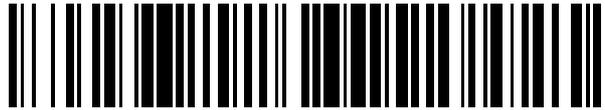


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 476 890**

51 Int. Cl.:

A61B 5/11 (2006.01)

A61C 19/045 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.01.2007** **E 07721869 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.04.2014** **EP 1981403**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el registro de movimientos de un cuerpo**

30 Prioridad:

26.01.2006 DE 102006003945

27.01.2006 DE 102006004197

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

15.07.2014

73 Titular/es:

DENTAL INNOVATION GMBH (100.0%)

Otto-Hahn-Strasse 15

44227 Dortmund, DE

72 Inventor/es:

KLETT, ROLF

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 476 890 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

Procedimiento y dispositivo para el registro de movimientos de un cuerpo.

5 La invención se refiere a un procedimiento para registrar la posición, la orientación o el movimiento de una parte del cuerpo de un paciente por medio de reconocimiento electrónico de imágenes según la reivindicación de patente 1, y a un dispositivo para registrar la posición, la orientación o el movimiento de una parte del cuerpo de un paciente o un instrumento médico según el preámbulo de la reivindicación de patente 21.

10 Se emplean métodos para registrar la posición, la orientación espacial, o trayectorias de movimiento, al menos de partes del cuerpo humano, o en general de partes del cuerpo de pacientes o dispositivos correspondientes, respectivamente, en una variedad de campos diferentes, basados, por ejemplo, en la ciencia y la investigación, desde el campo médico a la producción audiovisual y se conocen, por ejemplo por los documentos WO 2004/023783 o DE 103 39 241.

15 Se conoce, por ejemplo, registrar la posición, la orientación o el movimiento de extremidades del cuerpo por medio de detectores mecánicos o electromecánicos, y transferir los datos obtenidos preferentemente a medios de almacenamiento y procesamiento electrónicos. De este modo es posible generar, por ejemplo, evaluaciones de movimiento dentro del ámbito de la supervisión del entrenamiento de atletas; es posible, basándose en los datos de posición y movimiento obtenidos, controlar actuadores mecánicos tales como brazos de robot o generar visualizaciones digitales en el campo del cine y los medios audiovisuales; o los datos obtenidos se utilizan, por ejemplo, como apoyo en el diagnóstico o tratamiento médico.

20 Además de los detectores mecánicos o electromecánicos para la determinación de la posición, la orientación o el movimiento de extremidades del cuerpo o partes del cuerpo, se conocen además sistemas de detección sin contacto que funcionan, por ejemplo, ópticamente o con ultrasonidos y similares. En el caso de tales sistemas de detección sin contacto conocidos, las partes del cuerpo que van a evaluarse se dotan en primer lugar generalmente de reflectores o puntos de iluminación que pueden seguirse fácilmente, tales como, por ejemplo, diodos emisores de luz pegados o similares. A continuación se registra la secuencia de movimientos que va a estudiarse apuntando una unidad de sensor o una cámara de grabación de imágenes, respectivamente, hacia las partes del cuerpo dotadas de los puntos de iluminación, y generando después correspondientes registros de película o imágenes, respectivamente, de las partes del cuerpo o puntos de iluminación, respectivamente.

25 Además, en el campo médico, se conocen dispositivos para la detección de la posición y para la navegación, respectivamente, de instrumentos médicos, por ejemplo instrumentos quirúrgicos, cuya posición o cuya trayectoria de movimiento se sigue de manera similar al menos por segmentos del instrumento médico. De este modo el cirujano puede, por ejemplo por medio de un manipulador controlado manualmente, realizar un trabajo más preciso que a mano porque mediante el manipulador, el instrumento médico puede dirigirse de manera más precisa debido al seguimiento de la posición y debido a una transmisión de movimiento, y pueden compensarse de ese modo imprecisiones o temblores del cirujano. Además, tales dispositivos para la detección de la posición o para la navegación, respectivamente, de instrumentos médicos se utilizan en la denominada medicina robótica, por ejemplo para el fresado controlado automáticamente del cuello femoral con vistas al posterior anclaje de una endoprótesis de articulación de cadera.

35 Tales procedimientos y dispositivos conocidos, respectivamente, para registrar la posición, la orientación o el movimiento de partes del cuerpo de pacientes y dispositivos, respectivamente, para el seguimiento de movimientos de instrumentos médicos son, sin embargo, por un lado en la mayoría de los casos complicados, y además, permiten como mucho una precisión media con respecto a la determinación de la posición o la orientación espacial, respectivamente, durante el registro. Para aumentar la precisión, en el caso de los procedimientos o dispositivos conocidos, respectivamente, es necesario uniformemente calibrar la posición relativa entre la parte del cuerpo o instrumento que se sigue y el sistema sensor de seguimiento de manera complicada, para de ese modo poder realizar las afirmaciones cuantitativas exactas deseadas sobre la orientación o las curvas de movimiento, respectivamente, de las partes del cuerpo o instrumentos que se siguen, en el que adicionalmente con cada cambio importante entre la parte del cuerpo o instrumento que se sigue y el sistema sensor de seguimiento, es necesaria una nueva calibración para eliminar errores de medición.

45 Con estos antecedentes, el objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento para registrar la posición, la orientación o los movimientos de partes del cuerpo y un dispositivo para el seguimiento de la posición y el movimiento, respectivamente, de partes del cuerpo o instrumentos médicos, mediante el cual se solucionen los inconvenientes existentes mencionados de la técnica anterior. Más preferentemente, mediante esto se conseguirá un alto grado de automatización así como una precisión muy alta de determinación de la posición; el procedimiento y el dispositivo se utilizarán además con un gasto en equipamiento particularmente bajo con al mismo tiempo una flexibilidad particularmente alta, y se minimizará la reacción sobre el objeto o parte del cuerpo y sobre el paciente, respectivamente, debida al registro y la medición, respectivamente.

60 Este objetivo se soluciona mediante un procedimiento según la reivindicación de patente 1 y mediante un dispositivo

que comprende las características de la reivindicación de patente 21, respectivamente.

Formas de realización preferidas son objeto de las reivindicaciones dependientes.

5 El procedimiento según la invención sirve para registrar la posición, la orientación o el movimiento de al menos una parte de un cuerpo de un paciente. Por motivos de simplicidad y uniformidad, el término "paciente" se utiliza de manera sistemática, sin que ello implique, sin embargo, limitación alguna de la invención a los campos médicos. Además, el término "paciente" en el contexto de la presente invención ha de entenderse, en el sentido más amplio, como sinónimo de "ser vivo que va a observarse".

10 En la presente memoria, dicha al menos una parte del cuerpo del paciente se dispone en primer lugar en un espacio de objeto y pueden tomarse imágenes del mismo por medio de al menos una cámara de toma de imágenes para dar un espacio de imagen. La diferenciación entre "espacio de objeto" y "espacio de imagen" se realiza en la presente memoria para poder realizar una diferenciación conceptual clara entre las relaciones geométricas en el objeto o el paciente, respectivamente, por un lado (espacio de objeto), y las relaciones geométricas dentro de la imagen (espacio de imagen) generada por la cámara de toma de imágenes.

20 Dentro del alcance del procedimiento según la invención, en la presente memoria en una primera etapa de procedimiento a) se conecta al menos un marcador gráfico a al menos una parte del cuerpo del paciente. En este caso, se conoce al menos una característica de tamaño geométrica del marcador gráfico. Únicamente como ejemplo ilustrativo, pero en absoluto limitativo de un marcador gráfico de este tipo que va a conectarse a la parte del cuerpo del paciente, se menciona un marcador pegado circular como el caso más simple, consistiendo en el caso del marcador simple circular la característica de tamaño en el diámetro conocido del marcador circular en el espacio de objeto.

25 En una etapa de procedimiento adicional b), se genera entonces una imagen de al menos el área de la parte del cuerpo que comprende el marcador gráfico mediante la cámara de toma de imágenes.

30 Entonces, en una etapa de procedimiento adicional c), se lleva a cabo una transferencia de la imagen como archivo de imagen, por ejemplo una imagen en píxeles, desde la cámara de toma de imágenes a un dispositivo procesador o de almacenamiento electrónico, respectivamente.

35 En una etapa de procedimiento adicional d), dentro del espacio de imagen del archivo de imagen, se lleva a cabo entonces una localización automática de la imagen del marcador gráfico contenida en el archivo de imagen por medio de una aplicación de un procedimiento de reconocimiento de imágenes mediante el dispositivo procesador al archivo de imagen.

40 Durante una etapa de procedimiento adicional e), se determina entonces la característica de tamaño del marcador gráfico en el espacio de imagen. Esto significa que, en el ejemplo mencionado anteriormente del marcador circular simple utilizado como marcador gráfico, mediante el dispositivo procesador en esta etapa de procedimiento, por ejemplo, se determina a cuántos píxeles de imagen sucesivos (si el archivo de imagen existe en forma de imagen de píxeles) es igual el diámetro de la imagen del marcador circular en el archivo de imagen.

45 En una etapa de procedimiento adicional f), se determina entonces la posición y/o la orientación del marcador gráfico en el espacio de objeto con respecto a la cámara de toma de imágenes. Esto tiene lugar basándose en la característica de tamaño del marcador gráfico ahora conocida en el espacio de objeto así como en el espacio de imagen. En otras palabras, en esta etapa de procedimiento, tiene lugar una calibración automática de la cámara de toma de imágenes con respecto a cada una de las relaciones geométricas presentes entre la orientación de la cámara de toma de imágenes y la orientación de la parte del cuerpo o la orientación del marcador gráfico dispuesto en la misma, respectivamente.

50 A través de la característica de tamaño conocida en el espacio de objeto así como en el espacio de imagen (ejemplo: el marcador circular presenta el diámetro conocido "20 mm" en el espacio de objeto y al mismo tiempo el diámetro determinado "328 píxeles" en el espacio de imagen), teniendo en cuenta las propiedades de formación de imágenes de la lente de la cámara, puede determinarse la distancia real entre el marcador gráfico y la cámara de toma de imágenes, así como la distancia entre el marcador gráfico y el eje óptico de la cámara de toma de imágenes. Además, puede determinarse una posible inclinación angular del marcador gráfico con respecto al eje óptico de la cámara de toma de imágenes. En el ejemplo del marcador circular simple, esto puede tener lugar basándose en la detección, que es posible fácilmente, de los dos semiejes de la imagen generalmente elíptica del marcador circular en el espacio de imagen.

60 El procedimiento según la invención permite de ese modo la determinación de la posición en el espacio tridimensional así como la detección de la posición angular de la parte del cuerpo o el marcador gráfico conectado a la parte del cuerpo, respectivamente, con respecto a la cámara de toma de imágenes, sin necesidad de una calibración manual de la cámara. De ese modo, ya se han desarrollado básicamente una pluralidad de posibles aplicaciones, respectivamente simplificadas y mejoradas considerablemente en comparación con los procedimientos

5 conocidos en la técnica anterior. Por tanto, con el procedimiento según la invención, una parte del cuerpo de un paciente dotada de un marcador gráfico puede localizarse en el espacio tridimensional con respecto a su posición espacial así como con respecto a su posición angular, y en gran medida de manera independiente de la orientación y la colocación de la cámara de toma de imágenes, y sin necesidad de la calibración de la cámara antes del inicio de las mediciones.

10 De ese modo, la precisión de la localización del marcador gráfico o el objeto que va a observarse, respectivamente, ya se ha mejorado considerablemente en comparación con la técnica anterior, porque el procedimiento según la invención no sólo permite afirmaciones sobre la posición o la desviación, respectivamente, del marcador gráfico en comparación con el eje óptico de la cámara de toma de imágenes, sino que también proporciona la distancia entre el objeto o el marcador gráfico, respectivamente, y la cámara de toma de imágenes. Basándose en la distancia siempre conocida de ese modo entre el objeto y la cámara de toma de imágenes, no sólo pueden realizarse afirmaciones simplemente cualitativas o aproximadas, sino que pueden determinarse el lugar y la orientación del objeto cuantitativamente en el espacio tridimensional con alta precisión.

15 Con los antecedentes de la determinación adicional de secuencias de movimientos, se prevé además según una forma de realización particularmente preferida del procedimiento según la invención que, para registrar un cambio de ubicación del marcador gráfico o la parte del cuerpo, respectivamente, se repiten las etapas de procedimiento b) a g). De esta manera se generan imágenes sucesivas de la parte del cuerpo que comprende el marcador gráfico, con cuya evaluación sucesiva mediante el dispositivo procesador, pueden generarse secuencias de movimientos o curvas de movimiento, respectivamente, del marcador gráfico o la parte del cuerpo, respectivamente.

20 Según una forma de realización adicional del procedimiento según la invención, en caso de al menos dos partes del cuerpo móviles relativamente, en cada caso al menos un marcador gráfico está conectado a cada una de las partes del cuerpo móviles relativamente. De esta manera puede determinarse la posición relativa de las respectivas partes del cuerpo, respectivamente las posiciones relativas y los movimientos relativos entre las partes del cuerpo, y hacerse un seguimiento de las mismas con alta fiabilidad y precisión. Según una forma de realización adicional está previsto, sin embargo, que se conecten al menos dos marcadores gráficos a una misma parte del cuerpo. De esta manera puede determinarse la posición de la parte del cuerpo y también la orientación de la parte del cuerpo en el espacio tridimensional con una precisión particularmente alta. Esto último se aplica particularmente en el caso en el que también se considera una relación geométrica conocida, por ejemplo la distancia conocida entre los al menos dos marcadores gráficos, en la evaluación mediante el dispositivo procesador.

25 Según una forma de realización adicional del procedimiento según la invención están previstas al menos dos cámaras de toma de imágenes. En la presente memoria, según una forma de realización, el registro de un mismo marcador gráfico tiene lugar por medio de al menos dos cámaras de toma de imágenes. De esta manera, puede aumentarse adicionalmente la fiabilidad y la precisión de la determinación de la posición o la orientación, respectivamente, del marcador gráfico en el espacio de objeto tridimensional.

30 Según una forma de realización adicional, sin embargo, dos marcadores gráficos están conectados a al menos una parte del cuerpo, estando asociado cada uno de los marcadores gráficos a diferentes direcciones espaciales, preferentemente cartesianas u ortogonales, respectivamente, y estando previsto para cada una de las direcciones espaciales una cámara de toma de imágenes propia. De esta manera, la determinación de la posición o posición angular, respectivamente, o el registro de una secuencia de movimientos de la parte del cuerpo en el espacio tridimensional puede tener lugar con una precisión aún mayor.

35 Tal como se ilustró ya al principio, el procedimiento según la invención es adecuado para una variedad de diferentes áreas de aplicación en las que es de gran interés el conocimiento sobre la posición absoluta, la posición relativa o sobre las secuencias de movimientos de partes del cuerpo. Según formas de realización particularmente preferidas del procedimiento según la invención, los datos de posición determinados, sin embargo, están previstos con fines ortopédicos o dentales, por ejemplo para la captación exacta de movimientos mandibulares. La invención puede utilizarse de manera particularmente ventajosa en estos campos, en particular en la medida en que los procedimientos utilizados anteriormente, en su mayor parte electromecánicos y los dispositivos de registro se asocian a menudo con un gasto en equipamiento extremadamente alto, y un coste correspondientemente alto, así como con un estrés relativamente alto en el paciente.

40 La invención puede implementarse además independientemente de cómo esté formado realmente el marcador gráfico o la pluralidad de marcadores gráficos utilizados, respectivamente, o de qué características geométricas conocidas comprenda el marcador gráfico, respectivamente, siempre que exista al menos un contraste suficiente que permita la captura y evaluación automática de los registros de la cámara de toma de imágenes mediante el dispositivo procesador. Según una forma de realización particularmente ventajosa de la presente invención, el marcador gráfico comprende, sin embargo, una pluralidad o multiplicad de elementos geométricos, tales como por ejemplo, pero de ningún modo de manera exclusiva, líneas, bloques, círculos o elipses, presentando cada uno de los elementos geométricos al menos una referencia geométrica definida y conocida con respecto a un punto fijo del marcador gráfico.

Debido a la referencia geométrica definida y conocida de las partes individuales del marcador gráfico, por ejemplo debido a las dimensiones, formas y/o posiciones relativas características de los elementos geométricos individuales de los marcadores gráficos entre sí, puede aumentarse adicionalmente de manera considerable la precisión de la calibración de la cámara entre el espacio de imagen y el espacio de objeto y también la precisión de la detección de la posición o la orientación, respectivamente, del marcador gráfico en el espacio de objeto.

Esto está asociado con el hecho de que cada elemento geométrico del marcador gráfico, que se reconoce adicionalmente mediante el dispositivo procesador, puede contribuir debido a sus dimensiones conocidas o debido a su posición relativa conocida, respectivamente, con respecto a un punto fijo, también conocido, del marcador gráfico, a la precisión de la localización del marcador gráfico en el espacio de imagen, y por tanto también a la mejora de la precisión de la calibración de la cámara. Otro efecto ventajoso de esta forma de realización es que, debido a los elementos geométricos adicionales y a la forma característica dada de ese modo del marcador gráfico, es posible una identificación y localización automática más rápida y más fácil del marcador gráfico dentro del archivo de imagen proporcionado por la cámara de toma de imágenes.

Ha resultado evidente que, con un diseño adecuado del marcador gráfico, particularmente con una forma de realización del marcador gráfico que comprende una pluralidad de elementos geométricos, por ejemplo con una pluralidad de segmentos lineales (adicionales), la precisión de la determinación de la posición del marcador gráfico en el espacio de imagen, y por tanto la precisión de la calibración de la cámara y la determinación de la posición del marcador gráfico en el espacio de objeto, pueden aumentarse casi según se desee. Esto da como resultado, en particular, la ventaja crucial de que la resolución física de la cámara de toma de imágenes ya no representa un factor limitativo para la precisión de la determinación de la posición del marcador gráfico. De hecho, por medio de un diseño adecuado del marcador gráfico o por medio de una disposición adecuada de los elementos geométricos de un marcador gráfico, respectivamente, puede conseguirse una precisión de la determinación de la posición que llega hasta el rango de los sub-píxeles de la cámara de toma de imágenes o que supera con mucho la resolución física de la cámara de toma de imágenes, respectivamente.

Esto significa que el procedimiento según la invención, por medio de una formación apropiada de los marcadores gráficos se adecua a los trabajos de medición más exigentes que se producen, por ejemplo, pero en ningún caso de manera exclusiva, en el caso de la determinación de datos de posición y de movimiento, relevantes para la odontología o la técnica dental, de los maxilares. Por medio de una implementación y un diseño adecuado de los marcadores gráficos, pueden utilizarse por tanto cámaras de toma de imágenes relativamente baratas sin riesgo de que la resolución física limitada de las mismas represente una limitación para la precisión de medición alcanzable.

Según una forma de realización adicional del procedimiento según la invención, se codifican unidades de información basándose en una disposición característica de los elementos geométricos del marcador gráfico entre sí o con respecto a un punto fijo, respectivamente, del marcador gráfico. De esta manera pueden conseguirse múltiples ventajas de los elementos geométricos de los marcadores gráficos ya que los elementos geométricos sirven para aumentar la precisión de la calibración de la cámara y la determinación de la posición de los marcadores gráficos, y también pueden utilizarse para almacenamiento de información. Por ejemplo, por medio de una disposición característica adecuada de algunos o todos los elementos geométricos de un marcador gráfico, para una asociación automática más fácil mediante el dispositivo procesador, puede codificarse un número de identificación del respectivo marcador gráfico, o pueden almacenarse de esta manera dimensiones características del respectivo marcador gráfico.

El procedimiento según la invención puede realizarse independientemente de la manera en que se conecte el marcador gráfico a la parte del cuerpo del paciente asociada. Sin embargo, según una forma de realización del procedimiento según la invención, está previsto en este contexto que el marcador gráfico se conecte a un área de la superficie por fricción o por adhesión. De esta manera, puede realizarse una conexión entre el marcador gráfico y la parte del cuerpo de manera particularmente simple, por ejemplo formando el marcador gráfico como una pegatina que se colocará sobre la piel o tela o, por ejemplo, conectando el marcador gráfico a una estructura textil de tipo media, que se desliza sobre la respectiva parte del cuerpo.

Con estos antecedentes, según una forma de realización adicional del procedimiento según la invención, está previsto que se lleve a cabo una corrección de los datos de medición determinados basándose en valores empíricos recopilados para el desplazamiento entre la superficie de la piel y el esqueleto y que surge empíricamente dependiendo de la posición relativa de las partes del cuerpo en cuestión. De esta manera, la precisión de medición puede aumentarse en casos en los que los marcadores gráficos, por motivos de simplicidad, se pegan a la superficie del cuerpo, y por tanto no están conectados con el esqueleto.

Sin embargo, según una forma de realización adicional preferida del procedimiento según la invención, al menos un marcador gráfico está conectado a una parte del esqueleto. De esta manera puede conseguirse una precisión de medición particularmente alta porque de ese modo se eliminan los errores provocados por el desplazamiento de la piel con respecto al esqueleto. Es preferible particularmente que el marcador gráfico se conecte a al menos un diente del maxilar superior o el maxilar inferior, respectivamente. Por tanto pueden determinarse datos de posición o datos de movimiento exactos, respectivamente, del cráneo o la cabeza humana. Además, de esta manera, los datos

de la posición relativa y el movimiento relativo del maxilar superior y el maxilar inferior, que son particularmente importantes con fines odontológicos y de la técnica dental, pueden determinarse con la alta precisión requerida.

Según una forma de realización particularmente preferida del procedimiento según la invención, la orientación del eje de la articulación temporomandibular en el espacio tridimensional o la orientación de los cóndilos, respectivamente, por tanto las cabezas de articulación del maxilar inferior, se determinan automáticamente mediante el dispositivo procesador a partir de los datos determinados con respecto a la posición y el movimiento del maxilar inferior o con respecto a la posición relativa y el movimiento relativo entre el maxilar superior y el maxilar inferior, respectivamente. Esto es ventajoso en la medida en que, de esta manera, la complicada determinación manual de la orientación del eje de la articulación temporomandibular, que además es defectuosa y sólo permite una determinación de la orientación con precisión media, se elimina y se sustituye mediante la determinación automática de la orientación del eje de la articulación temporomandibular. El conocimiento sobre la orientación del eje de la articulación temporomandibular es de gran importancia en muchas áreas del diagnóstico odontológico, puesto que diversos datos relevantes para el diagnóstico y los fines odontológicos con respecto al movimiento del maxilar y la oclusión a menudo utilizan el eje de la articulación temporomandibular y los cóndilos del maxilar inferior como referencia.

Con estos antecedentes está previsto de manera particularmente preferible que los datos de posición o movimiento determinados del maxilar inferior, respectivamente los datos de posición relativa o movimiento relativo entre el maxilar superior y el maxilar inferior, por medio de una transformación de coordenadas mediante el dispositivo procesador, se relacionen automáticamente con un punto ubicado sobre el eje de la articulación temporomandibular. De esta manera se garantizan una uniformidad de los datos obtenidos y una usabilidad de los datos estandarizados asociados. Adicionalmente, de esta manera, se facilita la comparación de los datos obtenidos de esta manera sobre la secuencia de movimientos del maxilar inferior, con datos similares, que, sin embargo, se generaron, por ejemplo, de manera convencional con un pantógrafo mecánico o electrónico conocido en la técnica anterior. Una ventaja adicional de esta forma de realización es que los marcadores gráficos, debido a la transformación automática de los datos de medición sobre un punto ubicado sobre el eje de la articulación temporomandibular, pueden colocarse en gran medida libremente y a voluntad. Se elimina de esta manera la necesidad de colocar el marcador gráfico exactamente en puntos predeterminados del maxilar, lo que esencialmente favorece una secuencia de medición no complicada y una rápida obtención de los valores medidos deseados.

Según una forma de realización adicional preferida del procedimiento según la invención, a partir de los datos de posición o datos de movimiento determinados, respectivamente, del maxilar inferior, por medio del dispositivo procesador, datos relevantes para el diagnóstico y la técnica dental tales como posición y dislocación del eje condilar, el recorrido y la inclinación de la trayectoria condilar, el ángulo de Bennett, el desplazamiento lateral y similares, se derivan automáticamente; a partir de los datos de posición relativa o movimiento relativo determinados del maxilar y por medio de datos craneales conocidos o medidos, se determina la orientación de cualquier punto del maxilar inferior; o a partir de los datos de posición y de movimiento determinados, se derivan parámetros para el ajuste de articuladores dentales.

Tal procesamiento automatizado de medición de datos obtenidos sobre el maxilar es muy ventajoso y de crucial importancia para el análisis y el diagnóstico odontológico o de ortodoncia fiable, respectivamente, así como para un rendimiento rentable, rápido y preciso del trabajo de la técnica dental por parte del técnico dental, como, por ejemplo, para la fabricación de prótesis dentales por medio de articuladores.

La invención puede realizarse independientemente de la manera en la que el marcador gráfico se conecta a la parte del cuerpo o a una de los maxilares del paciente, respectivamente, siempre que el marcador gráfico proporcione una reproducción simple, fiable y lo más precisa posible de la posición o el movimiento, respectivamente, de la respectiva parte del cuerpo. Según una forma de realización particularmente preferible del procedimiento según la invención, para esto, sin embargo, se dispone una placa para morder por medio de un compuesto para morder de plástico sobre el arco dental del maxilar inferior. De ese modo, la placa para morder se conecta a dicho al menos un marcador gráfico. De esta manera surge una conexión simple y fácilmente separable entre el arco dental, respectivamente el maxilar inferior, y el marcador gráfico, lo que además, debido a la libertad de juego, permite una precisión lo más alta posible para la medición de posición y el seguimiento del movimiento.

La invención se refiere además a un dispositivo para registrar la posición, la orientación o el movimiento de al menos una parte del cuerpo de un paciente o un instrumento médico. De una manera conocida inicialmente, tomada en sí mismo, el dispositivo comprende al menos un marcador gráfico que puede conectarse a la parte de objeto, por tanto a dicha al menos una parte del cuerpo del paciente o a dicha al menos una parte del instrumento médico, y al menos una cámara de toma de imágenes, estando dispuesta y configurada la cámara de toma de imágenes de manera que con la cámara de toma de imágenes puede generarse al menos una imagen de la parte de objeto que comprende el marcador gráfico. El dispositivo de registro comprende además un dispositivo procesador para procesar de manera automatizada información de imagen que está contenida en la imagen generada por la cámara de toma de imágenes.

Con este fin, el dispositivo puede estar formado para el seguimiento de la posición o el movimiento de o bien la parte

5 del cuerpo del paciente o bien el instrumento médico, o para el seguimiento de la posición o el movimiento de la parte del cuerpo del paciente así como del instrumento médico. En particular, en este último caso pueden realizarse de ese modo afirmaciones sobre la posición relativa o el movimiento relativo, respectivamente, entre la parte del cuerpo del paciente y el instrumento médico, que son especialmente importantes durante intervenciones quirúrgicas manuales o automatizadas.

10 Según la invención, el dispositivo de registro se distingue porque se conoce al menos una característica de tamaño geométrica del marcador gráfico y puede grabarse en una memoria del dispositivo procesador. Con este fin, el dispositivo procesador está configurado para la determinación de la posición, la posición angular y/o la trayectoria de movimiento del marcador gráfico con respecto a la cámara de toma de imágenes por medio de la característica de tamaño conocida y por medio de las dimensiones del mismo en el espacio de imagen.

15 En otras palabras, esto implica que el dispositivo según la invención se distingue por una calibración automática de la cámara, teniendo lugar la calibración de la cámara automáticamente por medio de información conocida sobre las dimensiones del marcador gráfico.

20 En comparación con la técnica anterior, gracias al dispositivo según la invención, básicamente puede simplificarse por tanto considerablemente la localización o el seguimiento del movimiento, respectivamente, de las partes de objeto, por tanto de las partes de un cuerpo o de un instrumento médico, respectivamente, en particular debido a la calibración automática de la cámara. Además, el dispositivo según la invención permite la determinación de la posición en el espacio tridimensional así como, si es necesario, la detección de la posición angular de la parte de objeto o el marcador gráfico, respectivamente, conectado a la parte de objeto con respecto a la cámara de toma de imágenes. Gracias al dispositivo según la invención, por ejemplo, una parte del cuerpo de un paciente dotada de un marcador gráfico o un instrumento médico pueden localizarse por tanto en el espacio tridimensional con respecto a su posición espacial así como con respecto a su posición angular.

30 La precisión de la localización se mejora en particular considerablemente ya en comparación con la técnica anterior porque el procedimiento según la invención no sólo permite afirmaciones sobre la posición del marcador gráfico en comparación con el eje óptico de la cámara de toma de imágenes, sino que también proporciona la distancia entre el objeto o marcador gráfico, respectivamente, y la cámara de toma de imágenes.

35 Según una forma de realización preferida, el dispositivo de registro según la invención se distingue porque están previstos al menos dos marcadores gráficos, estando asociado, para el caso de al menos dos partes del cuerpo o partes de objeto móviles relativamente, respectivamente, en cada caso al menos un marcador gráfico a cada uno de las partes de objeto móviles relativamente. De esta manera también puede determinarse con alta fiabilidad y precisión la posición relativa de las partes de objeto, respectivamente los movimientos relativos entre las partes de objeto, por ejemplo, entre dos partes del cuerpo diferentes o entre dos extremidades diferentes de un miembro.

40 Una forma de realización adicional prevé que al menos dos marcadores gráficos estén asociados a una misma parte de objeto. Por tanto, con el dispositivo de registro pueden determinarse la posición de la parte de objeto así como la orientación de la parte de objeto en el espacio tridimensional con una precisión particularmente alta. Esto se aplica en particular cuando el dispositivo procesador está configurado de manera que la relación geométrica conocida, por ejemplo, la distancia conocida entre los dos marcadores gráficos, también puede incluirse en la evaluación mediante el dispositivo procesador.

45 Según una forma de realización adicional del dispositivo de registro están previstas al menos dos cámaras de toma de imágenes. En la presente memoria, las cámaras de toma de imágenes según una forma de realización están configuradas de manera que puede registrarse un mismo marcador gráfico mediante dichas al menos dos cámaras de toma de imágenes. De esta manera se aumenta adicionalmente la fiabilidad y la precisión de la determinación de la posición o la determinación de la orientación, respectivamente, en el espacio de objeto tridimensional.

50 Sin embargo, según una forma de realización adicional del dispositivo de registro según la invención, al menos dos marcadores gráficos están asociados a al menos una parte de objeto, estando previstos los marcadores gráficos para la disposición en diferentes direcciones espaciales, preferentemente cartesianas u ortogonales, respectivamente, y estando previsto para cada una de las direcciones espaciales una cámara de toma de imágenes propia.

60 De esta manera pueden aumentarse adicionalmente la precisión de la determinación de la posición o la posición angular, respectivamente, o la precisión del registro de una secuencia de movimientos de la parte de objeto en el espacio tridimensional.

65 La invención se realiza independientemente de cómo esté formado concretamente el al menos un marcador gráfico utilizado o de qué características geométricas comprenda el marcador gráfico, respectivamente, siempre que exista un contraste suficiente, que permita la captura y la evaluación automática de los registros a partir de la cámara de toma de imágenes mediante el dispositivo procesador. Según una forma de realización particularmente preferida de la invención, el marcador gráfico comprende, sin embargo, una pluralidad o multiplicidad de elementos geométricos

tales como, por ejemplo, bloques, círculos o elipses, comprendiendo cada uno de los elementos geométricos al menos una referencia geométrica en cada caso definida y conocida con respecto a un punto fijo del marcador gráfico.

5 Debido a la referencia geométrica definida y conocida de las partes de objeto individuales del marcador gráfico, por ejemplo debido a las dimensiones, formas y/o posiciones relativas características de los elementos geométricos individuales de los marcadores gráficos entre sí, puede aumentarse adicionalmente de manera considerable la precisión de la calibración de la cámara entre el espacio de imagen y el espacio de objeto y también la precisión de la detección de la posición o la orientación, respectivamente, del marcador gráfico en el espacio de objeto. Una característica ventajosa adicional de esta forma de realización es que, debido a los elementos geométricos adicionales, puede tener lugar una identificación y localización automática más rápida y fácil del marcador gráfico en el archivo de imagen proporcionado por la cámara de toma de imágenes, puesto que un marcador gráfico formado de tal manera resalta claramente y con menor probabilidad de confusión frente al fondo, respectivamente frente a otros elementos de imagen contenidos en el archivo de imagen.

15 Esto significa que el dispositivo según la invención, por medio de una formación aprobada del marcador gráfico, puede utilizarse para trabajos de medición exigentes con los más altos requisitos de precisión, como es el caso, por ejemplo, en el diagnóstico de ortodoncia o durante la determinación de datos de posición y de movimiento, relevantes para la odontología o la técnica dental, de los maxilares, respectivamente. Por medio de una implementación y un diseño adecuado de los marcadores gráficos, pueden utilizarse por tanto cámaras de toma de imágenes relativamente baratas sin riesgo de que la resolución física limitada de las mismas represente una limitación para la precisión de medición alcanzable.

25 Según una forma de realización adicional del dispositivo según la invención, se codifican unidades de información basándose en una disposición característica de los elementos geométricos del marcador gráfico entre sí o con respecto a un punto fijo del marcador gráfico, respectivamente. De esta manera, pueden conseguirse múltiples ventajas de los elementos geométricos de los marcadores gráficos ya que los elementos geométricos sirven para aumentar la precisión de la calibración de la cámara y la determinación de la posición de los marcadores gráficos, y también pueden utilizarse para almacenamiento de información. Por ejemplo, por medio de una disposición característica adecuada de algunos o todos los elementos geométricos de un marcador gráfico, para una identificación automática más fácil mediante el dispositivo procesador, puede codificarse un número de identificación propio para cada marcador gráfico, o pueden almacenarse de esta manera dimensiones características del respectivo marcador gráfico, en el patrón del propio marcador gráfico.

35 La invención puede realizarse independientemente de la manera en la que se conecta el marcador gráfico a la parte de objeto asociada, por tanto a la parte del cuerpo del paciente asociada, o a la parte del instrumento médico asociada. Según una forma de realización de la invención, el dispositivo está configurado para una conexión por fricción o por adhesión del marcador gráfico a un área de la superficie objeto. De esta manera, puede realizarse una conexión entre el marcador gráfico y la parte de objeto de manera particularmente simple y rápida, por ejemplo formando el marcador gráfico como una pegatina que va a colocarse sobre la piel, tela o instrumento, o, por ejemplo, conectando el marcador gráfico a una estructura textil de tipo media, que se desliza sobre la respectiva parte del cuerpo.

45 Según una forma de realización adicional preferida del dispositivo de registro según la invención, el dispositivo está configurado para la conexión del marcador gráfico a una parte del esqueleto. De esta manera puede conseguirse una precisión de medición particularmente alta, en particular porque se eliminan de ese modo los errores provocados por el desplazamiento de la piel con respecto al esqueleto. Con estos antecedentes, el dispositivo comprende, según una forma de realización adicional, una disposición de fijación para conectar el marcador gráfico con al menos un diente del maxilar superior o el maxilar inferior. De esta manera, pueden determinarse datos de posición o datos de movimiento exactos, respectivamente, del cráneo o la cabeza humana. Además, de esta manera, los datos de la posición relativa y el movimiento relativo del maxilar superior y el maxilar inferior, que son particularmente importantes para fines odontológicos y de la técnica dental, pueden determinarse con la alta precisión requerida.

55 El dispositivo según la invención puede utilizarse independientemente de si existe o no una relación o fijación mecánica definida entre el dispositivo y el cuerpo del paciente o el instrumento médico, respectivamente. Por tanto es posible en particular determinar y seguir movimientos relativos entre las diferentes partes de objeto con alta precisión, sin que esté presente ninguna conexión mecánica definida entre el dispositivo de registro y el objeto o paciente que se sigue, respectivamente.

60 Según una forma de realización preferida de la invención, el dispositivo de registro comprende, sin embargo, un mecanismo para la fijación de dicha al menos una cámara de toma de imágenes con respecto a una parte del cuerpo o esqueleto, respectivamente, del paciente. En particular para el caso de utilización del dispositivo de registro según la invención en el campo del análisis y el diagnóstico odontológico, tal fijación entre la cámara de toma de imágenes y el paciente puede llevarse a cabo, por ejemplo, en forma de una correa, un reposacabezas específico o una abrazadera elástica, aplicándose la cinta, reposacabezas o abrazadera al cráneo, respectivamente cabeza, del

paciente.

5 De esta manera, el hueso de la cabeza o el cráneo del paciente, respectivamente, y por tanto también el maxilar superior, se lleva a una posición relativa definida y temporalmente fija con respecto al dispositivo de registro o cámara de toma de imágenes, respectivamente, conectado a la cinta, reposacabezas o abrazadera. Esto sirve, por un lado, para la simplificación del rendimiento del procedimiento de medición y, por otro lado, para el aumento adicional de la precisión de medición. Además, puede por tanto descartarse la aplicación de marcadores gráficos al maxilar superior o al área del cráneo o cabeza del paciente, respectivamente.

10 Según una forma de realización adicional preferida, el dispositivo de registro puede conectarse a una unidad de pantalla. Con este fin, la unidad de procesador o unidad de pantalla, respectivamente, están configuradas de tal manera que, por medio de la posición, la orientación y/o la trayectoria de movimiento determinadas de dicho al menos un marcador gráfico, pueden determinarse automáticamente o visualizarse gráfica o numéricamente, respectivamente, datos y relaciones diagnósticamente relevantes, tales como la posición y dislocación del eje condilar, el recorrido y la inclinación de la trayectoria condilar, el ángulo de Bennett, el desplazamiento lateral o el diagrama de Posselt.

20 El procesamiento y visualización automáticos de los datos de medición obtenidos sobre el maxilar es crucial durante el análisis y el diagnóstico odontológico o de ortodoncia, respectivamente, así como durante el rendimiento del trabajo de la técnica dental, como, por ejemplo, durante la fabricación de prótesis dentales por medio de un articulador, por parte del técnico dental.

25 Con estos antecedentes está previsto además, según otra forma de realización de la invención, que el dispositivo de registro está configurado para la determinación automática de parámetros característicos para el ajuste inmediato de diferentes tipos de articuladores dentales. De esta manera, los datos relevantes para la odontología o la técnica dental, respectivamente, determinados con el dispositivo de registro según la invención pueden transferirse de manera fiable con un menor gasto a cada articulador utilizado por el técnico dental.

30 A continuación se describe la invención en detalle por medio de un dibujo que ilustra únicamente una forma de realización a modo de ejemplo.

La única figura muestra

35 una ilustración esquemática, no a escala, de una forma de realización de un dispositivo según la invención en una vista isométrica.

40 En la figura se ilustra de manera muy esquemática una forma de realización de un dispositivo de registro según la presente invención. El dispositivo de registro ilustrado en la figura está previsto para su utilización particularmente en la práctica odontológica y sirve para la denominada captación del maxilar inferior o para el registro asociado de las trayectorias de movimiento del maxilar inferior, respectivamente, cuando se abre la boca, durante los movimientos de oclusión y similares.

45 Para empezar puede observarse la cabeza 1 del paciente, que está fijada por medio de una abrazadera 2 elástica almohadillada con respecto a una base 3 del dispositivo de registro. En lugar de la abrazadera 2 almohadillada, por ejemplo, también puede utilizarse un reposacabezas específico, estando en este caso el dispositivo de registro preferentemente conectado al reposacabezas o a la parte de cabeza, respectivamente, de un sillón de tratamiento de la clínica dental.

50 En la base 3 del dispositivo de registro, además de la abrazadera 2 almohadillada para la fijación de la cabeza 1 del paciente, se dispone una montura de cámara 4 ajustable. En la montura de cámara 4 de la forma de realización ilustrada, se disponen tres cámaras de toma de imágenes 5, 6, 7 esbozadas de manera muy esquemática, cuyas lentes 8 apuntan inicialmente aproximadamente hacia el paciente. Preferentemente pueden utilizarse en el presente caso cámaras CCD convencionales y baratas con, por ejemplo, interfaz USB o Firewire. Las cámaras de toma de imágenes 5, 6, 7 están unidas de manera variable a la montura de cámara 4 de modo que se proporcione la capacidad de ajuste más espaciosa de la cámara de toma de imágenes 5, 6, 7 con respecto a la base 3 del dispositivo de registro, respectivamente con respecto a la cabeza 1 del paciente.

60 El paciente lleva una placa para morder (no mostrada en la figura) en la boca, que está conectada a los dientes del maxilar inferior por medio de un compuesto para morder de plástico y que por tanto sigue todos los movimientos del maxilar inferior. Varias áreas 9 de marcador están conectadas a la placa para morder. Con respecto a la boca del paciente en posición anterior, las áreas 9 de marcador se disponen sobre una barra cuadrada 10, estando conectada a su vez la barra cuadrada 10 a la placa para morder dispuesta en la boca del paciente. Lateralmente con respecto a la cabeza 1 del paciente, en el área aproximada de las articulaciones temporomandibulares, están ubicadas áreas 9 de marcador adicionales, que en la forma de realización ilustrada están formadas en forma de las superficies de perfiles en ángulo 11. En el presente caso, los perfiles en ángulo 11 que comprenden las áreas de marcador laterales y la barra cuadrada 10 que lleva las áreas de marcador anteriores están acoplados por medio de

un arco 12 de conexión ligero, que puede retirarse fácilmente de la barra cuadrada 10.

En cada una de las áreas 9 de marcador, en el área anterior 10 así como en el área lateral 11, se disponen varios marcadores gráficos o marcadores 13, respectivamente. Por motivos de simplicidad y representabilidad, los marcadores 13 se ilustran en la forma de realización a modo de ejemplo ilustrados como simples círculos negros.

Aparte de la abrazadera 2 almohadillada o de un correspondiente reposacabezas, respectivamente, y de la placa para morder que incluye las áreas 9 de marcador conectadas a la misma, a diferencia de la técnica anterior, no es necesario conectar más dispositivos, abrazaderas de medición, portasensores o similares a la cabeza 1 del paciente. Esto da como resultado ventajas fundamentales con respecto al rendimiento de la captación del maxilar inferior ejecutado según la invención, que es rápido y nada complicado para el usuario y que difícilmente estresará al paciente.

Para medir las trayectorias de movimiento del maxilar inferior del paciente, las cámaras de toma de imágenes 5, 6, 7 se orientan por medio de un correspondiente desplazamiento de la montura de cámara 4 o por medio de un desplazamiento de las cámaras 5, 6, 7 individuales, respectivamente, con respecto a la montura de cámara 4 de manera que el campo visual de cada cámara 5, 6, 7 captura varios marcadores gráficos o marcadores 13, respectivamente. En este estado, los archivos de imagen o imágenes de píxeles, respectivamente, generados por las cámaras de toma de imágenes 5, 6, 7 se evalúan a intervalos de tiempo regulares mediante el dispositivo procesador 14 según la invención.

En la forma de realización ilustrada, la medición puede o bien tener lugar cerca de la articulación temporomandibular registrando y siguiendo las áreas de marcador y marcadores gráficos laterales dispuestos en los perfiles en ángulo 11, o bien puede tener lugar una medición por medio de la clavija frontal o la barra cuadrada 10, respectivamente, apuntando las cámaras de toma de imágenes 5, 6, 7 hacia las áreas de marcador dispuestas anteriormente sobre la barra cuadrada 10. Para la medición con la clavija frontal, por tanto, no es necesario el arco 12 de conexión con las áreas de marcador y los marcadores gráficos dispuestos cerca de y lateralmente en 11 a la articulación temporomandibular y puede por tanto eliminarse junto con los perfiles en ángulo 11, lo que, por lo que respecta al equipamiento, da como resultado un sistema de medición extremadamente simple que sólo incluye una placa para morder y una barra cuadrada 10, que está prácticamente libre de estrés para el paciente.

La medición tiene lugar cada vez de tal manera que el dispositivo procesador 14, por medio de un algoritmo de reconocimiento de imágenes, comprueba los archivos de imagen o imágenes de píxeles, respectivamente, proporcionados por las cámaras de toma de imágenes 5, 6, 7 en busca de las imágenes de los marcadores gráficos o marcadores 13, respectivamente, contenidas en cada una de las imágenes de píxeles y, posteriormente, determina automáticamente, por medio del procedimiento según la invención, la posición de los marcadores gráficos o marcadores 13, respectivamente, que se encuentran en las imágenes de píxeles en el espacio tridimensional.

Puesto que, según la invención, puede determinarse la posición absoluta de los marcadores gráficos en el espacio tridimensional con respecto a cada una de las cámaras 5, 6, 7 asociadas y puesto que, además, el procedimiento según la invención y el dispositivo según la invención permiten una precisión del seguimiento de la posición de los marcadores gráficos que llega hasta el rango de los sub-píxeles de las cámaras de toma de imágenes 5, 6, 7, el dispositivo ilustrado permite la captación o el registro, respectivamente, de los movimientos del maxilar inferior con una precisión prácticamente no conseguida anteriormente mediante la técnica anterior.

Esto está asociado, en particular, en primer lugar con el hecho de que según la invención tiene lugar una calibración automática de la cámara de toma de imágenes 5, 6, 7, mediante lo cual el dispositivo procesador 14, por medio de las dimensiones de los marcadores gráficos o marcadores 13, respectivamente, determina en la imagen de píxeles proporcionada por la respectiva cámara 5, 6, 7 y por medio de los datos geométricos conocidos o por medio de los datos de dimensión real de los marcadores gráficos en el espacio de objeto, respectivamente, la distancia real entre el respectivo marcador gráfico y la cámara de toma de imágenes 5, 6, 7 asociada. Además, esta calibración automática de las cámaras de toma de imágenes 5, 6, 7 mediante el dispositivo procesador 14 puede renovarse continuamente, por ejemplo incluso durante el procesamiento de cada imagen única individual, de modo que en cada punto en el tiempo se conoce la distancia exacta entre la cámara de toma de imágenes 5, 6, 7 y el marcador gráfico o marcador 13, respectivamente.

Por medio de la distancia conocida, determinada de este modo, entre el marcador gráfico o marcador 13, respectivamente, y la cámara de toma de imágenes 5, 6, 7 asociada, sin embargo, puede determinarse la posición absoluta del marcador gráfico con respecto a la cámara de toma de imágenes 5, 6, 7 teniendo en cuenta las propiedades de formación de imágenes de la lente de la cámara. Ésta es una de las diferencias cruciales en comparación con la técnica anterior, en la que o bien se descartan completamente mediciones absolutas, con lo que son posibles afirmaciones principalmente cualitativas sobre las trayectorias de movimiento registradas, o en la que se requiere una complicada calibración manual de las cámaras o sistemas sensores utilizados.

Otro factor crucial de la precisión extremadamente alta de la localización y el seguimiento de los marcadores gráficos o marcadores 13, respectivamente, alcanzada con el dispositivo de registro ilustrado es que por medio de

una formación adecuada de los marcadores gráficos, la precisión del seguimiento de la posición puede aumentarse casi según se desee. Para ello, en la forma de realización ilustrada, además del diámetro conocido de los marcadores 13 individuales, por ejemplo, también se utiliza la distancia conocida entre respectivamente dos marcadores 13 dispuestos en la misma área 9 de marcador. Con la utilización adicional de la distancia conocida entre los marcadores 9 dispuestos por pares, puede aumentarse ya la precisión de la calibración de la cámara y puede mejorarse la precisión de la localización y el seguimiento de los marcadores gráficos más órdenes de magnitud justo en el rango de los micrómetros.

Esto se asocia en particular con el hecho de que cada característica geométrica conocida y cada dimensión conocida del marcador gráfico aumenta la precisión de la localización y el seguimiento del marcador gráfico en el archivo de imagen proporcionado por la cámara de toma de imágenes 5, 6, 7. Mediante cada característica geométrica adicional del marcador gráfico, aumenta el contenido de información de la imagen del marcador gráfico, que es evaluable por medio de algoritmos de reconocimiento de imágenes apropiados (por ejemplo transformación de Hough); y adicionalmente en cada caso está disponible un número correspondientemente mayor de información de imagen, por ejemplo, píxeles de imagen, que por tanto pueden utilizarse para una localización incluso más precisa del marcador gráfico.

Para registrar la secuencia de movimientos completa del maxilar inferior, en la forma de realización a modo de ejemplo ilustrada, las áreas 9 de marcador con un marcador gráfico dispuesto en las mismas, que se disponen en el área anterior de la boca en la barra 10, y, en principio, sería suficiente ya únicamente una única de las tres cámaras de toma de imágenes 5, 6, 7 utilizadas actualmente. Las áreas de marcador adicionales, que pueden disponerse en el área de cabeza lateral en el área de las articulaciones temporomandibulares 11, o los marcadores gráficos, respectivamente, y el número actualmente utilizado de tres cámaras de toma de imágenes 5, 6, 7, por tanto sirven principalmente para el aumento de la precisión durante el seguimiento del movimiento del maxilar inferior. De ese modo, la cámara de toma de imágenes 7 dispuesta en el área superior de la montura de cámara sirve principalmente para el registro preciso de los movimientos laterales, por tanto el recorrido de desplazamiento lateral del maxilar inferior, que normalmente se produce con movimientos de apertura de la boca.

Además, la montura de conexión 15 visible en el área frontal del dispositivo de registro sirve para el ajuste simple de la posición de rotación de las dos cámaras laterales 5 y 6, pudiendo eliminarse la montura de conexión una vez completado el ajuste de las cámaras 5 y 6 para permitir un acceso libre al paciente 1. El ajuste de la posición de rotación de las cámaras laterales 5 y 6 sirve para establecer los datos o curvas de movimiento de medición obtenidos, respectivamente, del maxilar inferior con respecto a la posición real del cráneo o la cabeza 1 del paciente, respectivamente.

De ese modo el ajuste de cámara de las cámaras laterales 5 y 6 tiene lugar de manera que las cámaras de toma de imágenes dispuestas lateralmente 5 y 6 se hacen pivotar o rotar, respectivamente, por medio de la montura de conexión 15 alrededor del eje de cámara hasta que la montura de conexión 15 y por tanto un eje horizontal respectivamente definido de la cámara 5, 6 se orienta en paralelo a la horizontal de Frankfurt, por tanto a la línea de conexión virtual entre el porion (el margen superior del meato auditivo externo) y la órbita (cavidad ósea del ojo).

Aparte del dispositivo procesador 14, el dispositivo de registro o dispositivo de captación ilustrado, respectivamente, comprende además, o está conectado a, respectivamente, un dispositivo de salida 16, por ejemplo un monitor y o una impresora, un panel de control 17, por ejemplo, un teclado, un dispositivo de almacenamiento (externo) 18, por ejemplo un lápiz de memoria USB, y una conexión de datos a un ordenador 19 externo, por ejemplo un ordenador personal, en particular para poder llevar a cabo en los mismos una evaluación con más detalle de los datos de medición determinados.

Como resultado, por tanto parece que por medio de la invención las posibilidades para el registro o seguimiento, respectivamente, de la posición, la orientación o el movimiento de partes del cuerpo de un paciente o un instrumento médico, respectivamente, pueden ampliarse drásticamente y al mismo tiempo también simplificarse. La invención permite de ese modo un alto grado de automatización así como una alta precisión de medición durante la determinación de la posición y el seguimiento del movimiento, reduciéndose drásticamente al mismo tiempo el gasto en equipamiento y minimizándose la reacción con respecto al objeto o la parte del cuerpo que va a medirse o el paciente, respectivamente.

La invención proporciona por tanto una contribución crucial para la mejora de posiciones o movimientos absolutos y relativos, respectivamente, particularmente en campos, tales como por ejemplo, en la cirugía manual o automatizada o en la captación mandibular odontológica, en los que una precisión de medición máxima y una aplicabilidad sencilla representan criterios de aplicación centrales.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para el registro de la posición, la orientación o el movimiento de al menos una parte de un cuerpo de un paciente dispuesto en un espacio de objeto por medio de un reconocimiento electrónico de imágenes con ayuda de al menos una cámara de toma de imágenes (5, 6, 7), comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas de procedimiento:
- 10 a) conectar al menos un marcador gráfico a al menos una parte del cuerpo, conociéndose al menos una característica geométrica de descripción de tamaño del marcador gráfico;
- 15 b) crear una imagen de al menos el área de la parte del cuerpo que contiene el marcador gráfico mediante la cámara de toma de imágenes;
- 20 c) transferir la imagen a un dispositivo de procesamiento (14) electrónico como archivo de imagen;
- d) en el espacio de imagen del archivo de imagen, localizar la imagen del marcador gráfico contenida en el archivo de imagen aplicando un procedimiento de reconocimiento de imágenes automatizado al archivo de imagen;
- 25 e) determinar la característica de descripción de tamaño del marcador gráfico en el espacio de imagen;
- f) determinar la posición y/o la orientación del marcador gráfico en el espacio de objeto con respecto a la cámara de toma de imágenes (5, 6, 7) con ayuda de la característica de descripción de tamaño en el espacio de imagen y en el espacio de objeto;
- 30 g) transferir los datos determinados con respecto a la posición del marcador gráfico en el espacio de objeto a una memoria de datos.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que, para el registro de un cambio de ubicación del marcador gráfico o de una secuencia de movimientos de la parte del cuerpo, se repiten las etapas de procedimiento b) a g).
- 35 4. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que al menos un marcador gráfico está conectado, respectivamente, a al menos dos partes del cuerpo que pueden moverse relativamente.
- 40 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que al menos dos marcadores gráficos están conectados a dicha al menos una parte del cuerpo.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que están previstas al menos dos cámaras de toma de imágenes (5, 6, 7) para la toma de imágenes de dicho al menos un marcador gráfico.
- 45 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que al menos dos marcadores gráficos asociados a direcciones espaciales diferentes están conectados a al menos una parte del cuerpo, estando prevista una cámara de toma de imágenes (5, 6, 7) propia para cada una de dichas direcciones espaciales.
- 50 8. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que las diferentes direcciones espaciales corresponden a un sistema de coordenadas cartesianas.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que los datos de posición determinados se utilizan con fines ortopédicos o dentales, o para la captación de movimientos del maxilar inferior.
- 55 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que el marcador gráfico presenta una pluralidad o una multiplicidad de elementos (13) geométricos, presentando cada uno de dichos elementos (13) geométricos al menos una referencia geométrica definida, conocida, a un punto fijo del marcador gráfico.
- 60 11. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que se codifican unidades de información por medio de una disposición característica de los elementos (13) geométricos entre sí y/o con respecto a un punto fijo del marcador gráfico.
- 65 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que el marcador gráfico está conectado por fricción o por adhesión a un área de la superficie de la parte del cuerpo.
12. Procedimiento según la reivindicación 3 y la reivindicación 11, caracterizado por que, dependiendo de la posición relativa determinada de dichas al menos dos partes del cuerpo, se produce una corrección de los datos de medición determinados con ayuda de valores empíricos para los desplazamientos que se producen entre la superficie de la piel y el esqueleto dependiendo de la posición relativa de las partes del cuerpo.

13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que el marcador gráfico está conectado a una parte del esqueleto.
- 5 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que el marcador gráfico está conectado a al menos un diente del maxilar superior o inferior.
- 10 15. Procedimiento según la reivindicación 14, caracterizado por que la orientación del eje de la articulación temporomandibular y de los cóndilos se determina automáticamente mediante el dispositivo procesador (14) a partir de los datos de posición o movimiento determinados del maxilar inferior.
- 15 16. Procedimiento según la reivindicación 14 o 15, caracterizado por que los datos de posición o movimiento determinados del maxilar inferior se relacionan con un punto situado sobre el eje de la articulación temporomandibular por medio de una transformación de coordenadas.
- 20 17. Procedimiento según una de las reivindicaciones 14 a 16, caracterizado por que los datos relevantes para la odontología o la técnica dental tales como la posición y la dislocación del eje condilar, el recorrido y la inclinación de la trayectoria condilar, el ángulo de Bennett, desplazamiento lateral y similares, se derivan automáticamente a partir de los datos de posición o movimiento determinados por medio del dispositivo procesador (14).
- 25 18. Procedimiento según una de las reivindicaciones 14 a 17, caracterizado por que la orientación de cualquier punto del maxilar inferior se determina a partir de los datos de posición o movimiento determinados, así como con ayuda de datos craneales por medio del dispositivo procesador (14).
- 30 19. Procedimiento según una de las reivindicaciones 14 a 18, caracterizado por que los datos característicos para el ajuste de articuladores dentales se derivan a partir de los datos de posición o movimiento determinados por medio del dispositivo procesador (14).
- 35 20. Procedimiento según una de las reivindicaciones 14 a 19, caracterizado por que, se dispone una placa para morder sobre el arco dental del maxilar inferior mediante masa para morder, estando conectada la placa para morder a al menos un marcador gráfico.
- 40 21. Dispositivo para el registro la posición, la orientación o el movimiento de al menos una parte del cuerpo de un paciente o de un instrumento médico, comprendiendo el dispositivo al menos un marcador gráfico que puede conectarse a la parte de objeto y al menos una cámara de toma de imágenes (5, 6, 7), estando configurada la cámara de toma de imágenes (5, 6, 7) para generar al menos una imagen de la parte de objeto que comprende el marcador gráfico, comprendiendo además el dispositivo un dispositivo procesador (14) para el procesamiento automatizado de información de imagen contenida en la imagen, caracterizado por que, se conoce al menos una característica geométrica de descripción de tamaño del marcador gráfico y puede grabarse en una memoria del dispositivo procesador (14), estando configurado el dispositivo procesador (14) para determinar la posición, la orientación y/o la trayectoria de movimiento del marcador gráfico con respecto a la cámara de toma de imágenes (5, 6, 7) con ayuda de la característica de descripción de tamaño conocida, así como con ayuda de sus dimensiones en el espacio de imagen.
- 45 22. Dispositivo según la reivindicación 21, caracterizado por que presenta al menos dos marcadores gráficos, estando cada uno de los marcadores gráficos respectivamente asociado a una de entre al menos dos partes de objeto móviles relativamente.
- 50 23. Dispositivo según la reivindicación 21 o 22, caracterizado por al menos dos marcadores gráficos, estando los al menos dos marcadores gráficos asociados a la misma parte de objeto.
- 55 24. Dispositivo según una de las reivindicaciones 21 a 23, caracterizado por al menos dos cámaras de toma de imágenes (5, 6, 7) para el registro de imágenes de dicho al menos un marcador gráfico.
- 60 25. Dispositivo según una de las reivindicaciones 21 a 24, caracterizado por que al menos dos marcadores gráficos dispuestos en direcciones espaciales diferentes están asociados a al menos una parte de objeto, comprendiendo el dispositivo una cámara de toma de imágenes (5, 6, 7) propia para cada dirección espacial.
- 65 26. Dispositivo según la reivindicación 25, caracterizado por que las diferentes direcciones espaciales corresponden a un sistema de coordenadas cartesianas.
27. Dispositivo según una de las reivindicaciones 21 a 26, caracterizado por que el marcador gráfico comprende una pluralidad o una multiplicidad de elementos (13) geométricos, presentando cada uno de dichos elementos (13) geométricos en el espacio de objeto al menos una referencia geométrica definida, conocida, a un punto fijo del marcador gráfico.

28. Dispositivo según la reivindicación 27, caracterizado por que se codifican unas unidades de información mediante una disposición característica de los elementos (13) geométricos entre sí y/o con respecto a un punto fijo del marcador gráfico.
- 5 29. Dispositivo según una de las reivindicaciones 21 a 28, caracterizado por que el dispositivo está configurado para una conexión por fricción o por adhesión del marcador gráfico a un área de la superficie del cuerpo.
30. Dispositivo según una de las reivindicaciones 21 a 29, caracterizado por que el dispositivo está configurado para conectar el marcador gráfico a una parte del esqueleto.
- 10 31. Dispositivo según una de las reivindicaciones 21 a 30, caracterizado por que el dispositivo comprende una disposición de fijación (10,11, 12) para conectar el marcador gráfico a al menos un diente del maxilar superior o inferior.
- 15 32. Dispositivo según una de las reivindicaciones 21 a 31, caracterizado por que el dispositivo comprende un aparato (2) para fijar la cámara de toma de imágenes con respecto a una parte del cuerpo o del esqueleto.
- 20 33. Dispositivo según la reivindicación 31 o 32, caracterizado por que el dispositivo procesador (14) puede conectarse a una unidad (16) de pantalla, estando configurados dicho dispositivo procesador (14) o dicha unidad (16) de pantalla, con ayuda de la posición, la orientación y/o la trayectoria de movimiento determinadas de dicho al menos un marcador gráfico, para la determinación automática o para la visualización gráfica o numérica de relaciones relevantes para la odontología, tales como la posición y la dislocación del eje condilar, el recorrido y la inclinación de la trayectoria condilar, el ángulo de Bennett, el desplazamiento lateral, el diagrama de Posselt y similares.
- 25 34. Dispositivo según una de las reivindicaciones 31 a 33, caracterizado por que el dispositivo está configurado para la determinación automática de datos característicos para el ajuste de articuladores dentales.

