

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 927 284**

51 Int. Cl.:

**G06V 20/10** (2012.01)  
**G06V 20/64** (2012.01)  
**G06T 7/70** (2007.01)  
**G06T 7/73** (2007.01)  
**G06T 7/00** (2007.01)  
**G06T 7/246** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.09.2018 PCT/EP2018/073687**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.04.2019 WO19063246**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.09.2018 E 18769100 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.06.2022 EP 3659113**

54 Título: **Sistema de reconocimiento, procedimiento de trabajo y procedimiento de entrenamiento para generar un modelo 3D con datos de referencia**

30 Prioridad:

**26.09.2017 DE 102017217063**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.11.2022**

73 Titular/es:

**SIEMENS MOBILITY GMBH (100.0%)  
Otto-Hahn-Ring 6  
81739 München, DE**

72 Inventor/es:

**GU, YECHENG;  
HOPPE, CHRISTOF;  
KLUCKNER, STEFAN;  
REINBOTHE, CHRISTOPH KONRAD y  
TETZLAFF, LUKAS**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 927 284 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**

Sistema de reconocimiento, procedimiento de trabajo y procedimiento de entrenamiento para generar un modelo 3D con datos de referencia

5 La presente invención hace referencia a un sistema de reconocimiento y a un procedimiento de trabajo para un sistema de reconocimiento. Los productos técnicos, como por ejemplo máquinas, vehículos, aviones, buques, etc., a menudo se componen de una pluralidad de componentes. Durante una utilización del producto técnico sucede que partes de la disposición se dañan o, debido a un deterioro, es necesario un cambio de componentes individuales del producto. Para los productos técnicos con una pluralidad de componentes de los más diversos tamaños resulta un desafío identificar un componente especial durante un mantenimiento del producto. A esto se agrega el hecho de que puede ser difícil diferenciar unas de otras las partes similares. Además, un reconocimiento de los componentes, de manera adicional, se dificulta debido a que por ejemplo los componentes móviles pueden estar presentes en el producto en diferentes estados, o debido a suciedad y/o deterioro, tan sólo pueden reconocerse con dificultad. En la primera publicación de la solicitud US 2010/045701 A1 se describen un sistema y un procedimiento para mejorar un entorno de realidad aumentada. Para ello, una pose de una cámara se determina mediante la comparación de marcas figurativas naturales y sintéticas. En el artículo "A mobile markerless AR system for maintenance and repair" de JURI PLATONOV ET AL, MIXED AND AUGMENTED REALITY, IEEE/ACM INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON, IEEE, PI, 22 de octubre de 2006, páginas 105-108, se describe una solución para instrucciones de reparación basadas en realidad aumentada, con un seguimiento basado en CAD, sin marcaciones.

20 Por el documento US 2014/132729 A1 se conoce un procedimiento de entrenamiento para generar un modelo 3D con imágenes de referencia.

Un objeto de la presente invención consiste en describir un procedimiento de trabajo para un sistema de reconocimiento, el cual posibilite un reconocimiento fiable de un componente de una disposición de componentes. Además, un objeto de la invención consiste en describir un sistema de reconocimiento para un procedimiento de trabajo de esa clase.

25 En un primer aspecto, el objeto antes mencionado se soluciona mediante un procedimiento de trabajo que comprende las siguientes etapas.

30 - determinación de una pose inicial de un dispositivo de registro, relativamente con respecto a un modelo 3D de una disposición de componentes, donde en la determinación de la pose inicial un primer detalle de la imagen se registra con el dispositivo de registro y se compara con al menos una imagen de referencia almacenada en el modelo 3D,

- generación de una señal de seguimiento de pose, partiendo de la pose inicial, en base a movimientos de traslación y/o de rotación del dispositivo de registro detectados,

- registro de un segundo detalle de la imagen, donde el segundo detalle de la imagen comprende al menos un componente que debe reconocerse de la disposición de componentes,

35 - determinación de una primera pose del dispositivo de registro relativamente con respecto al modelo 3D, en base a la señal de seguimiento de pose,

- determinación de una segunda pose del dispositivo de registro relativamente con respecto al modelo 3D, en base a una comparación del segundo detalle de la imagen con datos del modelo, del modelo 3D, y

40 - evaluación de al menos una información de componentes de al menos un componente que debe reconocerse, en base a la primera pose y a la segunda pose, cuando la comparación del segundo detalle de la imagen con los datos del modelo es exitosa. En este caso, se considera ventajoso que se garantice una propensión a errores reducida durante un reconocimiento de un componente que debe reconocerse. De este modo, por ejemplo, pueden diferenciarse unos de otros componentes que tienen el mismo aspecto al observarse desde el exterior, pero que se diferencian en su función y están dispuestos en distintos lugares de la disposición de componentes. Una diferenciación de esa clase no sería posible solamente con la comparación del segundo detalle de la imagen con los datos del modelo. En ese caso es ventajoso valorar la evaluación de al menos una información del componente, de al menos un componente que debe reconocerse, de manera adicional, en base a la primera pose. La pose inicial, así como la primera y la segunda pose, comprenden información con respecto a una posición del dispositivo de registro, relativamente con respecto a la disposición de componentes y a una dirección visual del dispositivo de registro hacia la disposición de componentes.

50

Según la invención, el procedimiento de trabajo comprende una generación de una señal de alerta cuando la comparación del segundo detalle de la imagen con los datos del modelo no es exitosa, al menos de forma parcial.

5 De ese modo, se señala a un usuario que se encuentra presente una desviación entre la escena real del producto técnico y el modelo 3D del producto técnico. En ese caso, la primera pose puede utilizarse para verificar un área que comprende el componente que debe reconocerse, aun cuando el segundo detalle de la imagen coincida con los datos del modelo sólo de forma parcial, en particular de forma insuficiente para una determinación de la segunda pose. En ese caso es ventajoso mostrar una señal de alerta a un usuario, de que por ejemplo se encuentran presentes un defecto u otra desviación entre la escena real y el modelo 3D, que afectan o impiden la determinación de la segunda pose. Adicionalmente, en ese caso también es posible mostrar información del componente solamente en base a la primera pose. Además, en un caso de esa clase es ventajoso mostrar al usuario la información del componente obtenida de ese modo, junto con la advertencia.

En al menos una configuración, la determinación de la segunda pose comprende además una determinación de una subárea del modelo 3D en base a la primera pose.

15 En este caso, es ventajoso que la determinación de la segunda pose puede realizarse más rápido, en base a una comparación del segundo detalle de la imagen con datos del modelo, del modelo 3D. Si la posición del dispositivo de registro puede asociarse a una subárea determinada del modelo 3D, en base a la primera pose, entonces, para la determinación de la segunda pose es suficiente comparar el segundo detalle de la imagen solamente con datos del modelo de la subárea del modelo 3D. De este modo, se limita en gran medida un área de búsqueda para una coincidencia de los datos del modelo con el segundo detalle de la imagen. Esto contribuye a una aceleración esencial de la comparación del segundo detalle de la imagen con los datos del modelo. De manera alternativa o adicional se limita también una dirección visual posible hacia el modelo 3D, en base a la primera pose. El segundo detalle de la imagen, entonces, sólo debe compararse con datos del modelo, del modelo 3D, que correspondan a la dirección visual de la primera pose. Del mismo modo, esto contribuye a una gran limitación del espacio de búsqueda y, con ello, a una gran aceleración del procedimiento de búsqueda.

25 En al menos una configuración, el procedimiento de trabajo comprende además las etapas:

- renderización de una primera vista parcial del modelo 3D en base a la primera pose,
- renderización de una segunda vista parcial del modelo 3D en base a la segunda pose,
- comparación de la primera vista parcial renderizada con la segunda vista parcial renderizada,
- generación de otra señal de alerta cuando una comparación de la primera y de la segunda vista parcial renderizada no es exitosa, al menos de forma parcial.

La comparación de las vistas parciales renderizadas, por ejemplo, tiene lugar en el espacio de la geometría, es decir que tiene lugar una comparación de dos modelos 3D. De este modo pueden identificarse y extraerse diferencias en la geometría. Las diferencias globales indican que ha fallado el reconocimiento de la primera y/o de la segunda pose. Al usuario se le comunica un feedback correspondiente, como señal de alerta.

35 En al menos una configuración ventajosa, en el registro del primer detalle de la imagen se registra una imagen en color de una escena unívoca, previamente conocida, de la disposición de componentes y/o se escanea un código de barras y/o un código QR colocado en un punto unívoco de la disposición de componentes. La imagen de referencia comprende una información de la imagen de referencia correspondiente y/o información del código de barras de referencia y/o información del código QR.

40 Una ventaja consiste en que un usuario puede encontrar los detalles de la imagen de esa clase de forma sencilla. Las escenas previamente conocidas de la disposición de componentes, que representan un primer detalle de la imagen, preferentemente son partes de la disposición de componentes que no están expuestas al desgaste, a la suciedad o similares.

45 En al menos una configuración, en la determinación de la pose inicial del dispositivo de registro se calcula una transformación geométrica entre el primer detalle de la imagen y la imagen de referencia.

La transformación geométrica comprende por ejemplo una homografía o un cálculo de pose relativo. La transformación geométrica determina una diferencia entre una pose, desde la cual fue registrado el primer detalle de la imagen, y una pose, desde la cual fue registrada la imagen de referencia. Esto contribuye a que la pose inicial pueda determinarse de forma más precisa. Además, el cálculo de la transformación geométrica es ventajoso, puesto que pueden compensarse imprecisiones en el registro del primer detalle de la imagen. Un primer detalle de la

imagen registrado, por ejemplo, también puede utilizarse para la determinación de la pose inicial, cuando el primer detalle de la imagen difiere de la imagen de referencia, por ejemplo en un ángulo visual y/o a una distancia con respecto a la escena previamente conocida.

5 En al menos una configuración, con el primer detalle de la imagen, de manera adicional, se identifica un tipo de producto de un producto que comprende la disposición de componentes.

Esto permite cargar un modelo 3D correspondiente, por ejemplo en una memoria.

10 En un segundo aspecto, el objeto antes mencionado se soluciona mediante un sistema de reconocimiento que comprende al menos un dispositivo de registro, un dispositivo de seguimiento de pose y al menos un dispositivo de procesamiento de datos. El dispositivo de registro está configurado para registrar un primer detalle de la imagen. Al menos un dispositivo de procesamiento de datos está configurado para determinar una pose inicial de al menos un dispositivo de registro, donde en la determinación de la pose inicial el primer detalle de la imagen se compara con al menos una imagen de referencia almacenada en el modelo 3D. El dispositivo de seguimiento de pose está configurado para generar una señal de seguimiento de pose, partiendo de la pose inicial, en base a movimientos de traslación y/o de rotación del dispositivo de registro detectados. Al menos un dispositivo de registro, además, está configurado para registrar un segundo detalle de la imagen, donde el segundo detalle de la imagen comprende al menos un componente que debe reconocerse de la disposición de componentes. Al menos un dispositivo de procesamiento de datos, además, está configurado para determinar una primera pose del dispositivo de registro relativamente con respecto al modelo 3D, en base a la señal de seguimiento de pose. Al menos un dispositivo de procesamiento de datos, además, está configurado para determinar una segunda pose del dispositivo de registro relativamente con respecto al modelo 3D, en base a la comparación del segundo detalle de la imagen con datos del modelo, del modelo 3D. Al menos un dispositivo de procesamiento de datos, además, está configurado para evaluar al menos una información de componentes de al menos un componente que debe reconocerse, en base a la primera pose y a la segunda pose, cuando la comparación del segundo detalle de la imagen con los datos del modelo es exitosa.

25 En este caso, una ventaja consiste en que para la evaluación se necesita una fiabilidad elevada en la evaluación de información del componente de al menos un componente que debe reconocerse y/o una inversión de tiempo reducida. La determinación de una primera pose y de una segunda pose hace posible comparar unas con otras poses determinadas independientemente unas de otras, e identificar información del componente sólo como fiable cuando se encuentra presente una coincidencia de las dos poses. De manera alternativa o adicional, un área de búsqueda para la determinación de la segunda pose se limita en base a la primera pose. Esto contribuye a que la evaluación de la información del componente y el reconocimiento de un componente puedan realizarse con una inversión de tiempo reducida. Además, se considera ventajoso que la determinación de la primera pose pueda realizarse independientemente de sistemas de localización globales, como por ejemplo GPS, ya que los mismos, por ejemplo, no funcionan en espacios cerrados.

35 Según la invención, el sistema de reconocimiento comprende además un dispositivo de visualización que está configurado para emitir al menos una información del componente, cuando la comparación del segundo detalle de la imagen con los datos del modelo es exitosa. Además, el dispositivo de visualización está configurado para mostrar una señal de alerta cuando la comparación del segundo detalle de la imagen con los datos del modelo no es exitosa, al menos de forma parcial.

40 Esto permite a un usuario del sistema de reconocimiento representar en imágenes la información del componente en el caso de una comparación exitosa. Por ejemplo, la información del componente, que se obtiene a partir de datos almacenados en el modelo 3D, se muestra combinada con el segundo detalle de la imagen. De este modo, el usuario puede comparar la escena real, que se reproduce en el segundo detalle de la imagen, con la información del componente, del modelo 3D. Además, por ejemplo, de ese modo es posible señalarle al usuario diferencias entre la escena real y el modelo 3D.

En al menos una configuración, el dispositivo de seguimiento de pose comprende una unidad de medición inercial para generar la señal de seguimiento de pose, donde la unidad de masa inercial está integrada en el dispositivo de registro.

50 Esto permite que la señal de seguimiento de pose y, con ello, la primera pose del dispositivo de registro, puedan ser generadas de forma fiable por el propio primer dispositivo de registro, sin tener que depender de productos externos.

Un procedimiento de entrenamiento para generar un modelo 3D con datos de referencia, en particular para un sistema de reconocimiento según el segundo aspecto, comprende las etapas:

- registro, con un dispositivo de registro, de al menos una imagen de referencia de la disposición de componentes, y

- vinculación de al menos una imagen de referencia con el modelo 3D, de manera que al dispositivo de registro que registra al menos una imagen de referencia se asocia una pose de referencia en el modelo 3D, donde en la vinculación al menos tres características de la imagen de referencia se asocian a tres características correspondientes del modelo 3D.

5 Los datos de referencia que están asociados al modelo 3D comprenden las imágenes de referencia y la pose de referencia, en base a la asociación de al menos tres características. Esto posibilita que las imágenes de referencia, en caso necesario, también puedan vincularse al modelo 3D de forma posterior. Esto contribuye a que en el caso de productos técnicos, que por ejemplo se modifican posteriormente, de manera que las imágenes de referencia ya no son más válidas, las imágenes de referencia puedan ser adaptadas.

10 Otras configuraciones ventajosas se describen en las reivindicaciones que se adjuntan, así como en la siguiente descripción de ejemplos de ejecución. Los ejemplos de ejecución se describen mediante las figuras que se adjuntan.

En las figuras muestran:

Figuras 1 - 3 diagramas de flujo de un procedimiento de trabajo para un sistema de reconocimiento según una configuración de la invención,

15 Figura 4 un diagrama de flujo de un procedimiento de entrenamiento para generar un modelo 3D con datos de referencia, según un ejemplo de ejecución de la invención, y

Figura 5 una disposición esquemática de un sistema de reconocimiento, según un ejemplo de ejecución de la invención.

20 La figura 1 muestra un procedimiento de trabajo para un sistema de reconocimiento según un ejemplo de ejecución de la invención. Las etapas descritas a continuación, de manera preferente, se realizan en el orden indicado. Pero también es posible que las etapas descritas se realicen en otro orden. En la etapa 100, un usuario con un dispositivo de registro registra primero una imagen en color. La imagen en color muestra un primer detalle de la imagen, de una disposición de componentes que comprende una pluralidad de componentes, de los cuales debe obtenerse información, como por ejemplo números de modelo, números de pedido, o similares.

25 La imagen en color que es registrada por el usuario, en el primer detalle de la imagen muestra una escena previamente conocida de la disposición de componentes. La escena previamente conocida no debe comprender el componente que debe identificarse. La escena previamente conocida, por ejemplo, es una disposición de tornillos identificada, unívoca, otra disposición unívoca de componentes, una indicación escrita unívoca, una parte unívoca o una vista de conjunto de la disposición de componentes. Por ejemplo, en el caso de que la disposición de componentes forme parte de un tren de pasajeros, una escena previamente conocida de esa clase, por ejemplo, es un sector unívoco, en el que pueden observarse una puerta y una ventana de una unidad de vagón. De manera alternativa, la imagen en color también puede comprender en sí misma una escena previamente conocida, sin la disposición de componentes, por ejemplo cuando el entorno, de forma unívoca, establece una posición y una orientación de la disposición de componentes.

35 En otra etapa 101 se determina una pose inicial del dispositivo de registro, con el cual fue registrada la imagen en color. Para determinar la pose inicial, la imagen en color registrada en la etapa 100 se compara con imágenes de referencia que están vinculadas a un modelo 3D de la disposición de componentes. Las imágenes de referencia, del mismo modo, son imágenes en color de escenas unívocas, previamente conocidas, de la disposición de componentes, que respectivamente están asociadas al modelo 3D con al menos tres pares de puntos. Las imágenes de referencia y su vinculación al modelo 3D se describen con más precisión con referencia a la figura 4.

Si se halla una coincidencia suficiente entre la imagen en color registrada en la etapa 100 con una de las imágenes de referencia, entonces mediante la imagen de referencia adecuada y su asociación al modelo 3D, se calcula una pose inicial del dispositivo de registro. La determinación de la pose inicial se describe con más precisión mediante la figura 2.

45 Con la pose inicial calculada, en la etapa 102 se inicializa una unidad de medición inercial del dispositivo de registro. La unidad de medición inercial detecta todos los movimientos de traslación y de rotación del dispositivo de registro. La unidad de medición inercial, en la etapa 103, agrega los movimientos de traslación o de rotación detectados a la pose inicial, para determinar en cualquier instante una primera pose del dispositivo de registro relativamente con respecto al modelo 3D. De este modo, movimientos de traslación se suman a una posición espacial de la pose inicial. Para una determinación de una dirección visual de la primera pose del dispositivo de registro se multiplican matrices de rotación de la pose inicial y de la variación de rotación detectada. Los movimientos de traslación o de rotación detectados de forma continua, agregados a la pose inicial, determinan la primera pose del dispositivo de registro. De este modo, por ejemplo, la primera pose del dispositivo de registro se calcula de forma continua durante

un movimiento, cuando el usuario con el dispositivo de registro, desde el punto de registro en el cual ha registrado la imagen en color, se desplaza hacia un punto en el cual desea identificar un componente de la disposición de componentes.

5 Si el usuario con el dispositivo de registro llega al punto en el cual desea identificar un componente, entonces, en la etapa 104, el mismo registra una imagen 2,5D de un segundo detalle de la imagen. Ese segundo detalle de la imagen comprende el componente que debe identificarse. La imagen 2,5D comprende tanto datos de color, como también datos de profundidad, para cualquier punto de la imagen registrado, del segundo detalle de la imagen. En la etapa 105 se determina una segunda pose del dispositivo de registro, relativamente con respecto al modelo 3D. Además, el modelo 2,5D se compara con los datos del modelo, del modelo 3D. Para ello, en particular es adecuado un algoritmo para la determinación iterativa de puntos más cercanos (en inglés iterative closest point algorithm, ICP, algoritmo iterativo del punto más cercano). De manera alternativa o adicional puede utilizarse una comparación en el área de la imagen, por ejemplo mediante comparaciones de píxeles.

15 De este modo se identifican y extraen diferencias en la geometría. Las diferencias globales indican que ha fallado el reconocimiento de la segunda pose. En el caso de diferencias locales, mediante diferentes métodos, por ejemplo una segmentación, es posible extraer regiones relacionadas. Por ejemplo, esto indica diferencias entre el modelo 3D y la disposición real. Las etapas 104 y 105 están descritas en detalle en la solicitud de patente con el número de registro PCT/US2017/041289, aún no publicada a la fecha de esta solicitud de patente, y el número de publicación posterior WO 2019/013736 A1, cuyo contenido se incluye en esta solicitud.

20 En una etapa 106 opcional que puede realizarse después de la determinación de la primera pose en la etapa 103 y antes de la etapa 105, en base a la primera pose, se selecciona una subárea del modelo 3D. Si se realiza la etapa 106, entonces la imagen 2,5D registrada en la etapa 104 se compara sólo con datos del modelo de la subárea determinada. De ese modo se alcanza una aceleración de la comparación de la imagen 2,5D con los datos del modelo, ya que se limita un área de búsqueda de los datos del modelo para la comparación.

25 Si en una comparación de la imagen 2,5D con los datos del modelo, del modelo 3D, no se halla una coincidencia o sólo se halla una coincidencia parcial, entonces en la etapa 107 al usuario se le muestra una alerta. Esa alerta, por ejemplo, puede indicar que ha fallado una comparación del segundo detalle de la imagen con el modelo 3D. De manera alternativa o adicional puede indicarse al usuario que una comparación de esa clase fue exitosa sólo de forma parcial. Por ejemplo, éste es el caso cuando en la comparación fue hallado un detalle del modelo 3D con la mayor coincidencia de todos los detalles del modelo 3D en su totalidad, pero esa comparación supera una tolerancia de desviación máxima determinada entre la imagen 2,5D y el detalle hallado del modelo 3D. Una tolerancia de desviación de esa clase se determina de manera que se hallan coincidencias entre la imagen 2,5D registrada y los datos del modelo, del modelo 3D, también cuando se encuentran presentes desviaciones menores entre la disposición de componentes real y el modelo 3D de la disposición de componentes.

35 La superación de la tolerancia de desviación máxima determinada, por ejemplo, indica que al menos partes de la disposición de componentes que fue registrada en el segundo detalle de la imagen, están sucias o tan deterioradas que la imagen 2,5D difiere de los datos del modelo. Además, esto puede indicar que componentes que están contenidos en la disposición de componentes están instalados en otro estado que el almacenado en el modelo 3D.

40 Si la determinación de la segunda pose en la etapa 105 es exitosa, entonces el sistema de reconocimiento continúa con una etapa 108. En esa etapa se evalúa información del componente, sobre los componentes reconocidos en el segundo detalle de la imagen. La etapa 108 se describe en detalle en el diagrama de flujo según la figura 3. Si la información del componente fue evaluada por el sistema de reconocimiento, entonces la misma se muestra al usuario en una etapa 109, en un dispositivo de visualización. Esa visualización, por ejemplo, comprende identificadores de los componentes reconocidos. De manera alternativa o adicional, la información del componente se muestra superpuesta con la imagen 2,5D del segundo detalle de la imagen. Para el usuario, de este modo, por ejemplo es posible encargar nuevamente componentes defectuosos o deteriorados directamente mediante un portal de pedidos en línea.

50 La figura 2 muestra un diagrama de flujo detallado para la determinación de la pose inicial de la etapa 101 según la figura 1. En la etapa 200, una función para generar vectores de características se aplica en la imagen en color con el primer detalle de la imagen. De este modo se calculan vectores de características para diferentes niveles de representación de la imagen en color, por ejemplo bordes y blobs (objetos binarios grandes).

55 En la etapa 201, los vectores de características calculados se comparan con vectores de características de las imágenes de referencia. Puesto que en general el número de las imágenes de referencia en el modelo 3D no es muy grande, es suficiente con una representación sencilla. Por ejemplo, vectores de características se cuantifican mediante un modelo de bolsa de palabras (BoW), para reconocer coincidencias. Ese modelo BoW está almacenado en una memoria junto con las asociaciones correspondientes de las imágenes de referencia, con respecto al modelo 3D.

Si en la etapa 201 no se halla una coincidencia suficiente de vectores de características, entonces el sistema de reconocimiento, en la etapa 202, genera una alerta que por ejemplo indica al usuario que el mismo probablemente ha registrado una escena incorrecta, ha registrado una escena previamente conocida, que está dañada o sucia, de modo que la misma no puede reconocerse, o que otro problema se encuentra presente en el registro de la escena previamente conocida.

Si en la etapa 201 se halla una coincidencia suficiente de vectores de características, por ejemplo en caso de no superarse un valor umbral para una desviación máxima permitida, en la etapa 203 se calcula una transformación geométrica entre el primer detalle de la imagen y la imagen de referencia coincidente. Una coincidencia suficiente de vectores de características, por ejemplo, se establece debido a que se define un valor umbral para una desviación máxima permitida entre los vectores de características calculados en la etapa 200 y los vectores de características de las imágenes de referencia. Si se hallan coincidencias de los vectores de características que no superan el valor umbral, entonces a la imagen en color registrada se asocia una imagen de referencia correspondiente, aun cuando la coincidencia no sea absoluta.

En la transformación geométrica, por ejemplo con una homografía o una determinación de la pose relativa, se determinan desviaciones entre el primer detalle de la imagen registrado y la imagen de referencia coincidente. Esa desviación distingue una desviación entre la pose del dispositivo de registro, relativamente con respecto a la escena previamente conocida, y una pose de referencia, relativamente con respecto a la escena previamente conocida, desde la cual fue registrada la imagen de referencia correspondiente que está asociada al modelo 3D. Para determinar las desviaciones entre la imagen en color registrada con el primer detalle de la imagen y la imagen de referencia, automáticamente se establecen correspondencias de puntos determinadas entre la imagen de referencia y la imagen en color registrada. Para ello, por ejemplo es adecuada una comparación de las similitudes de vectores de características de las respectivas imágenes y un cálculo de valores "inlier" robusto.

En base a esa transformación geométrica, en la etapa 204 se calcula la pose inicial. Para ello se agrega la desviación calculada con la pose de referencia de la imagen de referencia, para obtener la pose inicial del dispositivo de registro.

La figura 3 muestra un diagrama de flujo detallado de la evaluación de información del componente, según la etapa 108 de la figura 1. En una etapa 300 se renderiza una primera vista parcial del modelo 3D. El primer detalle parcial se selecciona en base a la primera pose. Para ello, la primera pose se localiza en el modelo 3D y se identifica el primer detalle parcial, que está orientado hacia el dispositivo de registro.

En una etapa 301, que por ejemplo se desarrolla paralelamente con respecto a la etapa 300, se identifica un segundo detalle parcial que debe renderizarse. Esto sucede mediante la comparación de la imagen 2,5D con los datos del modelo, del modelo 3D. Por ese motivo, esa etapa también ya puede desarrollarse para la comparación de la imagen 2,5D con los datos del modelo, del modelo 3D. Los datos del modelo, para ello, comprenden vistas de referencia 2,5D del modelo 3D, generadas sintéticamente a partir del modelo 3D. Esas vistas de referencia 2,5D del modelo 3D están almacenadas junto con el modelo 3D. Las vistas de referencia 2,5D generadas sintéticamente, por ejemplo, se generan de manera que para cada parte de la disposición de componentes se encuentra presente una vista de referencia 2,5D desde todos los ángulos de visión posibles. Para ello, los ángulos de visión están cuantificados, por ejemplo en etapas de 5°. Las vistas de referencia 2,5D del modelo 3D, que han dado como resultado una coincidencia con la imagen 2,5D registrada, definen el segundo detalle parcial que debe renderizarse. Del mismo modo, esto está descrito de forma detallada en la solicitud de patente con el número de publicación WO 2019/013736 A1.

En una etapa 302, a continuación, el primer detalle parcial renderizado se compara con el segundo detalle parcial renderizado. De este modo, se comparan nubes de puntos del primer detalle parcial renderizado con nubes de puntos del segundo detalle parcial renderizado. Para ello, en particular es adecuado un algoritmo para la determinación iterativa de puntos más cercanos (en inglés iterative closest point algorithm, ICP, algoritmo iterativo del punto más cercano). De manera alternativa o adicional puede utilizarse una comparación en el área de la imagen, por ejemplo mediante comparaciones de píxeles.

De este modo se identifican y extraen diferencias en la geometría. Las diferencias globales indican que ha fallado el reconocimiento de la segunda pose. En la etapa 303 se emite al usuario una advertencia correspondiente.

Si no se encuentran diferencias esenciales entre el primer y el segundo detalle parcial renderizado, entonces en la etapa 304 la información del componente, sobre los componentes reconocidos, se envía a un dispositivo de visualización.

De manera alternativa con respecto al ejemplo de ejecución descrito mediante la figura 3, información del componente se evalúa sin la renderización del primer detalle parcial. En particular cuando solamente la aceleración de la comparación de la imagen 2,5D con datos del modelo, del modelo 3D, debe alcanzarse mediante la limitación

del área de búsqueda de los datos del modelo, es decir, cuando se realiza la etapa 106 descrita mediante la figura 1, se prescinde de la renderización del primer detalle parcial y de la comparación de la primera vista parcial renderizada, con la segunda vista parcial renderizada. En ese caso, la información del componente se evalúa en base a la segunda vista parcial renderizada. Del mismo modo, esto está descrito de forma detallada en la solicitud de patente con el número de publicación WO 2019/013736 A1.

La figura 4 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento de entrenamiento para generar un modelo 3D con datos de referencia. Incluso el modelo 3D de la disposición de componentes está almacenado en una memoria. El modelo 3D, por ejemplo, es un modelo CAD de la disposición de componentes. Ese procedimiento de entrenamiento en particular puede utilizarse para un sistema de reconocimiento, cuyo procedimiento de trabajo se muestra en las figuras 1 a 3.

En una primera etapa 400, con un dispositivo de registro se registra una imagen en color de una escena identificada de una disposición de componentes. Una escena identificada de esa clase preferentemente no está expuesta a una suciedad esencial ni a un deterioro esencial. Además, la escena identificada es unívoca, de manera que la escena identificada no puede encontrarse dos veces en la disposición de componentes. De manera alternativa o adicional, las escenas identificadas de esa clase también pueden contener códigos QR o códigos de barras relevantes. En una siguiente etapa 401, la imagen en color registrada se adjunta al modelo 3D. Para ello, al menos tres puntos en la imagen en color se asocian a tres puntos correspondientes en el modelo 3D. Por ejemplo, esto se realiza manualmente mediante un usuario. De ese modo, una pose de la imagen en color está determinada de forma absoluta con respecto al modelo 3D, y está asociada a parámetros de calibración internos del modelo 3D. La escena identificada que fue registrada con la imagen en color representa una escena previamente conocida, que un usuario debe registrar con una imagen en color en el procedimiento de trabajo del sistema de reconocimiento, para determinar una pose inicial.

A continuación, en una etapa 402, la imagen en color se almacena en una memoria como imagen de referencia, con los respectivos pares de puntos que fijan la imagen en color en el modelo 3D.

Las etapas 400 a 402 pueden repetirse con la frecuencia deseada, para adjuntar cualquier número de imágenes de referencia al modelo 3D.

La figura 5 muestra una disposición esquemática de un sistema de reconocimiento 1, según un ejemplo de ejecución de la invención. El sistema de reconocimiento 1 en particular es adecuado para ser operado con el procedimiento de trabajo según las figuras 1 a 3. En la descripción del sistema de reconocimiento 1 según la figura 5 en particular se abordan elementos que se utilizan para la determinación de una primera pose. Aquí no se describen en detalle otros elementos del sistema de reconocimiento 1 que, por ejemplo, se utilizan para determinar una segunda pose y para evaluar la segunda pose, así como para evaluar información del componente. Del mismo modo, esto está descrito en la solicitud de patente con el número de publicación WO 2019/013736 A1.

El sistema de reconocimiento 1 se compone de un dispositivo de registro móvil 2, de un servidor 3 y de una memoria de datos 4. La memoria de datos 4, el servidor 3 y el dispositivo de registro móvil 2 respectivamente están conectados entre sí mediante una red 5. El dispositivo de registro 2 presenta un sensor de color 6, así como un sensor de profundidad 7. El sensor de color 6, por ejemplo, forma parte de una cámara RGB; el sensor de profundidad 7, por ejemplo, forma parte de un sensor de tiempo de vuelo (ToF) para determinar la distancia. El sensor de color 6 y el sensor de profundidad 7 están configurados para registrar imágenes 2,5D de una disposición de componentes. Las imágenes 2,5D registradas por los sensores 6, 7 son enviadas al servidor 3 mediante la red 5.

El servidor 3 presenta un procesador 8 y una memoria de trabajo 9. El procesador 8 y la memoria de trabajo 9 se utilizan para evaluar las imágenes 2,5D obtenidas por el dispositivo de registro 2. Para ello, distintos módulos de software están almacenados en un dispositivo de almacenamiento 10 del servidor 3. Los módulos de software requeridos son cargados en la memoria de trabajo 9 por el procesador 8.

En primer lugar, desde el dispositivo de almacenamiento 10 se solicita un módulo de mapeo 11. El módulo de mapeo, en este ejemplo de ejecución, evalúa solamente los datos de color de la imagen 2,5D, de manera que los datos de profundidad de la imagen 2,5D no se consideran o se borran. Queda una imagen en color, en base a los datos de color de la imagen 2,5D. El módulo de mapeo 11 está configurado para calcular vectores de características de la imagen en color.

A continuación, el procesador 8 carga un módulo de comparación 12 en la memoria de trabajo 9. El módulo de comparación 12 está configurado para comparar los vectores de características de la imagen en color con vectores de características de las imágenes de referencia 13 almacenadas en la memoria de datos 4. La comparación, por ejemplo, se realiza con el así llamado modelo de bolsa de palabras. Las imágenes de referencia 13 están almacenadas en la memoria de datos 4, con poses de referencia 14 correspondientes. Mediante las poses de

referencia 14, las imágenes de referencia 13 de una pose, en el modelo 3D 15 correspondiente, pueden asociarse a la disposición de componentes.

5 Si el módulo de comparación 12 encuentra una imagen de referencia 13 que coincide de modo suficiente con la imagen en color, entonces la imagen de referencia 13 correspondiente, con la pose de referencia 14 correspondiente, se carga en la memoria de trabajo 8. A continuación, un módulo de transformación 16 se aplica en la imagen en color y en la imagen de referencia 13 correspondiente. El módulo de transformación 16 calcula una transformación geométrica entre la imagen en color y la imagen de referencia 13 correspondiente. La transformación geométrica calculada por el módulo de transformación 16 se agrega a la pose de referencia 14 que pertenece a la imagen de referencia 13. El agregado de la pose de referencia 14 y la transformación geométrica representa una  
10 pose inicial del dispositivo de registro móvil 2, relativamente con respecto al modelo 3D 15. Esa pose inicial es enviada hacia el dispositivo de registro móvil 2 desde el servidor 3, mediante la red 5.

El dispositivo de registro móvil 2 comprende además una unidad de medición inercial 17 (en inglés: inertial measure unit, IMU), que se inicializa con la pose inicial.

15 La unidad de medición inercial 17 detecta todos los movimientos de traslación y de rotación que realiza a continuación el dispositivo de registro móvil 2. La unidad de medición inercial 17 agrega los movimientos de rotación o de traslación detectados a la pose inicial. De ese modo, la unidad de medición inercial 17 genera una señal de seguimiento de pose que se envía al servidor 3 mediante la red 5.

En el dispositivo de almacenamiento 10 del servidor 3 se encuentra además un primer módulo de determinación de pose 18 que está configurado para evaluar la señal de seguimiento de pose recibida por el dispositivo de registro móvil 2, y de ese modo determinar una primera pose del dispositivo de registro móvil 2.  
20

En un ejemplo de ejecución alternativo, la pose inicial se calcula en el servidor 3 y no se envía al dispositivo de registro 2. En ese caso, la unidad de medición inercial 17 detecta movimientos de rotación o de traslación del dispositivo de registro y envía al servidor 3 una señal de seguimiento de pose relativa, en base a los movimientos detectados. En ese caso, el primer módulo de determinación de pose 18 está configurado para evaluar la señal de seguimiento de pose relativa y para agregar los movimientos detectados por la unidad de medición inercial 17 a la pose inicial, para determinar la primera pose del dispositivo de registro.  
25

De manera alternativa, para determinar la primera pose con la unidad de medición inercial 17, puede utilizarse también otro sistema de navegación interno (indoor), para generar la señal de seguimiento de pose.

Además, en el dispositivo de almacenamiento 10 está almacenado un segundo módulo de determinación de pose 20 que está configurado para determinar una segunda pose del dispositivo de registro móvil 2, en base a una comparación de una imagen 2,5D registrada con el dispositivo de registro 2, con vistas de referencia 2,5D 19 generadas sintéticamente, que por ejemplo están almacenadas en la memoria de datos 4.  
30

En el dispositivo de almacenamiento 10, además, está almacenado un módulo de renderización 21 que está configurado para renderizar vistas parciales del modelo 3D y un módulo de evaluación 22 que está configurado para evaluar información de componentes, de componentes reconocidos en las vistas parciales renderizadas. La información del componente evaluada se envía entonces desde el servidor 3, mediante la red 5, hacia el dispositivo de registro 2. El dispositivo de registro 2 presenta una pantalla 23, mediante la cual al usuario se muestra la información del componente y/o advertencias, según el procedimiento antes descrito.  
35

Esos y otros elementos del sistema de reconocimiento 1 y sus funciones, además, están descritos en detalle en la solicitud de patente con el número de registro PCT/US2017/041289 y el número de publicación WO 2019/013736 A1.  
40

En un ejemplo de ejecución alternativo del sistema de reconocimiento 1, la memoria de datos está integrada en el servidor 3. En otro ejemplo de ejecución alternativo del sistema de reconocimiento 1, los elementos del servidor 3 están integrados completamente o de forma parcial en el dispositivo de registro móvil 2. En otro ejemplo de ejecución alternativo, los elementos del servidor 3 y de la memoria de datos 4 están integrados de forma parcial o completamente en el dispositivo de registro móvil 2.  
45

## REIVINDICACIONES

### 1. Procedimiento de trabajo que comprende las etapas:

- 5           - determinación de una pose inicial de un dispositivo de registro (2), relativamente con respecto a un modelo 3D (15) de una disposición de componentes, donde en la determinación de la pose inicial un primer detalle de la imagen se registra con el dispositivo de registro (2) y se compara con al menos una imagen de referencia (13) almacenada en el modelo 3D (15),
- generación de una señal de seguimiento de pose, partiendo de la pose inicial, en base a movimientos de traslación y/o de rotación del dispositivo de registro (2) detectados,
- 10          - registro de un segundo detalle de la imagen, donde el segundo detalle de la imagen comprende al menos un componente que debe reconocerse de la disposición de componentes,
- determinación de una primera pose del dispositivo de registro (2) relativamente con respecto al modelo 3D (15) en base a la señal de seguimiento de pose,
- 15          - determinación de una segunda pose del dispositivo de registro (2) relativamente con respecto al modelo 3D, en base a una comparación del segundo detalle de la imagen con datos del modelo, del modelo 3D (15), caracterizado por las siguientes etapas del procedimiento:
- evaluación de al menos una información de componentes de al menos un componente que debe reconocerse, en base a la primera pose y a la segunda pose, cuando la comparación del segundo detalle de la imagen con los datos del modelo es exitosa,
- 20          - generación de una señal de alerta cuando la comparación del segundo detalle de la imagen con los datos del modelo no es exitosa, al menos de forma parcial.

2. Procedimiento de trabajo según la reivindicación 1, donde la determinación de la segunda pose comprende además una determinación de una subárea del modelo 3D (15) en base a la primera pose.

### 3. Procedimiento de trabajo según una de las reivindicaciones 1 ó 2, que comprende además:

- 25           - renderización de una primera vista parcial del modelo 3D (15) en base a la primera pose,
- renderización de una segunda vista parcial del modelo 3D (15) en base a la segunda pose,
- comparación de la primera vista parcial renderizada con la segunda vista parcial renderizada,
- generación de otra señal de alerta cuando una comparación de la primera y de la segunda vista parcial renderizada no es exitosa, al menos de forma parcial.

30          4. Procedimiento de trabajo según una de las reivindicaciones 1 a 3, donde en el registro del primer detalle de la imagen se registra una imagen en color de una escena unívoca, previamente conocida, de la disposición de componentes y/o se escanea un código de barras y/o un código QR colocado en un punto unívoco de la disposición de componentes, y donde la imagen de referencia (13) comprende una información de la imagen de referencia correspondiente y/o información del código de barras de referencia y/o información del código QR.

35          5. Procedimiento de trabajo según una de las reivindicaciones 1 a 4, donde en la determinación de la pose inicial del dispositivo de registro (2) se calcula una transformación geométrica entre el primer detalle de la imagen y la imagen de referencia (13).

6. Procedimiento de trabajo según una de las reivindicaciones 1 a 5, donde con el primer detalle de la imagen, de manera adicional, se identifica un tipo de producto de un producto que comprende la disposición de componentes.

40          7. Sistema de reconocimiento (1) que comprende al menos un dispositivo de registro (2), un dispositivo de seguimiento de pose y al menos un dispositivo de procesamiento de datos, así como un dispositivo de visualización, donde

- el dispositivo de registro (2) está configurado para registrar un primer detalle de la imagen,
  - al menos un dispositivo de procesamiento de datos está configurado para determinar una pose inicial del dispositivo de registro (2) relativamente con respecto a un modelo 3D (15) de una disposición de componentes, donde en la determinación de la pose inicial el primer detalle de la imagen se compara con una imagen de referencia (13) almacenada en el modelo 3D,
- 5
- el dispositivo de seguimiento de pose está configurado para generar una señal de seguimiento de pose, partiendo de la pose inicial, en base a movimientos de traslación y/o de rotación del dispositivo de registro (2) detectados,
  - al menos un dispositivo de registro (2), además, está configurado para registrar un segundo detalle de la imagen, donde el segundo detalle de la imagen comprende al menos un componente que debe reconocerse de la disposición de componentes,
- 10
- al menos un dispositivo de procesamiento de datos, además, está configurado para determinar una primera pose del dispositivo de registro (2) relativamente con respecto al modelo 3D (15), en base a la señal de seguimiento de pose,
  - al menos un dispositivo de procesamiento de datos, además, está configurado para determinar una segunda pose del dispositivo de registro (2) relativamente con respecto al modelo 3D (15), en base a la comparación del segundo detalle de la imagen con datos del modelo, del modelo 3D (15), caracterizado porque
- 15
- al menos un dispositivo de procesamiento de datos, además, está configurado para evaluar al menos una información de componentes de al menos un componente que debe reconocerse, en base a la primera pose y a la segunda pose, cuando la comparación del segundo detalle de la imagen con los datos del modelo es exitosa,
- 20
- el dispositivo de visualización está configurado para emitir al menos una información del componente, cuando la comparación del segundo detalle de la imagen con los datos del modelo es exitosa, y para mostrar una señal de alerta cuando la comparación del segundo detalle de la imagen con los datos del modelo no es exitosa, al menos de forma parcial.
- 25
8. Sistema de reconocimiento (1) según la reivindicación 7, donde al menos un dispositivo de registro (2) comprende un sensor de color y un sensor de profundidad.
9. Sistema de reconocimiento (1) según una de las reivindicaciones 7 u 8, donde el dispositivo de seguimiento de pose comprende una unidad de medición inercial (17) para generar la señal de seguimiento de pose, y la unidad de medición inercial (17) está integrada en el dispositivo de registro (2).
- 30

FIG 1

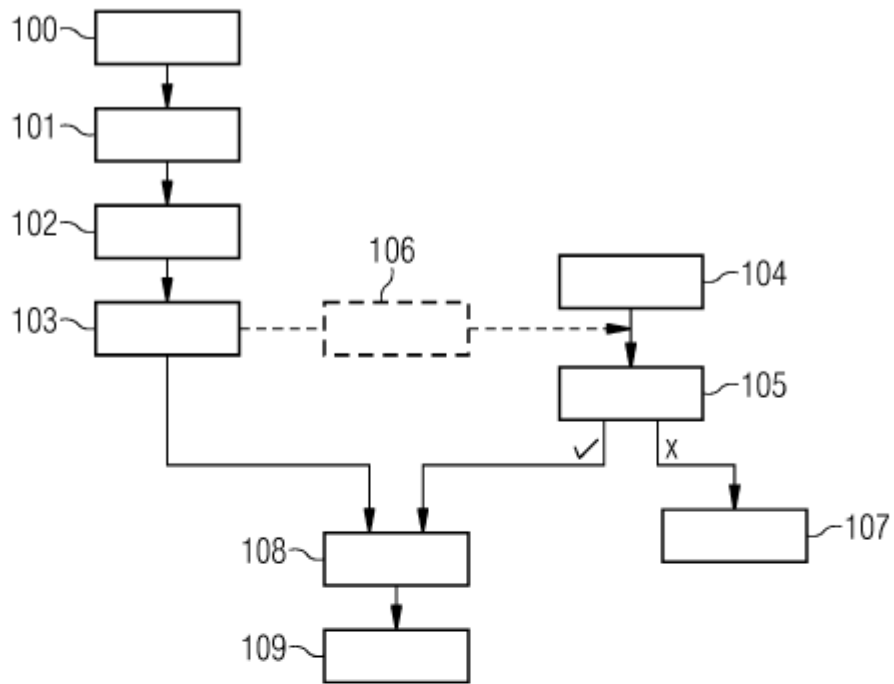


FIG 2

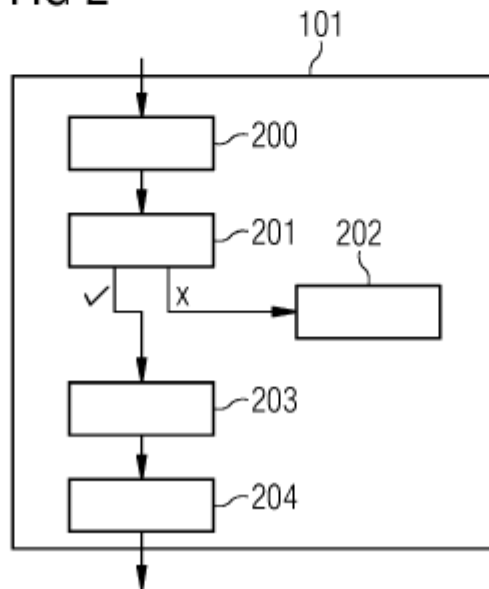


FIG 3

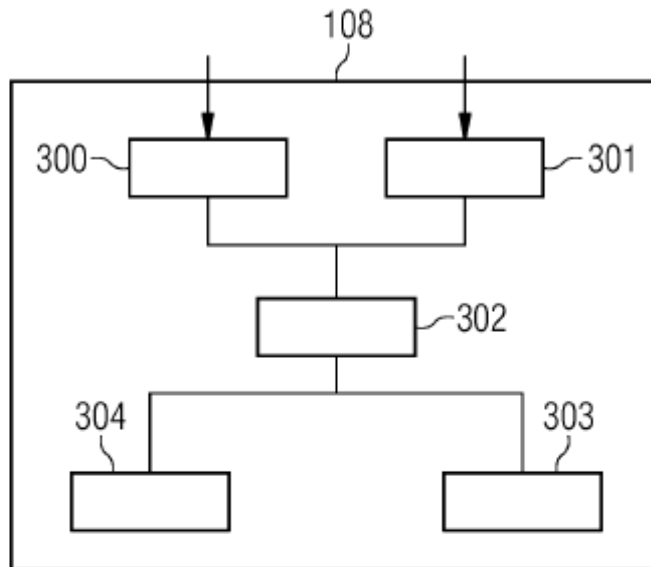


FIG 4

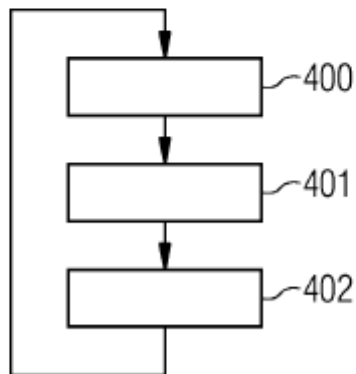


FIG 5

