 정의된 허용성 범위의 제한들, 또는 "동적 제약들"은 바람직하게는 치과 치료 전문가에 의해 정의된다.

[0350] 동적 정보는 그래프의 형태로 제시될 수 있다.

[0351] 예를 들어, 동적 정보는 컴퓨터 스크린이나 휴대폰 스크린에 제시될 수 있다.

[0352] 바람직하게는, 그래프는 앞의 업데이트된 순간 t1 및 뒤의 t2 업데이트된 순간에 매번, 단계들 1) 내지 3) 의, 한 번 또는 여러 번의 구현으로부터 직접 또는 간접적으로 초래되는 모든 정보를 요약한다.

[0353] 예를 들어, 도 8에서 치아는 예를 들어 업데이트된 환자가 받는 교정 치료의 맥락에서, 사전 정의된 비율로 각 치아의 이동 비율의 일치성을 표현하는 일치성 지수의 함수로 색상이 지정된다.

[0354] 동적 정보의 사용은 일반적으로 정적 정보의 사용보다 간단하다. 예를 들어, 공간에서 이 포인트의 위치가 비정상인지 여부를 결정하는 것보다 치아의 주목할만한 포인트가 비정상적으로 이동했는지 여부를 결정하는 것이 일반적으로 더 쉽다.

[0355] 예를 들어, 재발을 검출하기 위해 동적 제약들은 치아의 무게 중심에 대한 인가된 이동 마진에 대응할 수 있다. 교정 치료를 모니터링하기 위해 동적 응력은 두 치아가 서로 가까워지거나 멀어지는 것을 확인하기 위해 한 치아가 다른 치아에 대해 상대적으로 이동하는 과정(이들 치아 사이의 거리 감소 또는 증가) 에 대응할 수 있다. 동적 제약들은 교정 장치의 활동성을 확인하기 위해 교정 장치의 이동 비율 또는 교정 장치가 작용하는 치아의 포인트에 대한 임계값에 해당할 수도 있다.

[0356] 동적 정보는 또한 치아 또는 치아 세트의 전개를 측정하는 데 사용될 수 있다.

[0357] 동적 정보는 따라서 특히 다음을 위해 사용될 수 있다:

[0358] - 치아의 위치 또는 형상의 전개 및/또는 치아의 위치 또는 형상의 전개의 비율을 검출 또는 평가하는 것, 특히:

[0359] - 사전 치료 기간 동안, 즉 교정 치료에 선행하는 기간에;

[0360] - 교정 치료가 없는 경우, 특히 치아 맹출을 모니터링하거나 치아의 재발 또는 비정상적인 위치를 검출하거나 예를 들어 이갈이로 인한 치아 마모를 검출하거나 2개 또는 3 개 이상의 치아들 사이, 특히 2개의 인접한 치아 사이의 공간의 개방 또는 폐쇄를 모니터링하거나 교합의 안정성 또는 수정을 모니터링하기 위해;

[0361] - 교정 치료의 맥락에서, 특히 예정된 위치, 특히 치아의 개선된 위치로의 치아의 이동을 모니터링하거나, 치아의 맹출을 모니터링하거나, 예를 들어 치아 임플란트를 피팅하기에 적합한 공간을 생성하기 위해 2개 또는 3 개 이상의 치아들 사이, 특히 2개의 인접한 치아 사이의 공간의 개방 또는 폐쇄를 모니터링하기 위해; 및/또는

[0362] - 교정 장치의 위치 또는 형상의 전개 및/또는 교정 장치의 위치 또는 형상, 특히 교정 장치의 비정상적인 위치 또는 형상, 예를 들어, 링 또는 교정 장치의 분리의 전개의 비율을 검출하거나 평가하는 것, 특히 다음을 위해:

[0363] - 치열 교정의 또는 치과 의사와 약속을 잡기 위해 날짜를 최적화하는 것; 및/또는

[0364] - 능동적 교정 치료의 효과성을 평가하는 것; 및/또는

[0365] - 능동적 교정 장치의 활동을 측정하는 것; 및/또는

[0366] - 수동적 교정 장치의 효과성의 손실을 측정하는 것; 및/또는

[0367] - 치과 진료; 및/또는

[0368] - 두 날짜 사이, 예를 들어 사전 치료 동안, 특히 적어도 하나의 치아의 위치 및/또는 모양을 변경했을 가능성이 있는 사건에 의해 분리된, 예를 들어 치아에 대한 충격의 발생에 의해 또는 예를 들어 수면 무호흡증을 치료하기 위해 의도된 원치 않는 효과를 생성할 수 있는 치과 장치의 사용에 의해 또는 환자의 잎 속의 이식, 특히 치주 이식, 특히 잇몸 이식의 발생에 의해 분리된 두 날짜 사이의 환자의 치아의 모양의 전개를 측정하는 것.

[0369] 특히 동적 제약이 준수되지 않는 경우, 예를 들어, 동적 정보로부터 결정된 치아의 주목할만한 포인트의 이동의 진폭 및/또는 비율 및/또는 방향이 허용되지 않는 경우, 업데이트된 환자 및/또는 치과 치료 전문가에게 알림을 보내기 위해 그들에게 메시지를 보낼 수 있다.

[0370] 일 실시형태에서, 정적 정보 및/또는 동적 정보는 목표에 도달했는지 여부를 평가하고/하거나 업데이트된 순간에 업데이트된 환자의 치아 상황와 목표 달성 사이의 차이를 측정하기 위해 사용된다.

[0371] 목표는 바람직하게는 다음 목표 중에서 선택된다.

[0372] - 업데이트된 환자는 송곳니에 대해 클래스 1 교합을 달성한다;

[0373] - 업데이트된 환자는 어금니에 대한 클래스 1 교합을 달성한다;

[0374] - 업데이트된 환자의 앞의 섹터의 공간이 닫힌다;

[0375] - 업데이트된 환자의 발치로 인한 공간이 닫힌다;

[0376] - 업데이트된 환자는 바람직하게는 1~3 ㎜ 범위의 정상적인 수평 오버행 또는 "오버제트"를 갖는다.

[0377] - 업데이트된 환자는 바람직하게는 1~3㎜ 범위의 정상적인 수직 오버행 또는 "오버바이트"을 가진다;

[0378] - 업데이트된 환자의 상부 및 하부 아케이드의 절연간 섹터는 오프셋되지 않는다;

[0379] - 업데이트된 환자는 환자 머리의 시상 평면에 대한 하부 아케이드 및/또는 상부 아케이드의 측면 오프셋을 갖지 않는다;

[0380] - 업데이트된 환자는 하부 아케이드에 대한 상부 아케이드의 측면 오프셋이 없다;

[0381] - 업데이트된 환자가 착용한 교정 장치, 예를 들어 치열 교정 아치 및/또는 치열 교정 정렬기 및/또는 보조 장치는 수동적이며, 즉, 업데이트된 환자의 치아 위치를 더 이상 수정하지 않는다;

[0382] - 상부 및/또는 하부 아케이드의 마지막 두 검사 동안 업데이트된 환자의 치아의 이동이 없거나 제한된 이동이 검출되고, 바람직하게는 업데이트된 환자의 치아의 이동이 검출되지 않았다;

[0383] - 업데이트된 환자의 모든 유치가 빠졌다;

[0384] - 측면 개방 교합의 부재(측면 개방교합의 폐쇄);

[0385] - 뒤의 개방 교합의 부재;

[0386] - 앞의 개방 교합의 부재;

[0387] - 앞의 역관절의 부재;

[0388] - 뒤의 역관절의 부재;

[0389] - 밀집의 개선;

[0390] - 리세션들의 안정화;

[0391] - 닫힌 치극;

[0392] - 점막의 불규칙성의 부재.

[0393] **예**

[0394] 일 예에서, 고려되는 치아 본체는 결정된 유형 또는 번호를 갖는 2개의 치아들의 쌍, 예를 들어 13번 치아(오른쪽 위 송곳니) 및 인접한 14번 치아(첫 번째 오른쪽 위 소구치)이다. 공간 속성은 13번 치아의 무게중심과 14번 치아의 무게중심을 연결하는 벡터에 대한 좌표 또는 "매개변수" (X, Y, Z) 의 삼중항이다. 따라서 공간 정보는 이러한 좌표에 대한 값들의 상중항으로 형성된다.

[0395] 공간 정보는 직교 기준 프레임(Ox; Oy; Oz)에 대해 측정되며, 그 원점 O 는 고려 대상 환자의 상부 치아 아케이드 중심에 있다.

[0396] 단계 A) 에서 100,000개의 이력 기록을 포함하는 이력 학습 데이터베이스가 생성된다.

[0397] 이력 이미지는 모두 트루 컬러의 구강 외 사진으로 리트렉터 없이 촬영한 후 크로핑된 것이다.

[0398] 사진은 개인용 카메라, 일반적으로 휴대폰으로 찍은 경우가 가장 많았으며 때로는 치과 진료 전문가의 카메라로 찍은 경우도 있다. 그것들은 이력 환자로부터 다양한 거리에서 찍은 다음, 13번 치아와 14번 치아의 크기가 고려된 이력 이미지와 관계없이 실질적으로 동일하도록 크로핑되었다.

[0399] 임의의 이력 기록은 이력 환자의 13번 치아와 14번 치아를 모두 묘사하는 이력 환자의 4개의 이력 이미지들의 세트를 포함하며, 앵귤레이션들은 각각 "정면 뷰", "상단 뷰", " 우측 뷰" 및 "우측 정면 뷰" (교합 평면에서) 이다.

[0400] 이력 기록의 이력 공간 정보는 벡터(Xi, Yi, Zi)로 구성된다. 즉, 13번 치아의 무게 중심에서 Ox축을 따라 값 Xi 만큼 이동한 다음, Oy축을 따라 값 Yi 만큼 이동한 다음, Oz축을 따라 값 Zi 만큼 이동하면 14 번 치아의 무게 중심으로 이어진다. 각 기록의 이력 공간 정보는 3D 스캐너로 생성된 이력 환자의 치아 아케이드의 3차원 모델로부터 수동으로 결정된다.

[0401] 단계 B)에서 신경망 CNN, 예를 들어 GoogleNet(2015)은 이력 학습 데이터베이스로 훈련되어 훈련에 사용된 이력 이미지들의 세트와 유사한 업데이트된 이미지들의 세트에 기초하여 13 번 및 14 번 치아의 무게 중심들 사이의 벡터를 결정할 수 있다.

[0402] 단계 b)에서, 업데이트된 환자는 예를 들어, 앞의 업데이트된 순간 t_1 에 임의의 교정 치료도 예정되지 않고 리테이너를 착용하지 않은 사람으로 간주된다. 그들은 단계 b) 및 c)를 구현할 수 있는 애플리케이션을 다운로드한 휴대폰을 가지고 있다. 그들은 13번과 14번 치아의 치아 상황을 확인하고 싶어하고 이 애플리케이션을 실행한다.

[0403] 이 애플리케이션은 휴대 전화의 카메라를 활성화하고 업데이트된 환자를 안내하여 상기 "정면 뷰", "상단 뷰", "우측 뷰" 및 "우측 정면 뷰" 앵귤레이션에서 이 두 치아를 묘사하는 4개의 사진을 얻도록 한다.

[0404] 그런 다음 애플리케이션은 업데이트된 환자로부터 다양한 거리에서 촬영한 이러한 사진을 크로핑하여 13번 및 14번 치아의 크기가 업데이트된 이미지와 관계없이 실질적으로 동일하고 이력 이미지에서 이러한 치아의 크기와 실질적으로 동일하도록 한다.

[0405] 그런 다음 애플리케이션은 4개의 업데이트된 이미지를 모두 훈련된 신경망에 입력한다. 이 훈련된 신경망은 애플리케이션에 통합되거나 휴대폰에서 멀리 떨어진 컴퓨터에 있을 수 있으며, 이 경우 휴대폰은 4개의 업데이트된 이미지들을 원격 컴퓨터로 보내 그것들을 훈련된 신경망에 입력하도록 한다.

[0406] 단계 c)에서, 이러한 4개의 업데이트된 이미지들만을 기반으로, 훈련된 신경망은 바람직하게는 120초, 60초, 40초, 20초, 10초 또는 5초 이내에 업데이트된 아이템의 공간 정보를 제공한다. 업데이트된 아이템의 공간 정보는 벡터(Xa, Ya, Za)이며, 이것은 업데이트된 환자의 상부 치아 아케이드의 중심을 원점 O 로 하는 직교 기준 프레임 (Ox; Oy; Oz) 에서, 업데이트된 환자의 13번 치아의 무게중심이 14번 치아의 무게중심에 연결되는 것을 허용한다.

[0407] 벡터(Xa, Ya, Za)는 미리 정의된 정적 제약들과 비교될 수 있는 정적 정보 아이템이다. 예를 들어, |Xa| < Sx 인지 여부. 및/또는 |Ya| < Sy 인지 여부, 및/또는 |Za| < Sz 인지 여부를 확인하는 것이 가능하며, Sx, Sy 및 Sz 는 임계값들, 예를 들어 0.5㎜, 0.7㎜ 및 0.3㎜ 이다. 예를 들어 |Xa| + |Ya| + |Za| < S 인

지 여부를 확인하는 것도 가능하며, S 는 임계값이다. 예를 들어 |Xa| > Sx 이기 때문에 제약이 준수되지 않는 경우 , 업데이트된 환자에게 알리기 위해 메시지가 전송된다. 예를 들어, 치과 치료 전문가에게 연락하도록 요청하는 메시지가 휴대폰 스크린에 표시된다.

[0408] 신경망이 원격 컴퓨터에 있는 경우 컴퓨터는 업데이트된 공간 정보 및/또는 상기 메시지를 애플리케이션에 전송한다.

[0409] 업데이트된 환자는 앞의 업데이트된 순간 t_2 에, 예를 들어, 앞의 업데이트된 순간으로부터 한 달 후에 동일한 단계(애플리케이션 활성화, 사진 촬영 및 훈련된 신경망에 입력)를 수행할 수 있다.

[0410] 본 발명의 이 두 번째 구현을 위해, 애플리케이션은 뒤의 업데이트된 순간에 획득된 정적 정보, 즉 벡터 (Xa', Ya', Za') 를 앞의 업데이트된 순간에서와 같이 분석할 수 있을 뿐만 아니라, 앞쪽 업데이트된 순간에서 얻은 정적 정보, 즉 벡터(Xa, Ya, Za)와도 비교할 수 있다. 그것은 예를 들어 다음의 이동량들을 결정할 수 있다: |Xa' - Xa|, |Ya' - Ya|, |Za' - Za|, |Xa' - Xa| + |Ya' - Ya| + |Za' - Za|, |Xa' - Xa|/ (t_2-t_1), |Ya' - Ya|/ (t_2-t_1), |Za' - Za|/ (t_2-t_1), 또는 (|Xa' - Xa| + |Ya' - Ya| + |Za' - Za|)/ (t_2-t_1).

[0411] 이러한 이동량은 13번 및 14번 치아에 대한 치아 상황의 시간 경과에 따른 전개, 보다 구체적으로 14번 치아에 대한 13번 치아의 상대적 이동을 가르치는 동적 정보를 형성한다. 따라서 그것들은 정적 정보를 보완한다.

[0412] 동적 정보는 미리 정의된 동적 제약들과 비교될 수 있다. 예를 들어, |Xa' - Xa|/ (t_2-t_1) < Vx, |Ya' - Ya|/ (t_2-t_1) < Vy, |Za' - Za|/ (t_2-t_1) < Vz 인지 여부, 또는 (|Xa' - Xa| + |Ya' - Ya| + |Za' - Za|)/ (t_2-t_1) < V 인지 여부를 확인하는 것이 가능하며, Vx, Vy, Vz 및 V 는 예를 들어, 각각 0.1mm/월, 0.2mm/월, 0.1mm/월 및 0.3mm/월의 임계값들이다. 제약이 준수되지 않는 경우 , 업데이트된 환자에게 알리기 위해 메시지가 전송된다. 예를 들어, 치과 치료 전문가에게 연락하도록 요청하는 메시지가 휴대폰 스크린에 표시된다.

[0413] 신경망이 원격 컴퓨터에 있는 경우 컴퓨터는 업데이트된 공간 정보 및/또는 동적 정보의 전부 또는 일부 및/또는 상기 메시지를 애플리케이션에 전송한다.

[0414] 바람직하게는, 업데이트된 환자는 그들의 치아 아케이드의 모든 치아 쌍(치아 번호 1 및 2, 치아 번호 2 및 3 등)에 대해 전술한 동작을 구현한다. 각각의 치아 쌍에 대해, 애플리케이션은 바람직하게는 고려되는 치아 쌍에 대해 미리 정의된 상이한 앵귤레이션에서 촬영된 충분한 사진을 제공하기 위한 특수화된 절차를 구현한다. 결정된 치아 쌍에 대한 사진은 이 치아 쌍에 특수화된 신경망에 입력된다.

[0415] 일 실시형태에서, 동적 정보는 능동 치열 교정 장치의 효과성 또는 "활동성", 즉 업데이트된 순간에 치아 아케이드에 작용하는 능력을 측정하는 데 사용된다. 예를 들어, 치아의 이동 비율은 교정 장치가 계속 효과적인지 여부를 결정하고(이 비율이 예를 들어 0.1mm/월에서 임계값보다 큰 경우), 따라서 교정 장치가 반드시 변경 또는 수정되어야 하는지 여부 및/또는 치과 치료 전문가와의 약속이 필요한지 여부를 결정하기 위해 사용될 수 있다. 적절한 경우 업데이트된 환자 및/또는 치과 치료 전문가에게 기록된 또는 구두 메시지가 전송된다.

[0416] *예*

[0417] 도 6 은 본 발명에 따른 방법의 구현의 일 예를 도시한다. 날짜는 가로 좌표에 있다. 세로축은 환자의 하악 아케이드의 모든 치아에 대해 밀리미터 단위로 모든 방향으로의 이동의 누적을 제공한다.

[0418] 실선 곡선은 "실제" 전개를 나타낸다. 이 곡선을 결정하기 위해 환자의 치아 아케이드의 디지털 3차원 모델이 처음에 3D 스캐너로 생성된다. 그것은 그후 PCT/EP2015/074859에 설명된 방법을 구현하여 상이한 순간들에 관찰된 치아의 배열에 대응하도록 변형된다. 이 곡선의 각 포인트에는 몇 시간의 컴퓨터 처리가 필요하다.

[0419] 파선 곡선은 본 발명에 따라 결정된 전개를 나타낸다. 이 곡선의 각 포인트에는 몇 초의 컴퓨터 처리만 필요하다.

[0420] 매우 놀라운 방식으로 점선 곡선이 실선 곡선을 현저하게 잘 따르는 것을 볼 수 있다. 따라서 그것은 계산이 매우 빠르지만 실제 전개를 사실적으로 나타낸다.

[0421] 이제 분명한 바와 같이, 본 발명은 환자의 구강 체적에서 위치, 거리, 배향 방향 또는 배향 코스를 결정하기 위

한 솔루션을 제공한다. 이 솔루션은 빠르고 신뢰성있으며 제한된 계산 리소스만 필요하다.

[0422] 그것은 특히 몇 초 안에 구현될 수 있으며, 애플리케이션은 휴대폰에 다운로드된다.

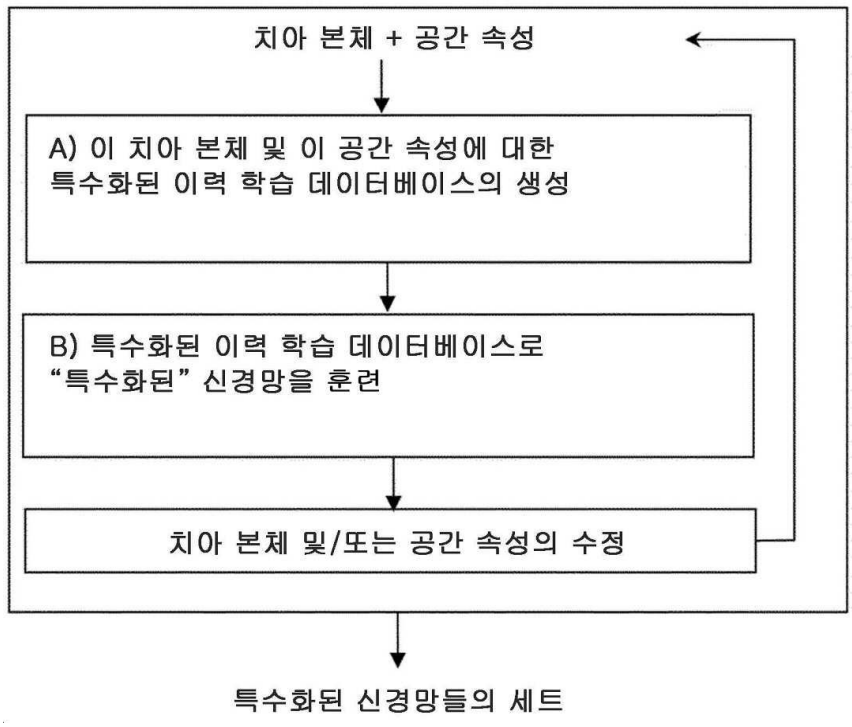
[0423] 또한 그것은 일반적으로 0.3㎜ 미만의 정밀도로 정확한 정보를 제공한다.

[0424] 마지막으로, 그것은 미리 생성된 3D 모델 없이 특별한 주의 없이 환자 자신이 휴대폰으로 찍은 간단한 구강외 사진으로 구현될 수 있다.

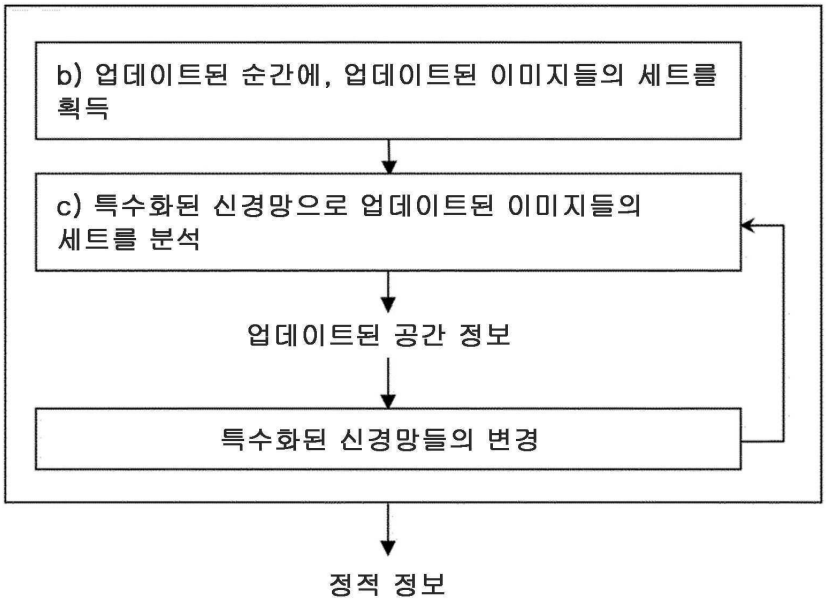
[0425] 따라서 본 발명은 능동적 또는 수동적 치열 교정 치료 동안 뿐만 아니라 교정 치료가 없는 경우에도 이전에 치과 치료 전문가를 만난 적이 없는 사람의 치아 상황을 평가할 수 있게 한다.

도면

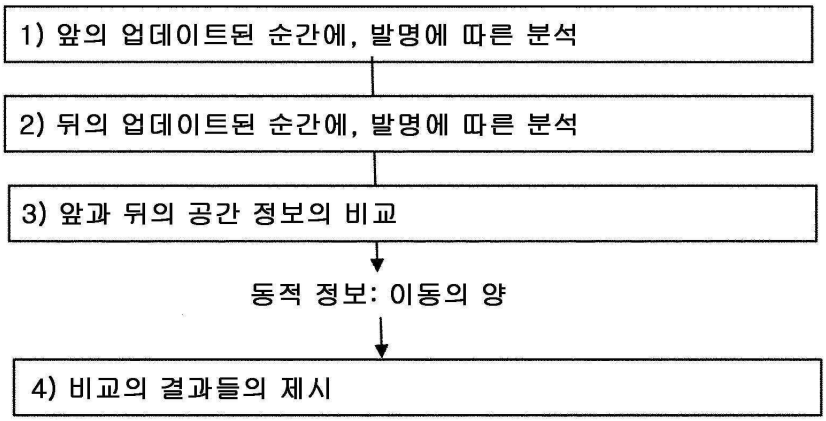
도면1



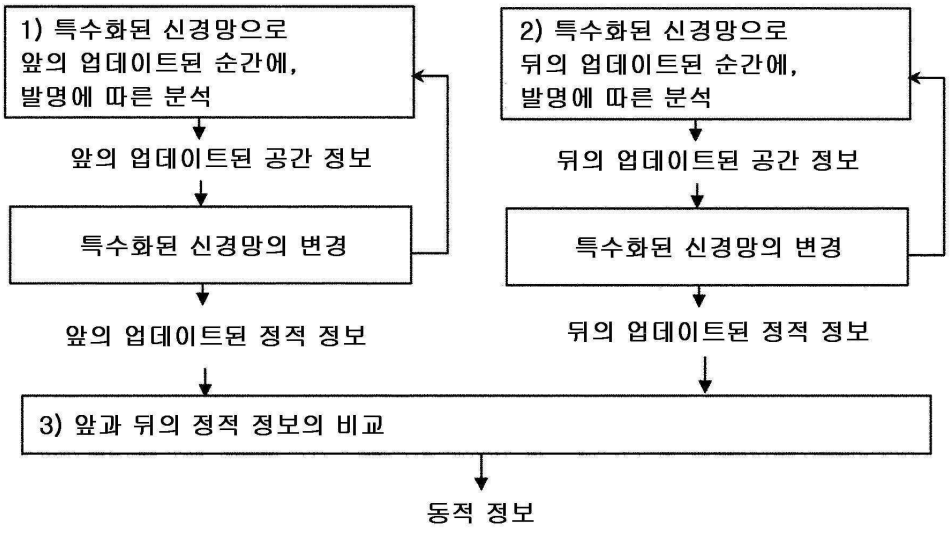
도면2


b) 업데이트된 순간에, 업데이트된 이미지들의 세트를 획득
c) 특수화된 신경망으로 업데이트된 이미지들의 세트를 분석
업데이트된 공간 정보
특수화된 신경망들의 변경
정적 정보

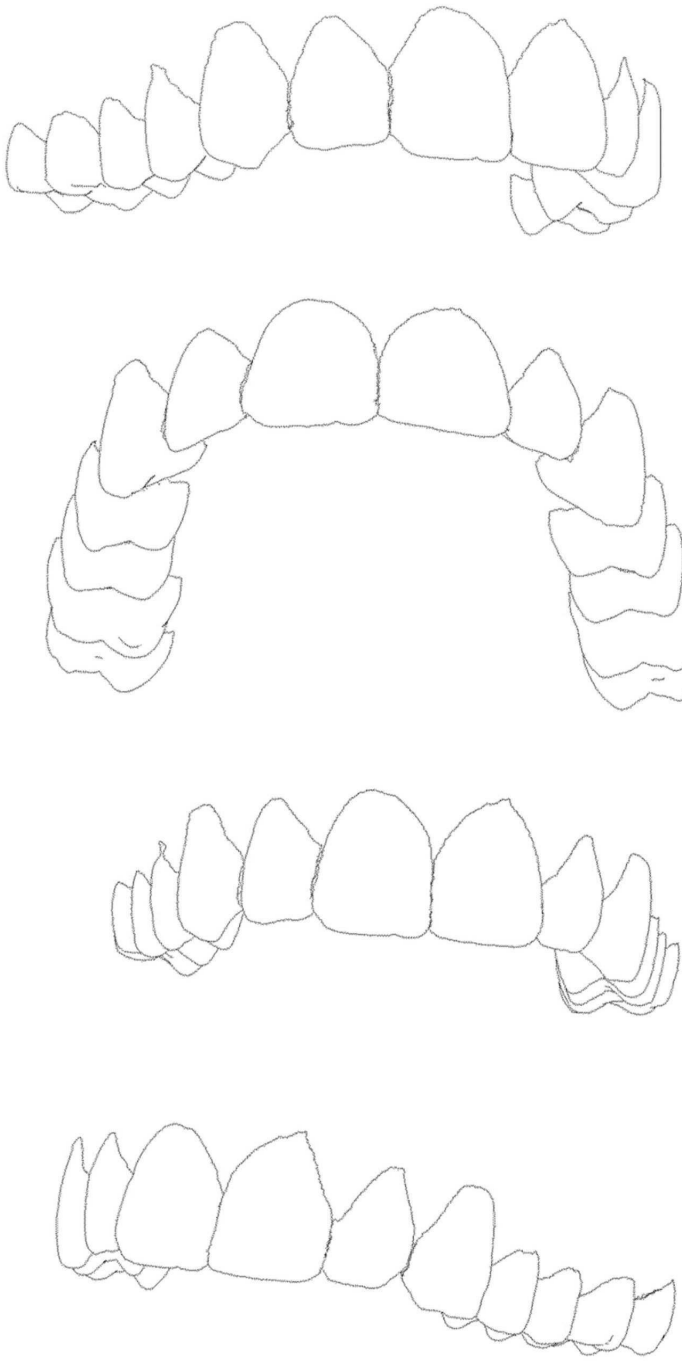
도면3


1) 앞의 업데이트된 순간에, 발명에 따른 분석
2) 뒤의 업데이트된 순간에, 발명에 따른 분석
3) 앞과 뒤의 공간 정보의 비교
동적 정보: 이동의 양
4) 비교의 결과들의 제시

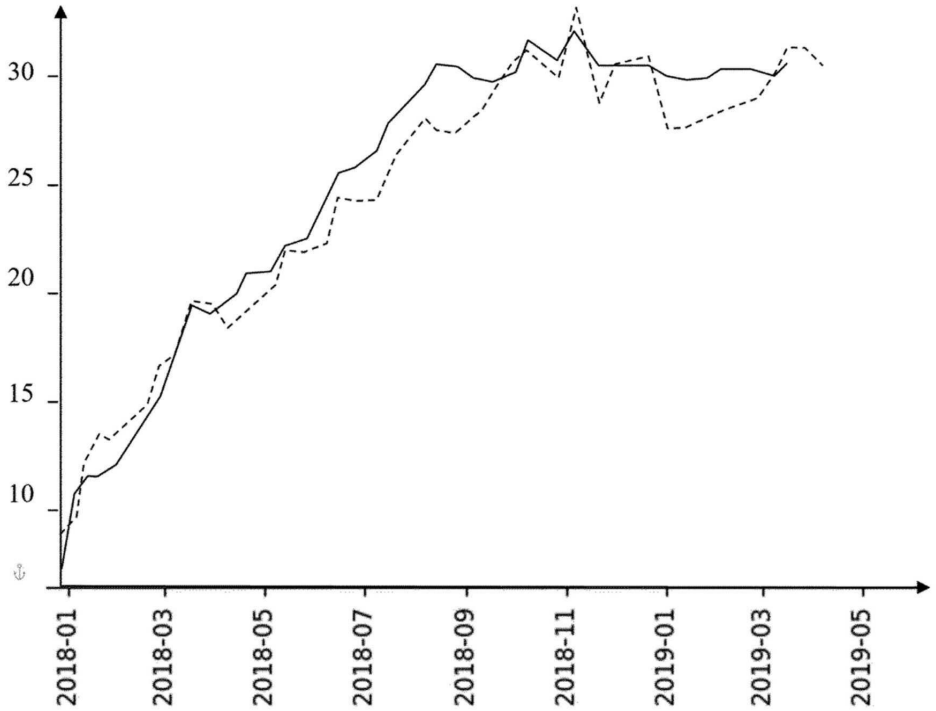
도면4


1) 특수화된 신경망으로 앞의 업데이트된 순간에, 발명에 따른 분석
2) 특수화된 신경망으로 뒤의 업데이트된 순간에, 발명에 따른 분석
앞의 업데이트된 공간 정보
뒤의 업데이트된 공간 정보
특수화된 신경망의 변경
특수화된 신경망의 변경
앞의 업데이트된 정적 정보
뒤의 업데이트된 정적 정보
3) 앞과 뒤의 정적 정보의 비교
동적 정보

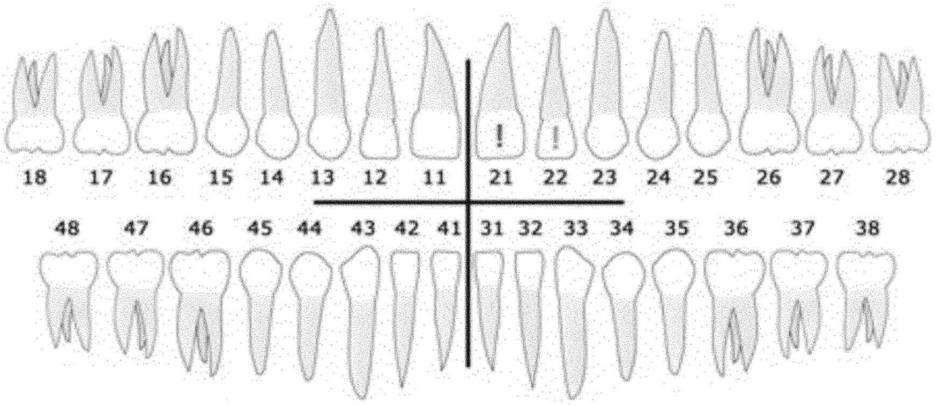
도면5



도면6


30
25
20
15
10
2018-01
2018-03
2018-05
2018-07
2018-09
2018-11
2019-01
2019-03
2019-05

도면7


18 17 16 15 14 13 12 11 21 22 23 24 25 26 27 28
48 47 46 45 44 43 42 41 31 32 33 34 35 36 37 38

도면8

