



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 884 167**

⑮ Int. Cl.:

A61C 9/00 (2006.01)

A61C 19/04 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑥ Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.02.2017 PCT/EP2017/054296**

⑦ Fecha y número de publicación internacional: **31.08.2017 WO17144647**

⑨ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.02.2017 E 17707016 (6)**

⑩ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.05.2021 EP 3419554**

⑪ Título: **Detección y seguimiento del desarrollo de una enfermedad dental**

⑩ Prioridad:

24.02.2016 DK 201670103

⑮ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

10.12.2021

⑬ Titular/es:

3SHAPE A/S (100.0%)

Holmens Kanal 7

1060 Copenhagen K, DK

⑭ Inventor/es:

**FISKER, RUNE;
BRANDT, HENRIK JOHN y
BOGDANIC, ALEN**

⑮ Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 884 167 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Detección y seguimiento del desarrollo de una enfermedad dental

5 **ANTECEDENTES****Campo de la invención**

10 Esta divulgación se refiere generalmente a métodos, interfaces de usuario, sistemas y productos de programas de ordenador para detectar y controlar el desarrollo de una enfermedad dental. En particular, la divulgación se refiere a la detección y seguimiento de tal desarrollo mediante la comparación de representaciones en 3D digitales de la dentadura del paciente registradas en diferentes puntos en el tiempo.

15 El documento US2005/0048432 divulga sistemas y métodos para emparejar modelos informáticos de dos juegos de dientes, cada uno de los cuales tiene regiones de emparejamiento correspondientes; incluye calcular una diferencia para dos juegos de formas de dientes; encontrar la posición de un juego de dientes con respecto al otro juego de dientes; calcular una diferencia de posición de los dientes correspondientes en base a las regiones coincidentes; y encontrar un camino correctivo para llevar un juego de dientes al otro juego de dientes. El documento WO20090085752 divulga métodos digitales para monitorear y evaluar las posiciones de los dientes de un paciente durante el curso del tratamiento de ortodoncia. Se proporciona un conjunto inicial de datos digitales en 3D que representan la estructura dental de un paciente mediante una radiografía de rayos X y/o una exploración intraoral. Luego, durante el curso del tratamiento, se puede proporcionar una imagen reducida que representa parte de la estructura dental usando una placa de mordida o un escaneo intraoral de baja resolución. Una imagen tridimensional (3D) de la estructura dental completa se renderiza o "reconstruye" posteriormente registrando elementos de la imagen inicial con los elementos correspondientes de la imagen reducida. Al reconstruir la estructura dental a partir de la imagen reducida, el profesional tratante puede proporcionar una imagen 3D manipulable de la estructura dental completa del paciente con fines de diagnóstico y planificación del tratamiento. Otros aspectos incluyen métodos de uso de estos datos para comparar las posiciones de los dientes reales y objetivo para evaluar el progreso del tratamiento y sugerir revisiones a la especificación de un aparato de ortodoncia.

30 **Sumario**

Se describe un método para detectar y monitorear el movimiento de los dientes de un paciente entre un primer y un segundo punto en el tiempo, como se define en la reivindicación 1.

35 La selección de las regiones correspondientes en los modelos de dientes en 3D alineados localmente ofrece la ventaja de que se puede establecer una verdadera correspondencia geométrica. Determinar el movimiento de los dientes entre diferentes puntos en el tiempo basándose en la distancia entre las regiones anatómicas correspondientes en la superficie del diente proporciona una medida más precisa que los métodos de la técnica anterior que miden la distancia entre las partes más cercanas de las superficies de los dientes que no necesariamente se relacionan con las partes anatómicamente idénticas. La distancia y el movimiento anatómicamente correctos pueden, por ejemplo, determinarse a partir de una matriz de transformación que alinea localmente el primer y segundo modelos de diente en 3D.

40 La detección del desarrollo de, por ejemplo, un movimiento dentario mediante la comparación de dos representaciones en 3D digitales adquiridas en diferentes puntos en el tiempo se puede ampliar para comparar varias representaciones en 3D digitales y controlar el desarrollo de los dientes del paciente a lo largo del tiempo. La monitorización puede implicar varias otras representaciones en 3D digitales grabadas entre, antes y/o después de la primera y segunda representaciones en 3D digitales, de modo que se grabe una serie de representaciones en 3D digitales.

45 La comparación puede ser entonces, por ejemplo, entre dos representaciones en 3D digitales adquiridas posteriormente o entre la última representación en 3D digital adquirida y la primera representación en 3D digital adquirida para el paciente. En el primer ejemplo se puede detectar el desarrollo desde la última visita a la clínica. En el segundo ejemplo, se detecta un desarrollo general desde el inicio del seguimiento. Sin embargo, en algunos casos también puede ser ventajoso permitir que el operador decida con cuál de las representaciones en 3D digitales anteriores debe compararse una representación en 3D digital determinada. En algunas realizaciones, la interfaz de usuario configurada para implementar el método divulgado proporciona que el operador puede decidir cuál de varias representaciones en 3D digitales obtenidas debe compararse.

50 Al visualizar el desarrollo de la dentadura del paciente en base a representaciones en 3D digitales registradas en dos o más visitas a la clínica, la interfaz de usuario puede configurarse para visualizar el desarrollo alineando todas las representaciones en 3D digitales y controlando la transparencia de las diferentes representaciones en 3D basadas en un indicador de línea de tiempo. La transparencia de una representación en 3D digital determinada aumenta cuando el indicador de la línea de tiempo se coloca lejos del punto correspondiente en el tiempo. En ese caso, preferiblemente solo se pueden ver una o dos representaciones en 3D digitales más cercanas para cualquier posición de indicador dada en la línea de tiempo.

Las representaciones en 3D digitales se pueden obtener utilizando diferentes técnicas de escaneo conocidas por el experto, como un escáner intraoral configurado para registrar la topografía de la dentadura del paciente, es decir, la forma de la encía y/o la forma de los dientes individuales y su disposición relativa en la boca.

- 5 En algunas realizaciones, las representaciones en 3D digitales comprenden además datos de textura, tales como datos de color y/o tono. Este puede ser el caso, por ejemplo, cuando los dientes se escanearon utilizando un escáner intraoral capaz de registrar los colores de los dientes. Esto proporciona que los cambios en el color y/o tono de los dientes se puedan detectar y monitorear. Por consiguiente, en algunas realizaciones, la detección comprende determinar un valor de color para al menos una región de interés en la primera y segunda representación en 3D digital y determinar el cambio en el valor de color entre la primera y la segunda representación en 3D digital.

10 En el contexto de la presente invención, la frase "la dentadura de un paciente" puede referirse a la encía del paciente y/o algunos o todos los dientes.

- 15 En algunas realizaciones, el método comprende la segmentación de la primera y segunda representaciones en 3D digitales. La segmentación identifica las partes de la primera y segunda representaciones en 3D digitales que corresponden a los diferentes dientes. La segmentación permite que los dientes identificados y la encía se puedan separar y tratar como modelos en 3D independientes de los dientes individuales y la encía.

- 20 En algunas realizaciones, el método comprende alinear globalmente la primera y segunda representaciones en 3D digitales. Esto es ventajoso, por ejemplo, cuando el método es para monitorear cambios en la posición de los dientes individuales, donde se puede usar una comparación directa entre las partes de los dientes de las representaciones en 3D digitales alineadas globalmente para detectar cualquier movimiento de diente a lo largo del tiempo. La alineación proporciona que se determine la correspondencia espacial entre las representaciones en 3D digitales.

- 25 En algunas realizaciones, la alineación global se basa en partes de las representaciones en 3D digitales correspondientes a partes del conjunto de dientes que probablemente no hayan cambiado/movido durante el tiempo transcurrido entre la primera y la segunda representación en 3D digital donde se registraron. Por ejemplo, las arrugas en la mandíbula superior del paciente se pueden utilizar en la alineación global de las representaciones en 3D digitales, así como los dientes que no se espera que se muevan, como los molares del paciente durante un tratamiento de ortodoncia, corrigiendo la posición de los dientes anteriores únicamente. La alineación global puede, por ejemplo, basarse en 3 puntos definidos en partes correspondientes de las representaciones en 3D digitales, en áreas seleccionadas por el operador de las representaciones en 3D digitales, o en los dientes de uno o más de los cuadrantes en la dentadura del paciente. Cuando se mueve un solo diente, por ejemplo, durante un tratamiento de ortodoncia, la alineación global también puede basarse en los dientes vecinos.

- 30 Para una serie de representaciones en 3D digitales, la alineación puede comprender alinear cada representación en 3D digital con la representación en 3D digital anterior en la serie, es decir, la representación en 3D digital anterior más cercana. En algunos casos, sin embargo, también puede ser ventajoso permitir que el operador decida con cuál de las representaciones en 3D digitales anteriores debe alinearse una representación en 3D digital determinada.

- 35 En algunas realizaciones, el método comprende alinear localmente dientes segmentados de la primera y segunda representaciones en 3D digitales. En el contexto de la presente solicitud, la frase "dientes segmentados alineados localmente" se refiere a la situación en la que uno o más de los dientes segmentados de una representación en 3D digital están alineados individualmente con los dientes correspondientes de la otra representación en 3D digital. La alineación local puede realizarse alineando los correspondientes modelos digitales en 3D de los dientes extraídos de las representaciones en 3D digitales, como, por ejemplo, alineando los modelos digitales en 3D de un diente canino extraído de las representaciones en 3D digitales. Los modelos en 3D de los dientes segmentados de la primera representación en 3D digital se alinean por tanto con los modelos en 3D correspondientes de los dientes en la segunda representación en 3D digital de un diente a otro. Es decir, la alineación es local en la escala de los dientes individuales más que en la escala global de todo el conjunto de dientes. Por tanto, las transformaciones utilizadas para alinear diferentes dientes segmentados pueden ser diferentes en contraste con una alineación global donde se aplica la misma transformación a todos los dientes y la encía.

- 40 45 50 55 60 65 55 La alineación local de los modelos en 3D de los dientes segmentados proporciona la ventaja de que los dientes correspondientes de las representaciones en 3D digitales se pueden alinear con precisión independientemente de cualquier movimiento relativo de los dientes entre la grabación de las representaciones en 3D digitales. De este modo se puede obtener una verdadera correspondencia anatómica entre los dientes de las representaciones en 3D digitales. En algunas realizaciones, seleccionar una o más regiones correspondientes en el primer y segundo modelos de diente en 3D alineados localmente comprende seleccionar la superficie completa del primer y/o segundo modelos de diente en 3D. A continuación, se determina el movimiento del diente para toda la superficie del diente, lo que proporciona una determinación robusta de la distancia movida y que, por ejemplo, un mapa de distancia puede ser un dispositivo a partir del primer y segundo modelos de diente en 3D alineado globalmente o de la primera y segunda representaciones 3D digitales alineadas globalmente. El mapa de distancias que expresa la variación de la distancia en toda la superficie del diente.

- 5 En algunas realizaciones, el método comprende seleccionar una o más regiones de interés para la dentadura del paciente. Las regiones de interés se pueden indicar, por ejemplo, en la primera representación en 3D digital y las regiones correspondientes en la segunda representación en 3D digital se pueden determinar basándose en la correspondencia espacial entre la primera y la segunda representación en 3D digital.
- 10 En algunas realizaciones, el método comprende definir uno o más puntos de observación para la dentadura del paciente y detectar cambios en el parámetro entre la primera y la segunda representaciones en 3D digitales en las porciones de estas ubicadas en el punto de observación. De manera similar a las regiones de interés, los puntos de vigilancia pueden indicarse en la primera representación en 3D digital y las partes correspondientes de la segunda representación en 3D digital pueden determinarse entonces basándose en la correspondencia espacial entre la primera y la segunda representación en 3D digital.
- 15 Las regiones de interés y/o los puntos de observación se pueden definir, por ejemplo, para partes del conjunto de dientes del paciente donde el dentista espera que se esté desarrollando alguna enfermedad dental. Por ejemplo, el dentista puede optar por definir un punto de observación en el que sospecha que los cambios de color en la superficie del diente son una indicación temprana del desarrollo de caries.
- 20 Los métodos descritos a continuación no forman parte de la invención reivindicada.
- 25 20 Se describe un método para detectar el desarrollo de una enfermedad dental para la dentadura de un paciente entre un primer y un segundo punto en el tiempo, en el que el método comprende:
- obtener una primera representación en 3D digital de los dientes registrados en el primer punto en el tiempo;
 - obtener una segunda representación en 3D digital de los dientes registrados en el segundo punto en el tiempo; y
 - comparar al menos parte de la primera y segunda representaciones en 3D digitales.
- 30 30 También se describe un método para controlar la dentadura de un paciente, en el que el método comprende:
- obtener una serie de representaciones en 3D digitales de los dientes registrados en diferentes puntos en el tiempo;
 - alinear al menos parte de las representaciones en 3D digitales;
 - comparar al menos parte de las representaciones en 3D digitales alineadas; y
 - detectar un desarrollo de al menos una enfermedad dental de los dientes en base a dicha comparación.
- 35 40 En algunos ejemplos, se detecta un cambio en un parámetro relacionado con la enfermedad dental en base a la comparación.
- 45 45 El parámetro puede relacionarse con diferentes indicaciones para la dentadura del paciente, como el color, tono, tamaño y forma de uno o más dientes, la disposición relativa de los dientes, la salud de la encía y su posición con respecto a los dientes, los contactos oclusales entre los dientes en la mandíbula superior e inferior. El parámetro o los cambios en el parámetro a lo largo del tiempo pueden proporcionar información relacionada con el desarrollo de una o más afecciones de diente para la dentadura. El cambio detectado en el parámetro visualiza y/o cuantifica entonces el desarrollo de la enfermedad dental entre el primer y segundo puntos en el tiempo, es decir, durante el transcurrido entre la grabación de la primera y segunda representaciones en 3D digitales. Por ejemplo, una reducción en el tamaño del diente puede ser causada por el desgaste de los dientes inducido por el bruxismo, de modo que siguiendo los cambios en el tamaño del diente se monitorean los daños causados por el bruxismo.
- 50 50 Cuando las representaciones en 3D digitales de la dentadura del paciente incluyen datos relacionados con la encía, se pueden determinar diferentes parámetros que expresan una enfermedad de la encía y se pueden detectar y controlar cambios en los parámetros mediante la comparación de las representaciones en 3D digitales.
- 55 55 En algunos ejemplos, la enfermedad dental se relaciona con la recesión gingival en uno o más dientes. El desarrollo de la recesión gingival puede detectarse entonces, por ejemplo, a partir de un cambio en la posición y la forma del límite gingival en uno o más dientes desde la primera a la segunda representación en 3D digital. Es decir, el parámetro puede relacionarse con la posición y/o forma del límite gingival en uno o más dientes. Por consiguiente, en algunas realizaciones, la detección comprende identificar el límite gingival para dicho uno o más dientes en la primera y segunda representación en 3D digital y determinar el cambio en la posición y/o forma del límite gingival entre la primera y segunda representación en 3D digital.
- 60 65 La parte gingival de las representaciones en 3D digitales se puede identificar mediante una segmentación del conjunto de dientes que aísla la parte gingival de las representaciones en 3D digitales de las partes de los dientes. El límite gingival también se puede determinar basándose en los datos de textura de las representaciones en 3D digitales. Los

datos de textura pueden comprender datos de color de modo que los dientes y la encía se puedan distinguir en función de sus diferentes colores.

En el contexto de la presente solicitud, la frase "límite gingival" puede referirse al margen gingival o al surco gingival en un diente.

Una recesión gingival puede ser causada por varios factores, como una retracción del margen gingival de la corona de los dientes, una extracción deliberada de la encía utilizando, por ejemplo, un láser que ajusta el perfil de la encía para proporcionar una sonrisa más estética, o una liberación gingival de la encía de la superficie de los dientes. El cambio en la forma y/o posición de la encía causado por una recesión gingival se puede cuantificar de diferentes formas.

Al monitorear el desarrollo de una enfermedad dental relacionada con la encía del paciente, puede ser ventajoso basar la alineación en las partes del diente de las representaciones en 3D digitales y comparar secciones más grandes de las representaciones en 3D digitales, incluidos los datos del diente y de una porción de la encía adyacente. Dado que la alineación se basa en los dientes segmentados, no se verá afectada por ninguna recesión gingival o movimiento dentario que se haya producido entre las grabaciones de las representaciones en 3D digitales. Por consiguiente, en algunas realizaciones, la transformación para alinear localmente los dientes segmentados se aplica a al menos una sección de las representaciones en 3D digitales que comprenden datos que expresan la forma de la encía en el diente.

El límite gingival se identifica en cada sección y la comparación utilizada para determinar el cambio en la posición y/o la forma del límite gingival se basa en la sección de la representación en 3D digital alineada según la transformación local. Cuando se alinean las secciones de las representaciones en 3D digitales, cualquier cambio en el límite gingival se hará evidente. La alineación local precisa de las representaciones en 3D digitales en la región cercana al diente permite que la posición detectada del límite gingival sea muy precisa y que la medida de la recesión gingival entre el registro de la primera y la segunda representación en 3D digital también sea muy precisa.

En algunos ejemplos, el método comprende:

- generar un primer y un segundo modelo en 3D de un diente mediante la segmentación de las partes correspondientes de la primera y segunda representaciones en 3D digitales, respectivamente;
- determinar la transformación que alinea el primer y segundo modelos de diente en 3D;
- ordenar las representaciones en 3D digitales de acuerdo con la transformación determinada;
- identificar en cada representación en 3D digital el límite gingival en el diente; y
- detectar un cambio en la posición del límite gingival comparando los límites gingivales identificados en la primera y segunda representaciones en 3D digitales dispuestas según la transformación determinada.

La correspondencia geométrica y/o la transformación entre los modelos de dientes en 3D se puede expresar, por ejemplo, en términos de una matriz de transformación para alinear localmente los dientes segmentados.

Se describe un método para detectar el desarrollo de la recesión gingival en un diente entre un primer y un segundo punto en el tiempo, en el que el método comprende:

- obtener una primera representación en 3D digital de la dentadura del paciente registrada en el primer punto en el tiempo;
- obtener una segunda representación en 3D digital de la dentadura del paciente registrada en el segundo punto en el tiempo;
- generar un primer y un segundo modelo en 3D del diente mediante la segmentación de las partes correspondientes de la primera y segunda representaciones en 3D digitales, respectivamente;
- determinar una transformación local que alinea el primer y segundo modelos de diente en 3D;
- disponer la primera y segunda representaciones en 3D digitales de acuerdo con la transformación local determinada; y
- detectar un desarrollo en la recesión gingival entre el primer y segundo puntos en el tiempo comparando los límites gingivales en la primera y segunda representaciones en 3D digitales dispuestas según la transformación local determinada.

La transformación local puede expresarse como una matriz de transformación que trae los modelos de dientes en 3D al mismo sistema de coordenadas, como una matriz de transformación que trae el primer modelo de dientes en 3D al sistema de coordenadas del segundo modelo de dientes en 3D o viceversa. Cuando las representaciones en 3D digitales también se organizan de acuerdo con la transformación local, las porciones de dientes de la primera y segunda representaciones en 3D digitales se alinean con la misma precisión que los modelos de dientes en 3D. Esto proporciona la ventaja de que un cambio en la posición o forma del límite gingival se puede inferir de manera fácil y precisa comparando las representaciones en 3D digitales alineadas.

En algunos ejemplos, solo las secciones o regiones de interés de las representaciones en 3D digitales se alinean de

acuerdo con la transformación. Las secciones que incluyen datos para al menos parte del límite gingival y la detección de la recesión gingival se basan entonces al menos en parte en estas secciones o regiones de interés. El uso de solo una sección de las representaciones en 3D digitales tiene la ventaja de que se requiere menos potencia de ordenador para las diferentes operaciones.

5 Este enfoque también se puede utilizar cuando el parámetro se relaciona con el color o la forma de la encía, donde establece que se comparan las porciones correctas de la encía.

10 Hay otras formas de cuantificar la recesión gingival. Por ejemplo, la distancia desde el borde incisal/superficie oclusal de un diente hasta el límite gingival se puede medir en diferentes posiciones de la superficie del diente y la distancia máxima proporciona una medida de la posición del límite gingival. El desarrollo de la recesión gingival a lo largo del tiempo se puede cuantificar detectando el cambio en la distancia máxima entre la primera y la segunda representación en 3D digital. Suponiendo una pequeña reducción en la altura de los dientes (que podría ser el resultado del bruxismo), los cambios en la distancia estarán dominados por la recesión de la encía. El ecuador del diente, es decir, la línea donde el diente tiene su circunferencia más grande, también se puede utilizar en lugar del borde incisal para eliminar cualquier incertidumbre inducida por bruxismo.

15 En algunos ejemplos, las diferentes regiones de la encía se identifican y se correlacionan con los dientes correspondientes.

20 En algunos ejemplos, detectar el cambio en el área de las superficies labial/bucal de los dientes que está limitada por el límite gingival. Es decir, en algunas realizaciones, detectar el cambio en el límite gingival comprende determinar las áreas labial/bucal de los dientes en la primera y segunda representaciones en 3D digitales y comparar estas áreas. Un aumento en el área de la primera a la segunda representación en 3D digital indica entonces una recesión de la encía.

25 En algunos ejemplos, detectar el cambio en el límite gingival comprende determinar el área y/o volumen de la encía en una región de interés en el límite gingival para la primera y segunda representaciones en 3D digitales y comparar las áreas y/o volúmenes determinados. Se puede utilizar una disminución en el área y/o volumen en la región de interés para cuantificar y monitorear la recesión gingival.

30 En algunos ejemplos, el parámetro se relaciona con la textura de la encía, como el color de la encía. La detección del cambio en el color gingival puede comprender entonces determinar un valor de color para al menos una región de interés en la parte gingival de la primera y segunda representación en 3D digital y determinar la diferencia en los valores de color determinados para la primera y segunda representación en 3D digital.

35 Cuando se determina en la encía, un cambio en el color de la encía puede ser causado por una enfermedad dental como inflamación, cáncer o un estiramiento de la encía que hace que la encía sea más blanca.

40 En algunos ejemplos, la enfermedad dental hace que cambie la forma de la encía en el hueso alveolar. La detección del cambio puede comprender entonces determinar el perfil gingival en el hueso alveolar en la primera y segunda representación en 3D digital y determinar el cambio en el perfil. La comparación de los perfiles gingivales puede basarse en una alineación de los perfiles gingivales de modo que se puedan identificar variaciones a mayor escala. Cuando se determina la altura de la encía en el hueso alveolar, medida, por ejemplo, en relación con la superficie del diente correspondiente, para cada representación en 3D digital, esta medida también se puede utilizar para detectar un desarrollo.

45 La suavidad de la encía también se puede comparar para las dos representaciones en 3D digitales y utilizar para detectar el desarrollo de una enfermedad dental.

50 En algunos ejemplos, la enfermedad dental se refiere a la salud de la encía de un paciente en una región en la que se ha dispuesto un implante en el hueso de la mandíbula del paciente. A continuación, el método se puede utilizar para controlar la cicatrización de la encía durante la osteointegración, donde a menudo se coloca un pilar de cicatrización en el implante. La encía debe adherirse preferiblemente a los lados del pilar de cicatrización para que se le dé forma de acuerdo con el pilar de cicatrización una vez que se complete la osteointegración. Si la encía se retrae durante la osteointegración, se debe dar una alarma, ya que es una señal de que la encía no está cicatrizando bien.

55 En algunos ejemplos, la enfermedad dental se refiere a la disposición de un implante en el hueso de la mandíbula del paciente. A continuación, el método puede usarse para controlar cualquier cambio en la posición y orientación del implante en relación con el hueso de la mandíbula del paciente y los dientes existentes en la boca del paciente durante la osteointegración del implante en el hueso.

60 A menudo se coloca un pilar de cicatrización en el implante mientras el implante se integra en el hueso de la mandíbula. El pilar de cicatrización se fija firmemente al implante durante la osteointegración de modo que cualquier cambio en la posición y orientación del implante con respecto, por ejemplo, a los dientes vecinos dará como resultado un cambio correspondiente en la posición y orientación del pilar de cicatrización. Al alinear un modelo CAD del pilar de

cicatrización con la representación en 3D digital, se puede determinar la orientación y la posición del pilar de cicatrización para cada representación en 3D digital. Cuando se conoce la orientación y posición del pilar de cicatrización, la orientación y la posición del implante se pueden derivar, por ejemplo, basándose en un código en el pilar de cicatrización que proporciona información relacionada, por ejemplo, con el tamaño y la forma del pilar de cicatrización. La comparación de la orientación y la posición del implante para las representaciones en 3D digitales registradas en diferentes momentos permite detectar cambios en la orientación y la posición durante la osteointegración. Esto proporciona la ventaja de que se puede controlar la osteointegración y, por ejemplo, se puede activar una alarma si la orientación y la posición del implante cambian demasiado durante la osteointegración. En algunos casos, el pilar y la corona del implante se diseñan cuando se planifica la posición del implante. En tales casos, también es importante controlar el cambio en la orientación y la posición del implante, ya que puede ser necesario un rediseño del pilar y la corona.

En algunos ejemplos, el parámetro se relaciona con la forma y el tamaño de al menos un diente. El desarrollo expresado por un cambio en el parámetro puede ser el de una reducción gradual del tamaño o la forma en la superficie oclusal de al menos un diente. Esto se puede usar, por ejemplo, cuando se controlan los dientes del paciente en busca de daños en la superficie oclusal de uno o más cambios de diente debido, por ejemplo, a daños inducidos por ácido o bruxismo cuando el paciente rechina los dientes.

En algunos ejemplos, la detección se basa en comparar los dientes segmentados localmente alineados de la primera y segunda representaciones en 3D digitales, es decir, los modelos de dientes en 3D alineados obtenidos por la segmentación de los dientes de la primera y segunda representaciones en 3D digitales se comparan para determinar si el tamaño o la forma de al menos un diente ha cambiado. La comparación de los modelos de dientes en 3D alineados individualmente tiene la ventaja de que cualquier movimiento del diente entre la grabación de la primera y la segunda representación en 3D digital no interferirá con la medición del cambio en el tamaño y/o la forma del diente.

Se describe un método para detectar el desarrollo de desgaste de diente causado, por ejemplo, por bruxismo o daños por ácido entre un primer y un segundo punto en el tiempo, en el que el método comprende:

- obtener una primera representación en 3D digital de los dientes registrados en el primer punto en el tiempo;
- obtener una segunda representación en 3D digital de los dientes registrados en el segundo punto en el tiempo;
- segmentar la primera y segunda representaciones en 3D digitales generando un primer y un segundo modelo de diente en 3D para al menos un diente a partir de la primera y segunda representación en 3D digital, respectivamente;
- alineación local del primer y segundo modelos de diente en 3D;
- comparar el primer y segundo modelos de diente en 3D alineados localmente; y
- detectar en base a la comparación un cambio en el tamaño y/o forma del diente.

En algunos ejemplos, el método comprende correlacionar un cambio detectado en el tamaño del diente con un valor umbral relacionado con una profundidad esperada del esmalte del paciente. Cuando el cambio detectado, por ejemplo, la reducción de la altura del diente está por encima del valor umbral, se puede dar una alarma advirtiendo al operador que el paciente está cerca de perder esmalte en la región del diente donde se excede el valor umbral. Un cambio detectado en la forma del diente en la superficie oclusal también puede correlacionarse con un valor umbral y una alarma dada cuando, por ejemplo, la estructura en la superficie oclusal ha disminuido significativamente.

Cuando las representaciones en 3D digitales comprenden datos que expresan el color y/o el tono de los dientes, los cambios en el color y/o el tono de los dientes se pueden detectar y controlar a lo largo del tiempo. Por consiguiente, en algunas realizaciones, el parámetro se refiere al color y/o tono de al menos un diente y el desarrollo de la enfermedad dental se detecta basándose en un cambio en el color y/o tono del diente. A continuación, se puede realizar un seguimiento de los cambios en el color o el color de los dientes a lo largo del tiempo comparando representaciones en 3D digitales registradas con el tiempo. Esto proporciona la ventaja de que se puede proporcionar una medida precisa de los cambios de color o tono en contraste con la situación en la que el dentista intenta recordar cómo era el color y el tono del diente en la última visita.

En algunos ejemplos, la detección comprende seleccionar una región de interés y registrar un cambio en el valor de color y/o tono entre la primera y la segunda representación en 3D digital para la región de interés. Esto es, por ejemplo, ventajoso cuando el dentista ha identificado una región de interés en los dientes del paciente donde desea evaluar y/o controlar los cambios en el color o el tono de los dientes. En algunas realizaciones, el cambio detectado en el valor de color o tono se correlaciona con un cambio esperado en el color o tono en respuesta al desarrollo de caries. Se sabe que el color de una región donde se desarrolla la caries cambia a un tono más blanco antes de volverse más marrón. Esto proporciona la ventaja de que el dentista puede evaluar o controlar fácilmente si se está desarrollando caries en esa región en particular.

En algunos ejemplos, la detección comprende determinar el área de una región de un diente que tiene un color o tono diferente de las partes restantes del diente y registrar a en el área desde la primera a la segunda representación en

3D digital.

En algunos ejemplos, el cambio detectado en el área se correlaciona con un cambio esperado en respuesta al desarrollo de caries, es decir, un aumento esperado en el área con el tiempo a medida que crece la región de caries.

5 Cuando se utilizan cambios en el color/tono del diente o en el área de una región sospechosa para detectar el desarrollo de caries, se puede enviar una señal de alarma al operador cuando el cambio alcanza un valor umbral. Para una detección basada en color, esto puede ser, por ejemplo, cuando la mancha mientras comienza a cambiar de color a marrón.

10 En algunos ejemplos, la detección comprende determinar un mapa de diferencia de color de tono para la primera y segunda representaciones en 3D digitales comparando los datos de tono o los datos de color de las dos representaciones en 3D digitales. Esto permite que cualquier cambio de color en las diferentes partes de los dientes pueda visualizarse fácilmente, por ejemplo, mostrando el mapa de diferencias en una pantalla.

15 En algunos ejemplos, el método se usa para monitorear los cambios generales en el color de los dientes de un paciente a lo largo del tiempo, como para monitorear el oscurecimiento de los dientes después de un blanqueamiento. El método también se puede usar para detectar el resultado de un tratamiento de blanqueamiento detectando cuántos escalones en la escalera de sombra ha dado como resultado el tratamiento de blanqueo.

20 En algunos ejemplos, el parámetro de enfermedad dental se refiere a la posición y/o área de uno o más puntos de contacto antagonistas sobre las superficies de los dientes. Cuando el paciente muerde, los dientes opuestos de la mandíbula superior e inferior entran en contacto entre sí, por ejemplo, en las superficies oclusales de los molares. La distribución y el tamaño de los puntos de contacto pueden cambiar con el tiempo, por ejemplo, debido al desgaste de las superficies oclusales inducido por bruxismo o en respuesta a un cambio gradual en el movimiento de la mandíbula del paciente en una mordedura. Cuando hay un cambio en la función de mordida del paciente, el área de un punto de contacto puede disminuir y, en casos severos, el punto de contacto puede eventualmente desaparecer. Si esto se detecta a su debido tiempo, se puede iniciar un tratamiento a su debido tiempo para evitar problemas en la función de la mordida. Por consiguiente, en algunas realizaciones, el cambio derivado se refiere a cambios en la posición o área de uno o más de los puntos de contacto del antagonista.

30 Este cambio derivado en el área puede correlacionarse con un área mínima, mientras que el desplazamiento de un punto de contacto en la superficie oclusal puede correlacionarse con un desplazamiento máximo. Cuando se alcanza cualquiera de los umbrales (es decir, el área mínima o el desplazamiento máximo), se deben tomar medidas y se emite una alarma.

35 Se describe un método para detectar el desgaste de los dientes o el cambio en la función de mordida del paciente entre un primer y un segundo punto en el tiempo, en el que el método comprende:

- 40
- obtener una primera representación en 3D digital de los dientes registrados en el primer punto en el tiempo;
 - obtener una segunda representación en 3D digital de los dientes registrados en el segundo punto en el tiempo;
 - segmentación de los dientes en la primera y segunda representaciones en 3D digitales;
 - alineación local de los dientes segmentados;
- 45
- detectar uno o más puntos de contacto antagonistas para al menos uno de los dientes segmentados;
 - comparar la posición y/o áreas de los puntos de contacto para la primera y segunda representaciones en 3D digitales; y
 - detección basada en la comparación del desgaste de los dientes y/o cambios en la función de mordida del paciente.

50 En algunos ejemplos, el método comprende generar un gráfico que muestra el cambio derivado del parámetro a lo largo del tiempo. El gráfico puede representar, por ejemplo, el cambio en el tamaño del diente en respuesta al bruxismo, los cambios en la posición del límite gingival en respuesta a la retracción gingival, el cambio en los valores de color/tono de los dientes o encía, etc. a lo largo del tiempo.

55 La presente invención se refiere a diferentes aspectos que incluyen el método, el sistema, la interfaz de usuario y el producto de programa de ordenador descritos anteriormente y a continuación, y los métodos, sistemas, interfaces de usuario y producto de programa de ordenador correspondientes, cada uno de los cuales proporciona uno o más de los beneficios y ventajas descritas en relación con el primer aspecto mencionado, y cada una de las cuales tiene una o más realizaciones correspondientes a las realizaciones descritas en relación con el primer aspecto mencionado y/o descritas en las reivindicaciones adjuntas.

60 Se describe una interfaz de usuario para derivar, evaluar, monitorear o visualizar un cambio en una enfermedad de la dentadura de un paciente, donde la interfaz de usuario está configurada para:

- obtener una primera representación en 3D digital de los dientes registrada en un primer punto en el tiempo;
- obtener una segunda representación en 3D digital de los dientes registrada en un segundo punto en el tiempo;
- comparar al menos partes de la primera y segunda representaciones en 3D digitales; y
- detectar en base a la comparación un cambio en un parámetro relacionado con la enfermedad dental.

5 Además, la invención se refiere a un producto de programa de ordenador que comprende medios de código de programa para hacer que un sistema de procesamiento de datos realice el método según cualquiera de las realizaciones cuando dichos medios de código de programa se ejecutan en el sistema de procesamiento de datos.

10 Se describe un medio legible por ordenador no transitorio codificado con un producto de programa de ordenador que proporciona una interfaz gráfica de usuario para derivar, evaluar, monitorear o visualizar un cambio en una enfermedad de la dentadura de un paciente mediante un método que comprende:

- obtener una primera representación en 3D digital de los dientes registrada en un primer punto en el tiempo;
- obtener una segunda representación en 3D digital de los dientes registrada en un segundo punto en el tiempo;
- comparar al menos partes de la primera y segunda representaciones en 3D digitales; y
- detectar en base a la comparación un cambio en un parámetro relacionado con la enfermedad dental.

20 Se describe un producto de programa de ordenador para derivar, evaluar, monitorear o visualizar un cambio en una enfermedad de la dentadura de un paciente, en el que el producto de programa de ordenador está configurado para:

- obtener una primera representación en 3D digital de los dientes registrada en un primer punto en el tiempo;
- obtener una segunda representación en 3D digital de los dientes registrada en un segundo punto en el tiempo;
- comparar al menos partes de la primera y segunda representaciones en 3D digitales; y
- detectar en base a la comparación un cambio en un parámetro relacionado con la enfermedad dental.

25 Se divulga un sistema para derivar, evaluar, monitorear o visualizar un cambio en una enfermedad de la dentadura de un paciente, donde el sistema comprende una unidad de procesamiento de datos y un medio legible por ordenador no transitorio codificado con un producto de programa de ordenador que proporciona una herramienta digital para derivar, evaluar, monitorear o visualizar el cambio mediante un método que comprende:

- obtener una primera representación en 3D digital de los dientes registrada en un primer punto en el tiempo;
- obtener una segunda representación en 3D digital de los dientes registrada en un segundo punto en el tiempo;
- comparar al menos partes de la primera y segunda representaciones en 3D digitales; y
- detectar en base a la comparación un cambio en un parámetro relacionado con la enfermedad dental.

30 Se divulga un sistema para derivar, evaluar, monitorear o visualizar un cambio en una enfermedad de la dentadura de un paciente, donde el sistema comprende una unidad de procesamiento de datos y un medio legible por ordenador no transitorio codificado con un producto de programa de ordenador que proporciona una herramienta digital para derivar, evaluar, monitorear o visualizar el cambio mediante un método que comprende:

35 Se divulga un sistema para derivar, evaluar, monitorear o visualizar un cambio en una enfermedad de la dentadura de un paciente, donde el sistema comprende una unidad de procesamiento de datos y un medio legible por ordenador no transitorio codificado con un producto de programa de ordenador que proporciona una herramienta digital para derivar, evaluar, monitorear o visualizar el cambio, donde el sistema está configurado para cargar una primera representación en 3D digital de los dientes registrados en un primer punto en el tiempo y una segunda representación en 3D digital de los dientes registrados en un segundo punto en el tiempo en el medio legible por ordenador, y donde el producto de programa de ordenador está configurado para comparar al menos partes de la primera y segunda representaciones en 3D digitales y detectar en base a la comparación un cambio en un parámetro relacionado con la enfermedad dental

40 cuando el código de programa del producto de programa de ordenador se ejecutan en la unidad de procesamiento de datos.

Breve descripción de los dibujos

45 50 Los objetos, características y ventajas anteriores y/o adicionales de la presente invención se aclararán adicionalmente mediante la siguiente descripción detallada ilustrativa y no limitativa de las realizaciones de la presente invención, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

55 La figura 1 muestra un flujo de trabajo para una realización.

La figura 2 muestra un conjunto de dientes y la segmentación de un diente.

La figura 3 ilustra una realización para detectar la retracción gingival.

La figura 4 ilustra cómo se puede realizar una medición anatómicamente correcta del movimiento de los dientes.

La figura 5 muestra un esquema de un sistema.

Descripción detallada

60 En la siguiente descripción, se hace referencia a las figuras adjuntas, que muestran a modo de ilustración cómo se puede poner en práctica la invención.

La figura 1 muestra un flujo de trabajo para una realización del método para detectar el desarrollo de una enfermedad dental para la dentadura de un paciente entre un primer y un segundo punto en el tiempo. El flujo de trabajo 100 incluye las etapas 102, 103 para obtener una primera y una segunda representación en 3D digital del conjunto de dientes del paciente. Las representaciones en 3D digitales se pueden registrar utilizando un escáner intraoral, como el escáner intraoral TRIOS 3 de 3shape A/S, que puede registrar tanto la topografía como el color del conjunto de dientes del paciente. Las representaciones en 3D digitales grabadas luego expresan tanto la geometría como los colores de los dientes escaneados en el primer y segundo puntos en el tiempo. La calibración del color del escáner con regularidad o justo antes del escaneo proporciona que los colores medidos sean verdaderos y que el color registrado en una visita al dentista se pueda comparar con los colores medidos en otra visita.

En la etapa 104, la primera y segunda representaciones en 3D digitales se alinean globalmente usando, por ejemplo, una alineación de 3 puntos donde se marcan 3 regiones correspondientes en la primera y segunda representaciones en 3D digitales. Las representaciones en 3D digitales alineadas se pueden visualizar en la misma interfaz de usuario y las comparaciones entre formas y tamaños de dientes pueden simplificarse. La alineación global de las representaciones en 3D digitales se puede realizar utilizando un algoritmo implementado por ordenador, como un algoritmo de punto más cercano iterativo (ICP), empleado para minimizar la diferencia entre las representaciones en 3D digitales.

En la etapa 105, la primera y segunda representaciones en 3D digitales alineadas se comparan, por ejemplo, calculando un mapa de diferencias que muestra la distancia entre las representaciones en 3D digitales en las diferentes partes de los dientes de los dientes. Este mapa de diferencias se puede utilizar, por ejemplo, para controlar el movimiento de los dientes durante un tratamiento de ortodoncia. Basándose en la comparación, puede detectarse un cambio en un parámetro relacionado con la enfermedad dental en la etapa 106 y el cambio en el parámetro puede correlacionarse con el desarrollo de una enfermedad dental en la etapa 107.

Cuando la enfermedad dental corresponde a caries y el desarrollo de la caries se monitorea usando el cambio en el color del diente de blanco a marrón en la región infectada, la alineación global y la comparación de las representaciones en 3D digitales proporcionan que se pueda detectar un cambio en el color del diente a un color más pardusco en una región de los dientes y el operador puede visualizar la región. El cambio de color puede medirse utilizando valores de color de, por ejemplo, el sistema RGB y puede correlacionarse con el conocimiento de los cambios habituales en los colores de los dientes durante el desarrollo de caries.

La figura 2 muestra una representación en 3D digital de un conjunto de dientes y la segmentación de la representación en 3D digital para crear un modelo en 3D de un diente. La representación en 3D digital 230 tiene datos de topografía para cuatro dientes anteriores 2311, 2312, 2313, 2314 y para una porción de la encía correspondiente con el límite gingival 232 como se indica en la figura 2A. La segmentación de la representación en 3D digital proporciona un modelo de diente en 3D 233 que tiene la forma de la parte correspondiente del diente de la representación en 3D digital 2312 y está delimitado por el límite gingival 232. En la figura 2B, el modelo de diente en 3D 233 todavía está dispuesto junto con las otras partes de la representación en 3D digital de acuerdo con la disposición del diente en la representación en 3D digital.

La figura 3 ilustra un ejemplo para detectar la retracción gingival en el incisivo central izquierdo 3313 del paciente. Este diente está segmentado tanto en la primera representación 340 como en la segunda 341 digital en 3D del conjunto de dientes que muestra los dos incisivos centrales en la mandíbula inferior y el límite gingival 332 como se ve en las figuras 3A y 3B. El cambio en la posición del límite gingival es tan pequeño que cuando las dos representaciones en 3D digitales se ven por separado, el cambio es apenas visible. Se selecciona una sección que tiene datos topográficos relacionados tanto con la superficie del diente como con la encía y las dos secciones se alinean localmente basándose en los datos topográficos del diente. La alineación local se puede realizar utilizando un algoritmo iterativo del punto más cercano. Todos los datos de las secciones se alinean de acuerdo con esta transformación local como se ve en la figura 3C y la retracción gingival desde el límite 3321 en la primera representación en 3D digital hasta el límite 3322 en la segunda representación en 3D digital se vuelve claramente visible. La retracción gingival ahora se puede medir como la distancia entre los dos límites.

La figura 4A muestra secciones transversales de un primer modelo de diente en 3D 451 y un segundo modelo de diente en 3D 451 segmentados de una primera y una segunda representación en 3D digital, respectivamente. La primera representación en 3D digital puede representar, por ejemplo, los dientes del paciente al inicio de un tratamiento de ortodoncia y la segunda representación en 3D digital en algún punto durante el tratamiento. Se determina una transformación T que alinea el primer modelo de diente en 3D con el segundo modelo de diente en 3D y se aplica al primer modelo de diente en 3D para proporcionar que los dos modelos de diente estén alineados localmente como se ilustra en la figura 4B. En la figura 4C se seleccionan tres porciones 4551, 4561 y 4571 en el primer modelo de diente en 3D 451. Dado que el primer y segundo modelos de diente en 3D están alineados localmente, las porciones anatómicamente correspondientes 4552, 4562 y 4572 pueden identificarse fácil y precisamente en el segundo modelo de diente en 3D 451. En la figura 4D, las porciones 4551, 4561 y 4571 están marcadas en porciones correspondientes de la primera representación en 3D digital 460 y las porciones 4552, 4562 y 4572 están marcadas en las porciones correspondientes de la segunda representación en 3D digital 461. La primera y segunda representaciones en 3D

digitales están alineadas globalmente basándose, por ejemplo, en los otros dientes del mismo cuadrante o del mismo arco. A continuación, se puede determinar la distancia anatómica correcta entre las regiones marcadas y, basándose en estas distancias, se puede derivar una medida del movimiento del diente entre el primer y el segundo punto en el tiempo.

- 5 En resumen, el flujo de trabajo que se describe aquí tiene las siguientes etapas:
- seleccionar una o más regiones correspondientes en los dientes segmentados localmente alineados,
 - alinear globalmente la primera y segunda representaciones en 3D digitales;
 - 10 • identificar las regiones correspondientes seleccionadas en la primera y segunda representaciones en 3D digitales alineadas globalmente
 - derivar las distancias entre las regiones correspondientes seleccionadas en la primera y segunda representaciones en 3D digitales alineadas globalmente
 - 15 • determinar el movimiento del diente en función de las distancias derivadas en un producto de programa de ordenador configurado para implementar el método, un operador o el producto de programa de ordenador pueden seleccionar porciones en el primer modelo de diente en 3D cuando este está configurado para detectar porciones apropiadas, como porciones características en la cúspide. La porción seleccionada también puede ser toda la superficie del diente, de modo que se derive un mapa de distancias que muestre el movimiento de toda la superficie.

20 También se pueden utilizar otros flujos de trabajo para medir la distancia, como:

- seleccionar una o más regiones correspondientes en los dientes segmentados localmente alineados,
- organizar el primer y segundo modelos de dientes en 3D de acuerdo con la alineación global;
- 25 • derivar las distancias entre las regiones correspondientes seleccionadas en la alineación global del primer y segundo modelos de diente en 3D;
- determinar el movimiento del diente en función de las distancias derivadas

30 La figura 5 muestra un esquema de un sistema según un ejemplo. El sistema 570 tiene un dispositivo informático 571 con una unidad de procesamiento de datos en forma de microprocesador 572 y un medio legible por ordenador no transitorio 573 codificado con un producto de programa de ordenador que proporciona una herramienta digital para determinar el movimiento de los dientes, por ejemplo, durante un tratamiento de ortodoncia. El sistema tiene además una unidad de presentación visual 576, un teclado de ordenador 574 y un ratón de ordenador 575 para ingresar datos y activar botones virtuales de una interfaz de usuario visualizada en la unidad de presentación visual 576. La unidad de presentación visual 576 puede ser, por ejemplo, una pantalla de ordenador. El dispositivo informático 571 es capaz de almacenar representaciones en 3D digitales obtenidas de los dientes del paciente en el medio legible por ordenador 573 y cargarlas en el microprocesador 572 para su procesamiento. Las representaciones en 3D digitales se pueden obtener de un escáner en color 3D 577, como el escáner intraoral 3Shape TRIOS 3, que es capaz de registrar una representación en 3D digital que contiene tanto datos geométricos como datos de color para los dientes.

40 Además de los datos de color y geometría, la representación en 3D digital también puede incluir datos de diagnóstico, como los datos de fluorescencia obtenidos mediante un escáner intraoral.

45 El medio 573 legible por ordenador puede almacenar además algoritmos implementados por ordenador para segmentar una representación en 3D digital para crear modelos en 3D digitales de los dientes individuales y para seleccionar regiones en la superficie para una alineación local. Cuando se crean modelos digitales en 3D para el mismo diente a partir de diferentes representaciones en 3D digitales, como representaciones en 3D digitales grabadas en diferentes puntos en el tiempo, los modelos digitales en 3D se pueden alinear localmente utilizando, por ejemplo, algoritmos iterativos de punto más cercano (ICP) para minimizar la distancia entre las superficies de las representaciones en 3D digitales. Las representaciones en 3D digitales de la dentadura completa del paciente o secciones de la misma se pueden alinear globalmente también usando dichos algoritmos ICP. Cuando las representaciones en 3D digitales de los dientes se alinean globalmente con las regiones anatómicamente correctas de un diente dado identificadas por el procedimiento de alineación local aplicado al modelo digital en 3D de ese diente, la medida precisa del movimiento del diente entre los puntos en se puede determinar el punto en el tiempo en el que 55 se grabaron las dos representaciones en 3D digitales.

60 Cuando se ha determinado el movimiento del diente, el operador puede visualizarlo en la unidad de presentación visual 576, por ejemplo, como un mapa de distancia o usando una vista en sección transversal de los modelos de dientes en 3D o las representaciones en 3D digitales.

65 Los modelos digitales en 3D de los dientes individuales se pueden almacenar en un medio legible por ordenador y se pueden reutilizar en la próxima visita para la identificación de los dientes individuales en una representación en 3D digital registrada en la próxima visita.

En las reivindicaciones de dispositivos que enumeran varios medios, varios de estos medios pueden realizarse mediante un mismo elemento de hardware. El mero hecho de que determinadas medidas se mencionen en reivindicaciones dependientes diferentes entre sí o se describan en diferentes ejemplos no indica que una combinación de estas medidas no pueda utilizarse ventajosamente.

- 5 Una reivindicación puede hacer referencia a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, y se entiende que "cualquiera" significa "una o más" de las reivindicaciones anteriores.
- 10 Se debe enfatizar que el término "comprende/comprendiendo" cuando se usa en esta especificación se toma para especificar la presencia de características, integrantes, etapas o componentes declarados, pero no excluye la presencia o adición de una o más características, integrantes, etapas, componentes o grupos de los mismos.
- 15 Las características del método descrito anteriormente y a continuación pueden implementarse en software y llevarse a cabo en un sistema de procesamiento de datos u otros medios de procesamiento causados por la ejecución de instrucciones ejecutables por ordenador. Las instrucciones pueden ser medios de código de programa cargados en una memoria, como una RAM, desde un medio de almacenamiento o desde otro ordenador a través de una red informática. Alternativamente, las características descritas pueden implementarse mediante circuitos cableados en lugar de software o en combinación con software.

REIVINDICACIONES

1. Un producto de programa de ordenador que comprende medios de código de programa para hacer que un sistema de procesamiento de datos realice un método para detectar y controlar el movimiento de los dientes de un paciente entre un primer y un segundo punto en el tiempo, en el que el método comprende:
- obtener una primera representación en 3D digital de los dientes registrados en el primer punto en el tiempo y segmentar la primera representación en 3D digital de manera que se forme un primer modelo de diente en 3D para al menos un diente (102);
 - obtener una segunda representación en 3D digital de los dientes registrados en el segundo punto en el tiempo y segmentar la segunda representación en 3D digital de modo que se forme un segundo modelo de dientes en 3D para el al menos un diente (103);
 - alinear localmente el primer y segundo modelos de dientes en 3D que comprenden regiones anatómicamente correspondientes en las superficies de los dientes, en el que alinear localmente comprende determinar una matriz de transformación que proporciona la alineación local entre el primer y segundo modelos de dientes en 3D (452, 451);
 - seleccionar una o más regiones anatómicamente correspondientes en las superficies de los dientes del primer y segundo modelos de dientes en 3D segmentados localmente y alineados (4551, 4552, 4561, 4562, 4571, 4572);
 - organizar la primera y segunda representaciones en 3D digitales o el primer y segundo modelos de diente en 3D de acuerdo con una alineación global de la dentadura del paciente;
 - identificar la una o más regiones anatómicamente correspondientes seleccionadas en la primera y segunda representaciones en 3D digitales alineadas globalmente;
 - derivar, a partir de la matriz de transformación, las distancias entre las regiones anatómicamente correspondientes seleccionadas en la primera y segunda representaciones en 3D digitales alineadas globalmente o en el primer y segundo modelos de dientes en 3D; y
 - determinar el movimiento del diente para al menos un diente entre el primer y el segundo punto en el tiempo basándose en las distancias derivadas.
2. El producto de programa de ordenador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la alineación global se basa en al menos dos dientes en la representación en 3D digital, como los dientes vecinos.
3. El producto de programa de ordenador de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la alineación global se basa en más dientes de uno o más de los cuadrantes de la dentadura del paciente.
4. El producto de programa de ordenador de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 3, en el que la alineación global se basa en las arrugas del paciente.
5. El producto de programa de ordenador de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la selección de una o más regiones anatómicamente correspondientes en las superficies de diente del primer y segundo modelos de dientes en 3D alineados localmente comprende seleccionar la superficie completa del primer y/o segundo modelo de diente en 3D.
6. El producto de programa de ordenador de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el método comprende derivar un mapa de distancia del primer y segundo modelos de diente en 3D alineados globalmente o de la primera y segunda representaciones en 3D digitales alineadas globalmente que expresan la variación en la distancia sobre el diente.
7. El producto de programa de ordenador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el método comprende controlar la transparencia de las representaciones en 3D digitales basándose en un indicador de línea de tiempo.
8. El producto de programa de ordenador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las representaciones en 3D digitales comprenden datos de textura, y el método comprende detectar y controlar cambios en los datos de textura de los dientes.
9. El producto de programa de ordenador de acuerdo con la reivindicación 8, en el que los datos de textura comprenden datos de color y/o tono.
10. El producto de programa de ordenador de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la detección comprende determinar un valor de color para al menos una región de interés o definir uno o más puntos de observación en la primera y segunda representación en 3D digital y determinar el cambio en el valor de color entre la primera y la segunda representación en 3D digital.
11. El producto de programa de ordenador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conjunto de dientes del paciente comprende la encía del paciente y/o algunos o todos los dientes.
12. El producto de programa de ordenador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que

alinear localmente el primer y segundo modelos de dientes en 3D comprende alinear los modelos en 3D de los dientes segmentados de la primera representación en 3D digital con los correspondientes modelos en 3D de los dientes en la segunda representación en 3D digital diente a diente.

100

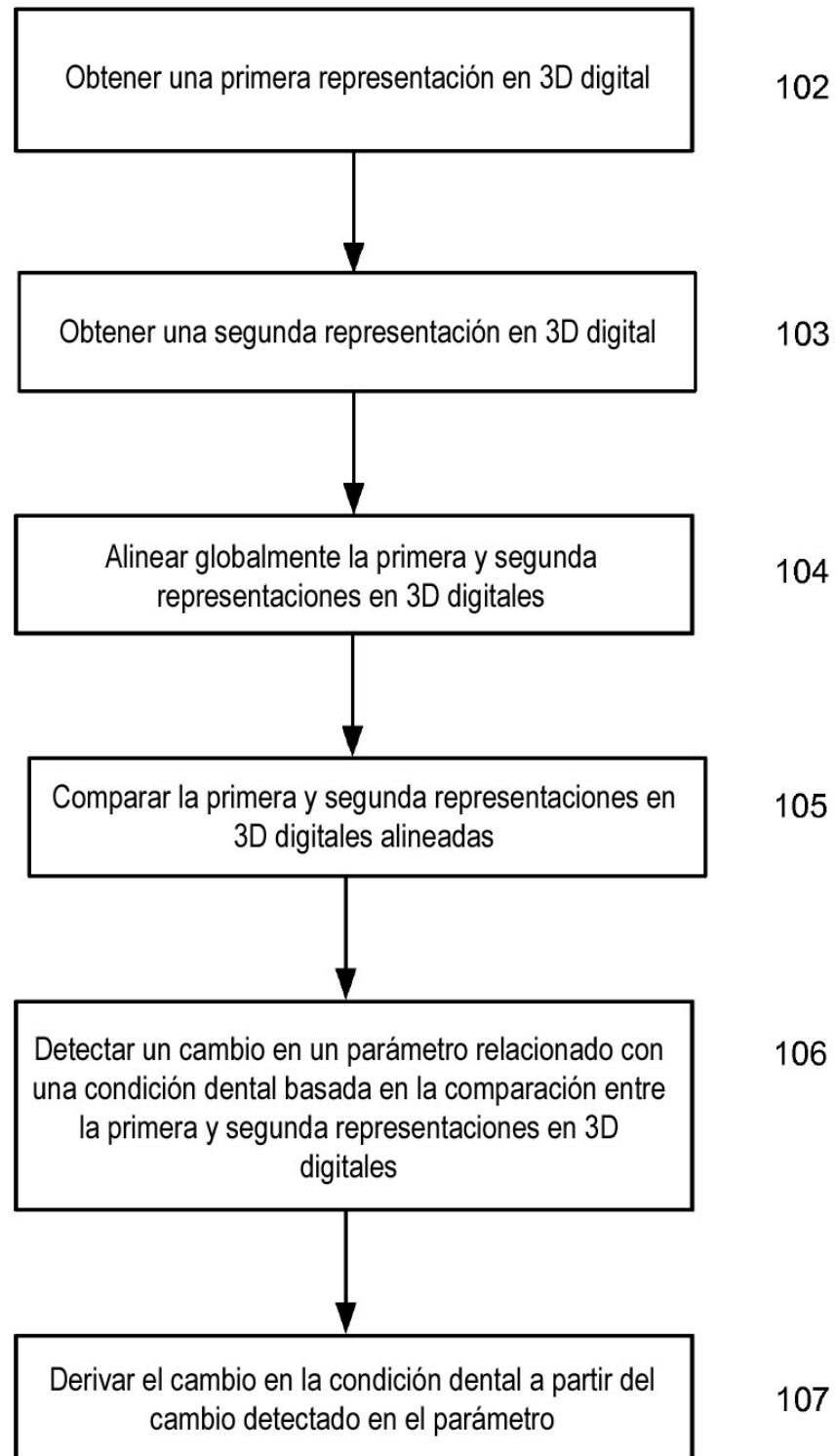


Fig. 1

230

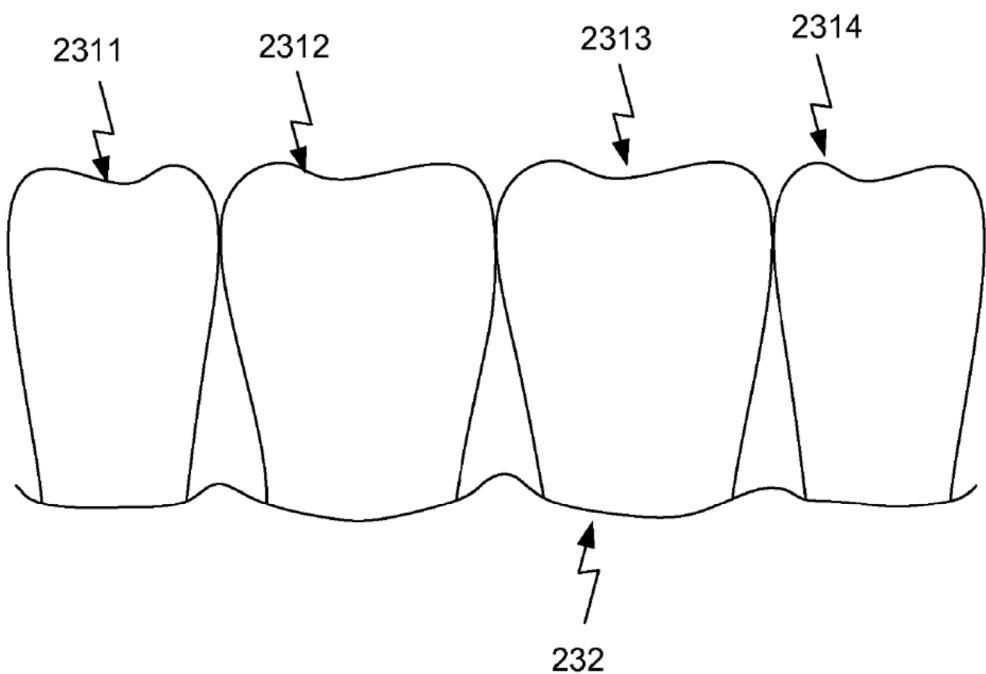


Fig. 2A

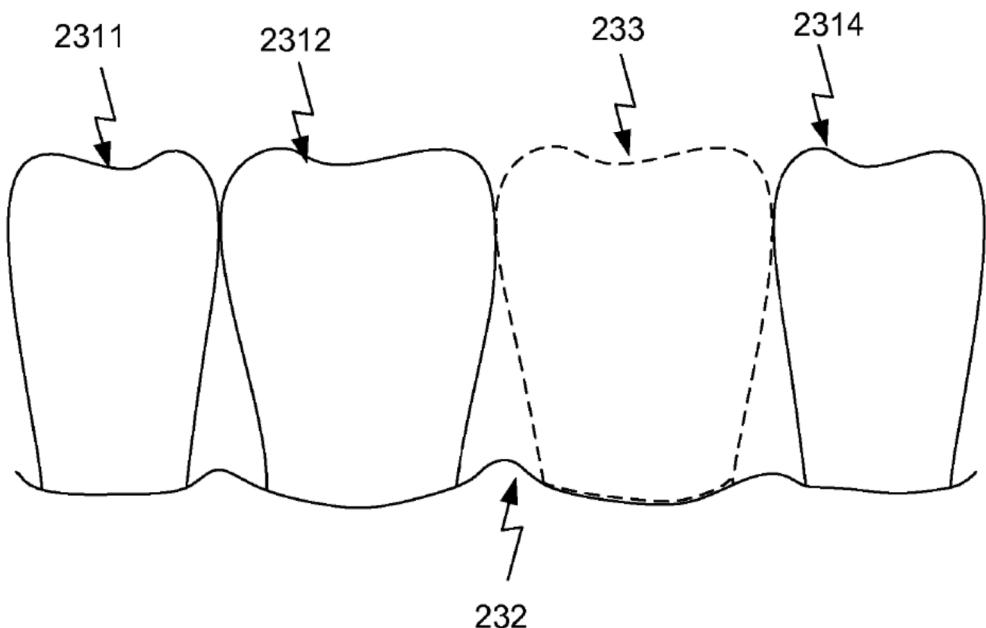


Fig. 2B

Fig. 3A

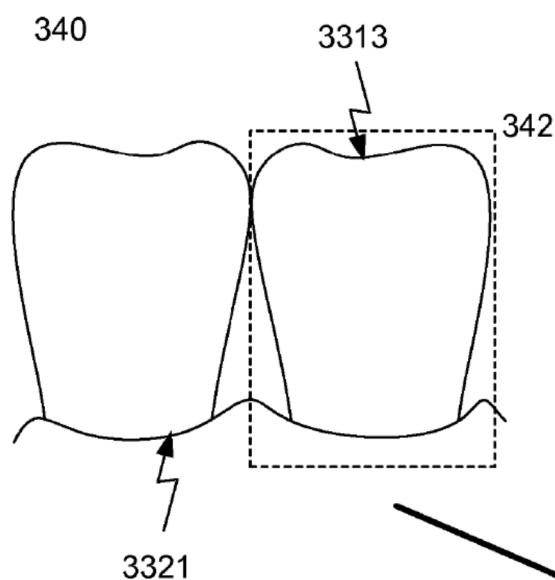


Fig. 3B

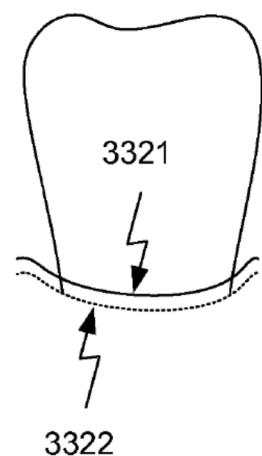
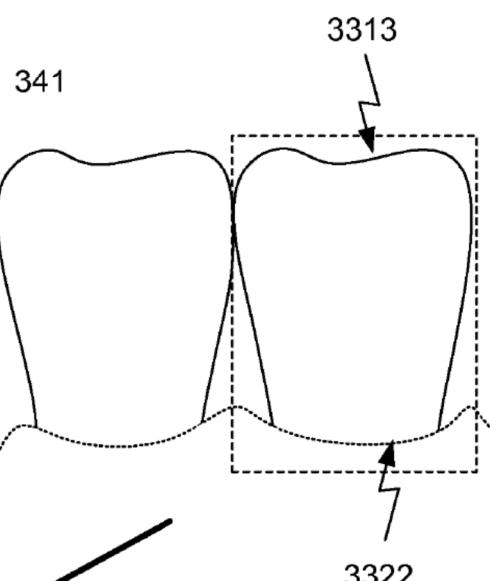


Fig. 3C

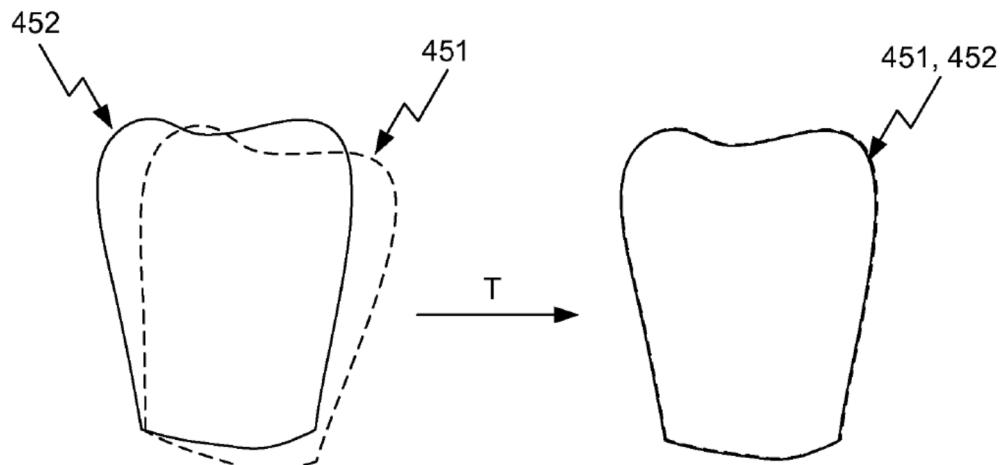


Fig. 4A

Fig. 4B

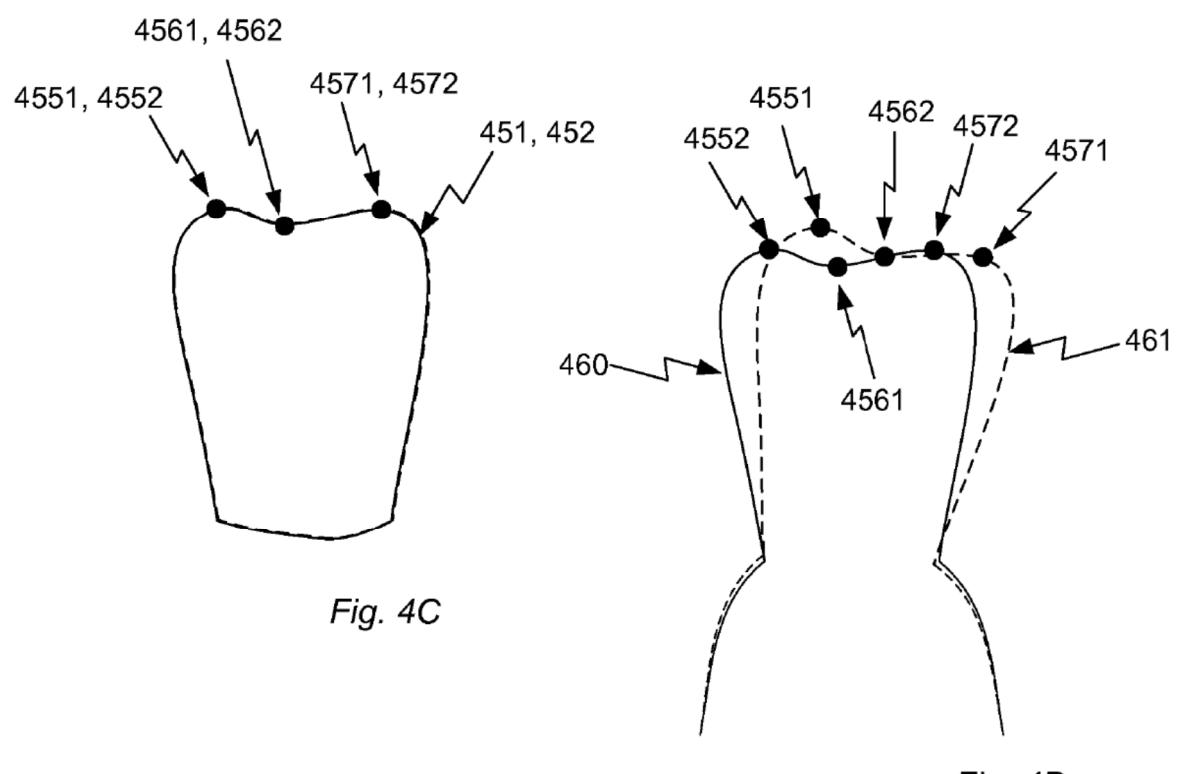


Fig. 4C

Fig. 4D

Fig. 5

