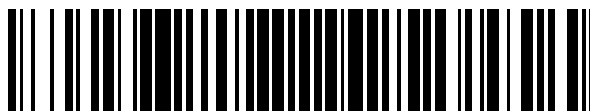


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 648 234**

51 Int. Cl.:

G01B 11/245 (2006.01)

G01B 21/04 (2006.01)

A61B 5/107 (2006.01)

G06T 7/00 (2007.01)

H04N 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.08.2014 E 14306267 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2017 EP 2837907**

54 Título: **Procedimiento e instalación para la adquisición automática de superficies tridimensionales**

30 Prioridad:

14.08.2013 FR 1358004

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

29.12.2017

73 Titular/es:

TELMAT INDUSTRIE (SOCIÉTÉ ANONYME)
(100.0%)

6 rue de l'Industrie
68360 Soultz, FR

72 Inventor/es:

DUDKIEWICZ, GILBERT;
KEITER, PASCAL y
FREY, FRÉDÉRIC

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 648 234 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 e instalación para la adquisición automática de superficies tridimensionales

5 La presente invención concierne al ámbito de la adquisición de representaciones tridimensionales de objetos o de escenas situados(-as) dentro de un espacio de adquisición, en particular, en un contexto de aplicación a la adquisición de envolventes superficiales de los sujetos humanos, por ejemplo con un propósito de medición, de modelización y/o de clasificación, en particular en relación con la industria y el comercio de la confección.

Más exactamente, la invención concierne a un procedimiento y una instalación de adquisición automática, de procesamiento y de recomposición digital de superficies tridimensionales.

10 Ya se conocen, en el estado de la técnica, numerosos procedimientos y sistemas aptos para realizar la adquisición de superficies tridimensionales y la posterior reconstrucción de una superficie única y enteriza, que ponen en práctica medios diferentes y/o métodos específicos, pero que presentan todos ellos inconvenientes o al menos limitaciones notables.

15 De este modo, son conocidos, por ejemplo por los documentos EP-A-1207367, FR-A-2963673 y WO 2009/153446, sistemas en los que se proyectan, dentro del espacio de adquisición, patrones de luz estructurados, y la imagen tridimensional se reconstruye a partir de al menos dos tomas de imagen. Además de precisar de medios de proyección específicos, en su caso, del tipo láser, este tipo de sistema es sensible en mayor o menor medida a la luz ambiente y, por la complejidad de la fusión de superficies que ha de realizarse, la precisión de la reconstrucción de la imagen tridimensional puede no ser suficiente cuando han de efectuarse medidas finas.

20 Para evitar la compleja operación de fusionado de las imágenes de diferentes sensores, se puede prever no utilizar más que un solo sensor, previendo el desplazamiento controlado de este último y/o del sujeto. No obstante, generalmente esta solución no proporciona una imagen final de buena calidad (resolución insuficiente) y, más aún, la adquisición total lleva un tiempo demasiado largo (movimiento posible del sujeto durante la adquisición).

25 Por otro lado, recientemente han hecho aparición, en el mercado de consumo (por lo tanto, a escaso coste), nuevos sensores 3D de profundidad, por ejemplo, los del tipo conocido con la designación Carmine® por la empresa Primesense (y especialmente puestos en práctica en la consola de videojuegos Kinect®).

30 Estos sensores se materializan cada uno de ellos en forma de una combinación de varios dispositivos, uno que proyecta un patrón o moteado de puntos en el espectro no visible (infrarrojo), otro que proporciona, por cada píxel adquirido, también una información de profundidad, y un tercero que proporciona la textura (color) del píxel. Así, la información recogida a la salida del sensor consiste en coordenadas en 3D (x, y, z), indicadas con respecto a un referencial espacial centrado en el centro óptico del sensor.

Este tipo de sensor entrega la información 3D a un ritmo de hasta 60 imágenes/segundo, ocupa un espacio reducido y puede ser conexionado directamente a una unidad informática (por ejemplo, en un puerto USB).

35 No obstante, el campo de adquisición, y especialmente la parte de este campo que proporciona una precisión de adquisición suficiente para las aplicaciones expresadas en la parte introductoria, es limitado, tanto desde el punto de vista de la profundidad (de 0,35 a 1,4 m aproximadamente) como desde el punto de vista de la abertura angular (54° en horizontal y 45° en vertical).

Ya se ha propuesto poner en práctica este tipo de sensor dentro del ámbito de la adquisición tridimensional y en sistemas tomavistas.

40 En un primer tipo de realización conocido ("KINECT AVATAR: FULLY AUTOMATIC BODY CAPTURE USING A SINGLE KINECT", Didier Striker et al., DFKI, Kaiserslautern), se utilizaba un solo sensor, por tanto, con los citados inconvenientes.

45 En una segunda realización conocida, montados en una estructura de soporte había varios sensores definiendo un espacio de adquisición, proporcionando cada sensor una imagen de buena resolución de una superficie limitada dada. No obstante, este sistema precisa de la colocación de un objeto de calibración para que el operador calibre el sistema (ausencia de funcionamiento completamente automático), y el ensamble de las diferentes porciones de superficie se realiza mediante reajuste de sus bordes periféricos, precisando de complejos procesamientos y de un nuevo posicionamiento, difícil de realizar en tiempo real, a menos que se disponga de recursos computacionales muy considerables y, por tanto, demasiado costosos para las aplicaciones a que se destina.

50 Finalmente, son ya conocidos, por la publicación "Calibration of a network of Kinect sensors for robotic inspection over a large workspace", Rizwan Macknoja et al., Robot Vision, 2013, IEEE, 15 de enero de 2013, páginas 184 a 190, un procedimiento que se corresponde sensiblemente con el preámbulo de la reivindicación 1 y una instalación que se corresponde sensiblemente con el preámbulo de la reivindicación 5.

El procedimiento y la instalación dados a conocer por esta publicación permiten superar al menos las principales limitaciones antedichas.

Partiendo de este estado de la técnica, la invención tiene por finalidad proponer un procedimiento y una instalación mejorados que faculten una automatización sencilla, rápida y precisa de la fase de calibración y de corrección.

Esta finalidad se consigue mediante las características de las partes caracterizantes de las reivindicaciones 1 y 5.

5 La invención se comprenderá mejor merced a la descripción que sigue, la cual se refiere a una forma preferida de realización, dada a título de ejemplo no limitativo y explicada con referencia a los dibujos esquemáticos que se acompañan, en los cuales:

las figuras 1A y 1B son vistas esquemáticas, parciales, en perspectiva, de una instalación según sendas variantes de realización de la invención, habiéndose representado solamente las marcas visuales y los sensores;

10 las figuras 2A y 2B son vistas desde arriba de un piso del espacio de adquisición (definido por cuatro montantes equipados con marcas visuales) y de los sensores (cuatro) situados en este piso de la instalación de la figura 2A, indicando estas dos figuras los sensores activos durante, respectivamente, una primera secuencia de calibración (2A) y durante una segunda secuencia de calibración (2B);

la figura 3 es una vista en sección y desde arriba, similar a las figuras 2A y 2B, de una variante de realización (montantes de sección triangular), habiéndose representado un solo sensor;

15 las figuras 4A y 4B son representaciones esquemáticas desde arriba de un piso del espacio de adquisición y de los sensores según sendas variantes de realización de la instalación (con seis sensores por piso), refiriéndose la figura 4B a la instalación de la figura 1B, y

las figuras 5A y 5B ilustran partes de envolventes tridimensionales obtenidas por ensamble de varias (dos o tres) representaciones de superficies tridimensionales con fusión de las zonas perimetrales solapantes.

20 La invención tiene por objeto un procedimiento de adquisición automática, de procesamiento y de recomposición digital de varias superficies tridimensionales 1 que, mediante cooperación, delimitan una envolvente de un cuerpo físico o una escena, en particular la envolvente 1' de un cuerpo humano entero (en las figuras 5A y 5B sólo está representada una porción mínima).

25 El sujeto de cuya envolvente han de tomarse lecturas está ubicado o se ubica en un espacio de adquisición 2 situado dentro de una estructura de soporte 3 para medios sensores 4 y elementos de marcas visuales 5 que forman parte de una instalación de adquisición, de procesamiento, de recomposición y de almacenamiento 6 de representaciones de envolventes o de escenas tridimensionales 1'.

La estructura de soporte 3 (de la cual sólo están representados los montantes 10 y las crucetas de las columnas 11, 11') forma parte, generalmente, de una cabina o análogo (no representada).

30 Tal como muestran las figuras 1 a 4, esta instalación 6 comprende esencialmente, por una parte, una pluralidad de sensores 4 situados fuera del espacio de adquisición 2 y organizados para cubrir conjuntamente la totalidad de este espacio con recubrimiento parcial perimetral de sus campos de adquisición individuales 7 y, por otra, una pluralidad de marcas visuales activas 5, posicionadas en los límites del espacio de adquisición 2, de manera repartida, y entre las cuales al menos cuatro marcas, no dispuestas en un mismo plano, están situadas dentro del campo de adquisición de cada uno de los sensores, proyectando cada sensor 4 (o siendo apto para proyectar) un patrón de puntos en el espectro no visible y siendo apto para proporcionar las coordenadas (x, y, z), dentro de su marca o referencial espacial, de cada punto de una superficie tridimensional 1 visible dentro de su campo de adquisición 7.

35 El procedimiento consiste en realizar una fase de calibración y de corrección de la instalación 6, durante la cual se calculan unas matrices de transformación o de conversión de coordenadas entre cada una de las marcas o referenciales específicos de los diferentes sensores 4 y una marca o un referencial espacial único asociado a la instalación 6, ello basándose en la adquisición de las coordenadas de al menos cuatro marcas visuales 5 no coplanarias mediante cada sensor 4, y, por cada nueva adquisición de representación de superficies tridimensionales 1 mediante los diferentes sensores 4, en convertir las coordenadas de los vóxeles de dichas representaciones digitales parciales al referencial espacial asociado a la instalación 6 y en constituir la representación tridimensional 1' completa de la envolvente o de la escena mediante ensamble ordenado de las diferentes representaciones parciales con fusión natural (sin tratamiento matemático) de dichas superficies en correspondencia con sus zonas perimetrales mutuamente superpuestas o solapantes 8.

Por supuesto, el posicionamiento preciso de cada una de las marcas visuales 5 dentro del referencial espacial común ligado a la instalación es conocido con gran exactitud.

50 De conformidad con la invención, la fase de calibración y de corrección se realiza automáticamente, basándose en la adquisición de las coordenadas de al menos cuatro marcas visuales activas 5 no coplanarias mediante cada sensor 4, y por consistir, durante esta fase, en identificar las marcas visuales activas 5, en forma de puntos luminosos, mediante una codificación temporal, aplicando una sesión de encendido y de apagado determinada única para cada marca 5, y en modular individualmente en intensidad cada marca visual 5, en forma de puntos luminosos,

hasta que la imagen de esta marca 5 adquirida por el sensor 4 de que se trate se corresponda con un único píxel.

De este modo, la invención proporciona, no sólo los medios para automatizar con facilidad la fase de calibración y de corrección, sino también para aumentar su precisión y acelerar su ejecución.

5 Al término de la calibración, el procedimiento según la invención permite adquirir en tiempo real, con una pluralidad de sensores 4 y con una resolución muy buena, una pluralidad de superficies tridimensionales 1, cuyas representaciones digitales, debido a la expresión de las coordenadas del conjunto de los puntos en un mismo referencial espacial, se pueden fusionar naturalmente para constituir la representación global 1' de la envolvente del sujeto.

10 El ensamble con fusión perimetral de las representaciones de las superficies tridimensionales 1 no precisa de ningún reajuste matemático y, con ello, de ninguna manipulación de datos susceptible de generar errores.

Las diferentes matrices de conversión y de transformación lineal determinadas en la fase previa de corrección se pueden calcular especialmente mediante un método de mínimos cuadrados, ello con el fin de minimizar los errores en su conjunto, en el dominio de los diferentes factores de conversión.

15 El procedimiento según la invención, especialmente debido a los sensores 3D 4 utilizados (por ejemplo, del tipo de los indicados anteriormente), no precisa de ninguna proyección de luz suplementaria y no es sensible a la luz ambiente (proyectando los sensores 4 un patrón de puntos infrarrojos repartidos dentro del campo de adquisición 7).

En una configuración idónea, sería deseable disponer de una matriz de marcas 5 repartidas homogéneamente por el conjunto de la escena observada por cada sensor 4, lo cual permitiría corregir de manera óptima las ocasionales aberraciones geométricas de dichos sensores 4.

20 No obstante, tal construcción óptima es difícil de realizar en la práctica, habida cuenta del sumamente elevado número de marcas 5 a cuya colocación daría lugar y de la complejidad estructural en que redundaría.

25 A título de compromiso ventajoso entre una buena calidad de adquisición y un número acotado de marcas 5, la invención puede consistir en posicionar espacialmente las marcas visuales 5 con respecto a los diferentes sensores 4 de manera tal que, de entre las al menos cuatro marcas 5 no coplanarias vistas por cada sensor 4, al menos una esté situada en la región central del campo de adquisición 7 del sensor 4 de que se trate, y al menos una, preferiblemente varias, en una zona perimetral de dicho campo 7.

30 La figura 2B ilustra, a título de ejemplo, la adquisición de las coordenadas de cuatro marcas 5 mediante un sensor 4, estando tres de las marcas situadas en un mismo plano, por ejemplo, el plano del sensor, y estando la cuarta marca situada en un plano superior o inferior (coincidiendo esta marca no coplanaria, en la figura 2B, con la marca superpuesta situada en el mismo plano que las otras dos marcas).

En vistas a lograr una buena calidad de la fusión de las superficies 1 vecinas entre sí y, por tanto, una ausencia de discontinuidad en la envolvente, la invención prevé ventajosamente unas zonas de recubrimiento o de solapamiento mutuo que representan al menos el 10 % entre campos de adquisición 7 de sensores 4 vecinos.

35 Adicionalmente, de acuerdo con una característica preferida de la invención, dos sensores 4 vecinos, cuyos campos de adquisición 7 se solapan parcialmente perimetralmente, comparten al menos una marca visual común 5 situada dentro de dicha región de solapamiento mutuo, materializándose cada una de dichas marcas visuales activas 5, preferiblemente, en forma de un diodo electroluminiscente, ocasionalmente dispuesto detrás de una superficie perforada y cuyo eje de emisión se halla ventajosamente dispuesto perpendicularmente al eje óptico del o de los sensores 4 cuyo(s) campo(s) de adquisición 7 lo engloba(n).

40 Finalmente, el procedimiento según la invención puede consistir asimismo en realizar virtualmente al menos una proyección planar de los puntos de la representación digital tridimensional global 1' sobre al menos un plano, en extraer de la misma una o varias línea(s) de contorno y en efectuar medidas y/o localizaciones de zonas o de puntos destacables, en esta o estas líneas.

A título de ejemplo de realización práctica, el proceso de calibración puede comprender las siguientes etapas:

- 45
- adquisición de una secuencia de n imágenes,
 - localización de los diferentes puntos luminosos (marcas 5) dentro de cada imagen tomada por cada sensor 4,
 - toma de lecturas de la secuencia de encendido y de apagado correspondiente a cada punto luminoso para identificarlo y recuperar su posición geométrica en la marca del sensor 4 en cuestión (coordenadas x, y, z),
- 50
- cálculo de la matriz de transferencia para convertir las coordenadas indicadas en la marca de los sensores 4 a la marca de la instalación 6.

Igualmente, a título de ejemplo de realización práctica del proceso de adquisición, se puede prever realizar:

- por cada sensor: una adquisición de una secuencia de n imágenes y el promediado de estas imágenes para filtrar el ruido,
- la aplicación de la matriz de transferencia para convertir las coordenadas de los puntos de las superficies 1 expresadas en la marca del sensor de que se trata a coordenadas expresadas en la marca de la instalación 6.

Finalmente, el proceso de reconstrucción superficial puede consistir, por ejemplo, en reunir los puntos de las representaciones de las superficies, proporcionados por todos los sensores y cuyas coordenadas están expresadas en la marca de la instalación, y en realizar la fusión de las superficies en las zonas en solapamiento (figuras 5A y 5B).

El proceso de fusión de las superficies puede ser, por ejemplo, similar al puesto en práctica en el sistema Symcad II comercializado por la firma solicitante.

A título de ejemplo práctico no limitativo y a los efectos de elaboración, las nubes de puntos (imágenes de los puntos proyectados) provenientes de los diferentes sensores 4 son recogidas y se pueden inyectar en un dispositivo (lógico) de mallado de puntos (en la unidad 9) con el fin de proceder a una simplificación en vistas a poder construir un modelo geométrico para hacer con él una representación gráfica. Existen soportes lógicos de mallado ("malladores"), como por ejemplo "Meshlab" (soporte lógico de procesamiento de mallados en 3D con numerosas funcionalidades de manipulación de imágenes 3D).

Siempre a título de ejemplo y en vistas a obtener una representación gráfica, en la pantalla de un ordenador, del conjunto de los datos adquiridos, y propia y también con el fin de hacer fluida su manipulación (rotación, traslación, zoom, ...), a las superficies 1 se les aplica un cierto número de procesamientos conocidos por un experto en la materia:

- diezmado de los puntos en 3D con el fin de aligerar las nubes de puntos;
- suavizado de las nubes de puntos en 3D con el fin de obtener un objeto más liso (eliminación de ocasionales puntos parásitos), lo cual da a la superficie 1 un mejor aspecto, sustituyéndose cada punto en 3D por la media con su entorno (suavizado por el método de la laplaciana);
- creación del objeto volumétrico mediante una reconstrucción en forma de triángulo (triangulación de Delaunay, método de Poisson, ...), con fusión natural en correspondencia con las zonas 8 adyacentes / solapantes;
- aplicación de una renderización con el fin de colorear el objeto o de darle el aspecto real aplicando la verdadera textura del objeto adquirida por cada sensor 4 en la adquisición;
- exportación de los datos a un formato 3D estándar (por ejemplo, del tipo OBJ, wrl, stl,...).

Para conseguir un óptimo rendimiento en cuanto a la textura de la reconstrucción 3D, en particular un rendimiento en color del objeto o de la escena, se pueden instalar, dentro de la cabina, medios de iluminación con el fin de proporcionar, en cualquier circunstancia, una iluminación uniforme sobre el objeto cuya superficie volumétrica o su envolvente ha de adquirirse.

Es también objeto de la presente invención una instalación 6 para la puesta en práctica del procedimiento anteriormente descrito, y que comprende una estructura de soporte 3 en la cual van montados una pluralidad de sensores 4 y de marcas visuales 5, y que delimita un espacio de adquisición 2, especialmente adaptado para albergar a un sujeto humano de pie o sentado y, ocasionalmente, en cualquier posición que faculte la toma de lecturas de medidas particulares.

Tal como muestran las figuras 1 a 4, los diferentes sensores 4 están situados todos ellos fuera del espacio de adquisición 2 y están organizados para cubrir conjuntamente la totalidad de este espacio, con un recubrimiento parcial perimetral de los campos de adquisición 7 entre sensores 4 vecinos, y son aptos para proyectar un patrón de puntos en un espectro no visible, preferiblemente infrarrojo, y para proporcionar las coordenadas espaciales (x, y, z), en su referencial espacial propio, por ejemplo con origen en el centro óptico del sensor 4 de que se trate, de cada punto de una superficie tridimensional 1 visible dentro de su campo de adquisición 7.

La instalación 6 comprende, además, al menos una unidad de procesamiento 9, que gestiona el funcionamiento de la instalación 6, apta para transformar las coordenadas espaciales de los puntos de las superficies 1 adquiridas por cada sensor 4 en coordenadas en un referencial espacial único común, asociado a la instalación 6, preferiblemente al espacio de adquisición 2, ello por mediación de matrices de conversión o de transformación, parametrizadas en una fase de corrección y de calibración de la instalación 6, y apta para fusionar las representaciones de las superficies 1 adquiridas por los diferentes sensores 4 en una única representación tridimensional 1 global por ensamble ordenado, con fusión natural en sus zonas perimetrales solapantes 8.

El origen del referencial espacial único puede corresponderse, por ejemplo, con el centro geométrico del espacio de adquisición 2.

De conformidad con la invención, la instalación está caracterizada por que las marcas visuales 5, activas, están posicionadas en los límites del espacio de adquisición 2, ello de manera repartida, observando cada sensor 4 al menos cuatro marcas visuales activas 5 no coplanarias que están situadas dentro de su campo de adquisición 7, por que las marcas visuales 5 se materializan en forma de pilotos luminosos, por ejemplo de diodos electroluminiscentes, cuyos ejes de emisión ventajosamente están orientados perpendicularmente con respecto al eje óptico 4' de uno al menos de los sensores 4 aptos para englobarlos dentro de sus campos de adquisición 7, y por que la unidad de procesamiento 9 comprende o está asociada a un medio de gobierno individual de cada piloto en configuración de marca 5, apto para aplicar una secuencia de encendido y de apagado específica y propia de cada marca 5 y para modular separada e independientemente en intensidad cada piloto en configuración de marca 5, hasta lograr una representación puntual de la marca 5 en cuestión dentro de la imagen o la representación de esta marca 5 adquirida por los sensores 4 en cuyos campos de adquisición 7 está situado.

De acuerdo con una forma de realización preferida de la invención, ilustrada en las figuras que se acompañan, el espacio de adquisición 2 consiste en un volumen paralelepípedo rectangular con una forma y unas dimensiones adaptadas para alojar a un sujeto humano de pie en vertical y/o en cualquier otra posición, estando delimitado este espacio 2 por unos montantes 10 portadores cada uno de ellos de ciertas marcas visuales 5, por ejemplo cuatro, seis u ocho montantes verticales 10 que forman parte de la estructura de soporte 3 y organizados en el suelo en correspondencia con los ángulos y lados de un cuadrado o de un rectángulo, estando los sensores 4 instalados preferiblemente fuera y más allá de dichos montantes 10 en configuración de aristas angulares para el espacio de adquisición 2, estando posicionados, por ejemplo, al menos en correspondencia con las aristas angulares de un paralelepípedo de mayor dimensión y que rodea el paralelepípedo determinado por los montantes 10, y orientados de manera tal que al menos tres montantes 10 estén situados parcialmente dentro del campo de adquisición 7 de cada sensor 4, con una parte al menos de su altura.

En vistas a lograr una distribución de los sensores 4 que faculte una óptima adquisición del sujeto, del objeto o de la escena situados dentro del espacio de adquisición 2, ventajosamente se prevé que los sensores 4 y, preferiblemente, también las marcas luminosas 5, estén organizados de manera superpuesta en varios niveles o pisos, estando repartidos por columnas o rampas 11 que se extienden según la altura del espacio de adquisición 2, estando los sensores 4 del nivel o piso superior orientados ventajosamente de manera inclinada hacia abajo (especialmente para permitir una correcta adquisición de la parte superior de los hombros, en el caso de un sujeto humano) y estando los sensores 4 del nivel o piso inferior orientados ventajosamente de manera inclinada hacia arriba.

De acuerdo con otra característica de la invención, que especialmente se desprende de las figuras 2 y 3 de los dibujos que se acompañan, los sensores 4, dependiendo de la forma y de las dimensiones de su respectivo campo de adquisición 7, están, por una parte, posicionados y orientados en cada piso o nivel de manera tal que cada uno de ellos englobe, dentro de su respectivo campo de adquisición 7, el montante 10 más alejado de ellos y que su eje óptico 4' pase sensiblemente por el medio de uno de los costados laterales del espacio de adquisición 2 contiguos a la arista angular determinada por el montante 10 más próximo a ellos y, por otra, organizados, a lo largo de la altura del espacio de adquisición 2 y en cada nivel o piso, de manera tal que se dé una superposición parcial perimetral de su campo de adquisición 7 con el campo 7 de cada uno de los sensores 4 que de ellos son inmediatamente vecinos o adyacentes.

De conformidad con una variante de realización de la invención, y tal como muestran esquemáticamente las figuras 1B y 4, la instalación 6 puede comprender dos columnas 11' de sensores 4 superpuestos suplementarios, dispuestas cada una de ellas frente a uno de los dos lados mayores opuestos del espacio de adquisición 2, cuando este último tiene una forma paralelepípeda de sección rectangular.

Tal como, por comparación, muestran además las figuras 3, 4A y 4B, la instalación 6 puede incluir, dependiendo del alcance y de las formas de los campos de adquisición 7 de los sensores 4, así como de su organización con respecto al espacio de adquisición 2, cuatro, seis u ocho montantes 10 provistos de marcas 5 repartidas por su altura (de manera regular, o por racimos, en función de la localización de los sensores 4). La figura 4B muestra asimismo las diferentes ternas de montantes 10 cuyas marcas 5 toman en cuenta cada una de las columnas 11 de sensores 4 situadas en los ángulos del espacio de adquisición 2.

Las marcas visuales activas 5 pueden, ventajosamente, estar montadas dentro de una caja, detrás de un guardavista o en el interior (ocasionalmente hueco) de los montantes 10, y proyectar su radiación visible a través de un orificio de pequeño tamaño, que se equipara sensiblemente a un píxel en las imágenes adquiridas por los sensores 4 (emisión luminosa puntual en la ubicación precisa determinada en la marca de la instalación).

Las marcas 5 están organizadas sobre las diferentes caras de los montantes 10 visibles para uno o varios de los sensores 4.

Por supuesto, la invención no queda limitada a la forma de realización descrita y representada en los dibujos que se

acompañan. No dejan de ser posibles modificaciones, especialmente desde el punto de vista de la constitución de los diversos elementos o mediante sustitución por otros técnicamente equivalentes, sin salir por ello del ámbito de protección de la invención, según está definido en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de adquisición automática, de procesamiento y de recomposición digital de varias superficies tridimensionales que, mediante cooperación, delimitan una envolvente de un cuerpo físico o una escena, en particular la envolvente de un cuerpo humano entero, en el que el sujeto de cuya envolvente han de tomarse lecturas está ubicado o se ubica en un espacio de adquisición situado dentro de una estructura de soporte para medios sensores y elementos de marcas visuales que forman parte de una instalación de adquisición, de procesamiento, de recomposición y de almacenamiento de representaciones de envolventes o de escenas tridimensionales,
- 5
- comprendiendo dicha instalación, por una parte, una pluralidad de sensores situados fuera del espacio de adquisición y organizados para cubrir conjuntamente la totalidad de este espacio con recubrimiento parcial perimetral de sus campos de adquisición individuales y, por otra, unas marcas visuales activas, posicionadas en los límites del espacio de adquisición, de manera repartida, y entre las cuales unas marcas están situadas dentro del campo de adquisición de cada uno de los sensores, siendo apto cada sensor para proyectar un patrón de puntos en el espectro no visible y para proporcionar las coordenadas (x, y, z), dentro de su marca o referencial espacial, de cada punto de una superficie tridimensional visible dentro de su campo de adquisición,
- 10
- consistiendo este procedimiento en realizar una fase de calibración y de corrección de la instalación (6), durante la cual se calculan unas matrices de transformación o de conversión de coordenadas entre cada una de las marcas o referenciales específicos de los diferentes sensores (4) y una marca o un referencial espacial único asociado a la instalación (6), ello por cada nueva adquisición de representación de superficies tridimensionales (1) mediante los diferentes sensores (4), en convertir las coordenadas de los vóxeles de dichas representaciones digitales parciales al referencial espacial asociado a la instalación (6) y en constituir la representación tridimensional (1') completa de la envolvente o de la escena mediante ensamble ordenado de las diferentes representaciones parciales con fusión natural de dichas superficies en correspondencia con sus zonas perimetrales mutuamente superpuestas o solapantes (8),
- 20
- procedimiento caracterizado por que la fase de calibración y de corrección se realiza automáticamente, basándose en la adquisición de las coordenadas de al menos cuatro marcas visuales activas (5) no coplanarias mediante cada sensor (4), y por consistir, durante esta fase, en identificar las marcas visuales activas (5), en forma de puntos luminosos, mediante una codificación temporal, aplicando una sesión de encendido y de apagado determinada única para cada marca (5) y en modular individualmente en intensidad cada marca visual (5), en forma de puntos luminosos, hasta que la imagen de esta marca (5) adquirida por el sensor (4) de que se trate se corresponda con un único pixel.
- 25
- 30
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por consistir en posicionar espacialmente las marcas visuales (5) con respecto a los diferentes sensores (4) de manera tal que, de entre las al menos cuatro marcas (5) no coplanarias vistas por cada sensor (4), al menos una esté situada en la región central del campo de adquisición (7) del sensor (4) de que se trate, y al menos una, preferiblemente varias, en una zona perimetral de dicho campo (7).
- 35
3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado por que dos sensores (4) vecinos, cuyos campos de adquisición (7) se solapan parcialmente perimetralmente, comparten al menos una marca visual común (5) situada dentro de dicha región de solapamiento mutuo, materializándose cada una de dichas marcas visuales activas (5), preferiblemente, en forma de un diodo electroluminiscente, ocasionalmente dispuesto detrás de una superficie perforada y cuyo eje de emisión se halla ventajosamente dispuesto perpendicularmente al eje óptico del o de los sensores (4) cuyo(s) campo(s) de adquisición (7) lo engloba(n).
- 40
4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por consistir en realizar virtualmente al menos una proyección planar de los puntos de la representación digital tridimensional global (1') sobre al menos un plano, en extraer de la misma una o varias línea(s) de contorno y en efectuar medidas y/o localizaciones de zonas o de puntos destacables, en esta o estas líneas.
- 45
5. Instalación para la puesta en práctica del procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende una estructura de soporte (3), una pluralidad de sensores (4) y de marcas visuales (5) montados en dicha estructura de soporte (3), delimitando esta última un espacio de adquisición (2), especialmente adaptado para albergar a un sujeto humano de pie o sentado,
- 50
- estando los diferentes sensores (4) situados todos ellos fuera del espacio de adquisición (2), y están organizados para cubrir conjuntamente la totalidad de este espacio, con un recubrimiento parcial perimetral de los campos de adquisición (7) entre sensores (4) vecinos, y siendo aptos para proyectar un patrón de puntos en un espectro no visible, preferiblemente infrarrojo, y para proporcionar las coordenadas espaciales (x, y, z), en su referencial espacial propio, por ejemplo con origen en el centro óptico del sensor (4) de que se trate, de cada punto de una superficie tridimensional (1) visible dentro de su campo de adquisición (7),
- 55
- comprendiendo la instalación (6), además, al menos una unidad de procesamiento (9), que gestiona el funcionamiento de la instalación (6), apta para transformar las coordenadas espaciales de los puntos de las

- superficies (1) adquiridas por cada sensor (4) en coordenadas en un referencial espacial único común, asociado a la instalación (6), preferiblemente al espacio de adquisición (2), ello por mediación de matrices de conversión o de transformación, parametrizadas en una fase de corrección y de calibración de la instalación (6), y apta para fusionar las representaciones de las superficies (1) adquiridas por los diferentes sensores (4) en una única representación tridimensional (1) global por ensamble ordenado, con fusión natural en sus zonas perimetrales solapantes (8),
- 5 caracterizada la instalación por que las marcas visuales (5), activas, están posicionadas en los límites del espacio de adquisición (2), ello de manera repartida, incluyendo cada sensor (4) al menos cuatro marcas visuales activas (5) no coplanarias situadas dentro de su campo de adquisición (7),
- 10 por que las marcas visuales (5) se materializan en forma de pilotos luminosos, por ejemplo de diodos electroluminiscentes, cuyos ejes de emisión ventajosamente están orientados perpendicularmente con respecto al eje óptico (4') de uno al menos de los sensores (4) aptos para englobarlos dentro de sus campos de adquisición (7),
- 15 y por que la unidad de procesamiento (9) comprende o está asociada a un medio de gobierno individual de cada piloto en configuración de marca (5), formando dicho medio de gobierno parte de la instalación y estando configurado para aplicar una secuencia de encendido y de apagado específica y propia de cada marca (5) y para modular separada e independientemente en intensidad cada piloto en configuración de marca (5), hasta lograr una representación puntual de la marca (5) en cuestión dentro de la imagen o la representación de esta marca (5) adquirida por los sensores (4) en cuyos campos de adquisición (7) está situado.
6. Instalación según la reivindicación 5, caracterizada por que el espacio de adquisición (2) consiste en un volumen paralelepípedo rectangular con una forma y unas dimensiones adaptadas para alojar a un sujeto humano de pie en vertical y/o en cualquier otra posición, estando delimitado este espacio (2) por unos montantes (10) portadores cada uno de ellos de ciertas marcas visuales (5), por ejemplo cuatro, seis u ocho montantes verticales (10) que forman parte de la estructura de soporte (3) y organizados en el suelo en correspondencia con los ángulos y lados de un cuadrado o de un rectángulo, estando los sensores (4) instalados preferiblemente fuera y más allá de dichos montantes (10) en configuración de aristas angulares para el espacio de adquisición (2), estando posicionados, por ejemplo, al menos en correspondencia con las aristas angulares de un paralelepípedo de mayor dimensión y que rodea el paralelepípedo determinado por los montantes (10), y orientados de manera tal que al menos tres montantes (10) estén situados parcialmente dentro del campo de adquisición (7) de cada sensor (4), con una parte al menos de su altura.
- 20 7. Instalación según la reivindicación 5 ó 6, caracterizada por que los sensores (4) y, preferiblemente, también las marcas visuales (5), están organizados de manera superpuesta en varios niveles o pisos, estando repartidos por columnas (11) que se extienden según la altura del espacio de adquisición (2), estando los sensores (4) del nivel o piso superior orientados ventajosamente de manera inclinada hacia abajo y estando los sensores (4) del nivel o piso inferior orientados ventajosamente de manera inclinada hacia arriba.
- 25 8. Instalación según la reivindicación 6 ó 7, caracterizada por que los sensores (4), dependiendo de la forma y de las dimensiones de su respectivo campo de adquisición (7), están, por una parte, posicionados y orientados en cada piso o nivel de manera tal que cada uno de ellos englobe, dentro de su respectivo campo de adquisición (7), el montante (10) más alejado de ellos y que su eje óptico (4') pase sensiblemente por el medio de uno de los costados laterales del espacio de adquisición (2) contiguos a la arista angular determinada por el montante (10) más próximo a ellos y, por otra, organizados, a lo largo de la altura del espacio de adquisición (2) y en cada nivel o piso, de manera tal que se dé una superposición parcial perimetral de su campo de adquisición (7) con el campo (7) de cada uno de los sensores (4) que de ellos son inmediatamente vecinos o adyacentes.
- 30 9. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizada por comprender dos columnas (11') de sensores (4) superpuestos suplementarios, dispuestas cada una de ellas frente a uno de los dos lados mayores opuestos del espacio de adquisición (2), cuando este último tiene una forma paralelepípedica de sección rectangular.
- 35 40 45

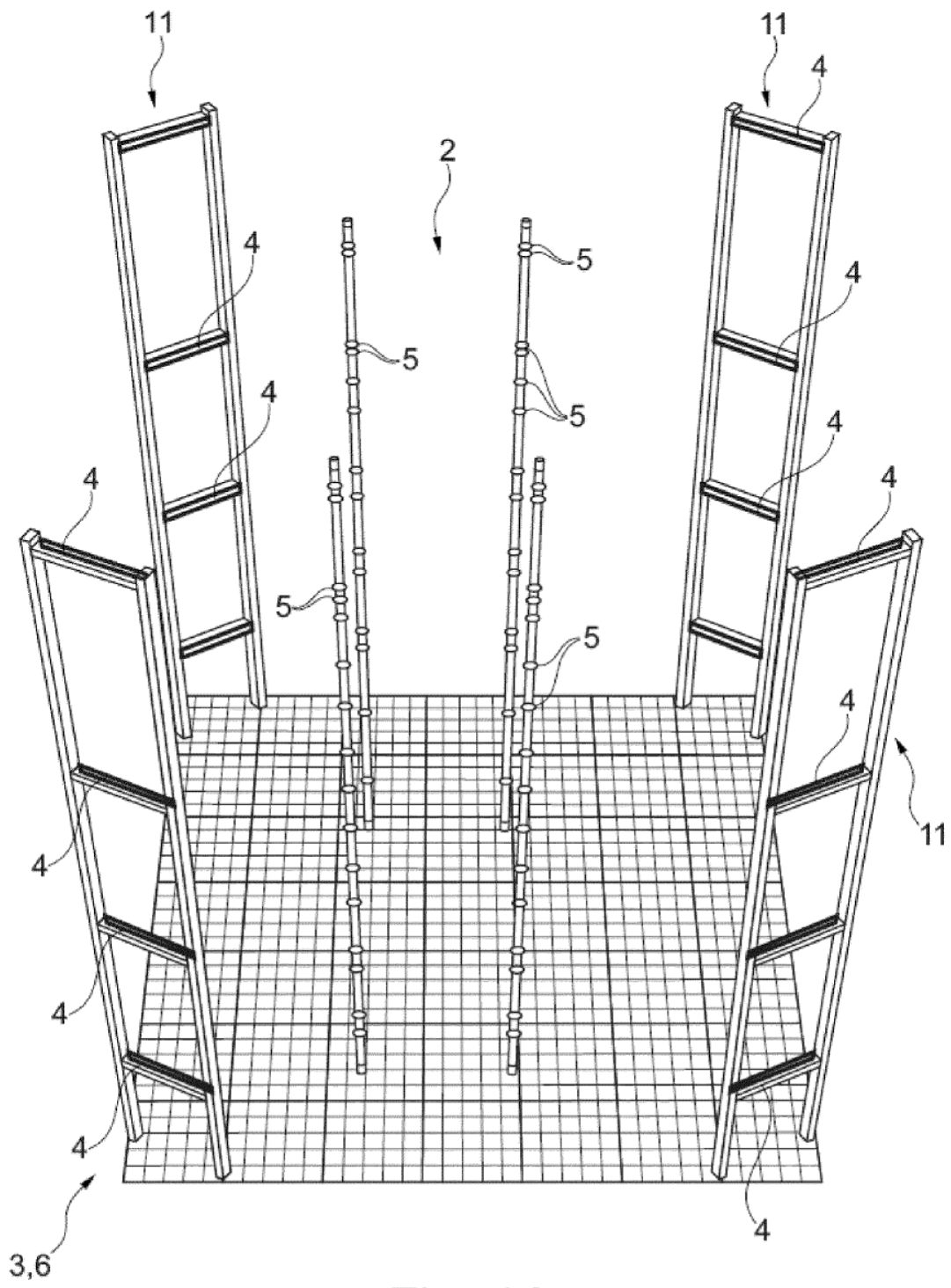


Fig. 1A

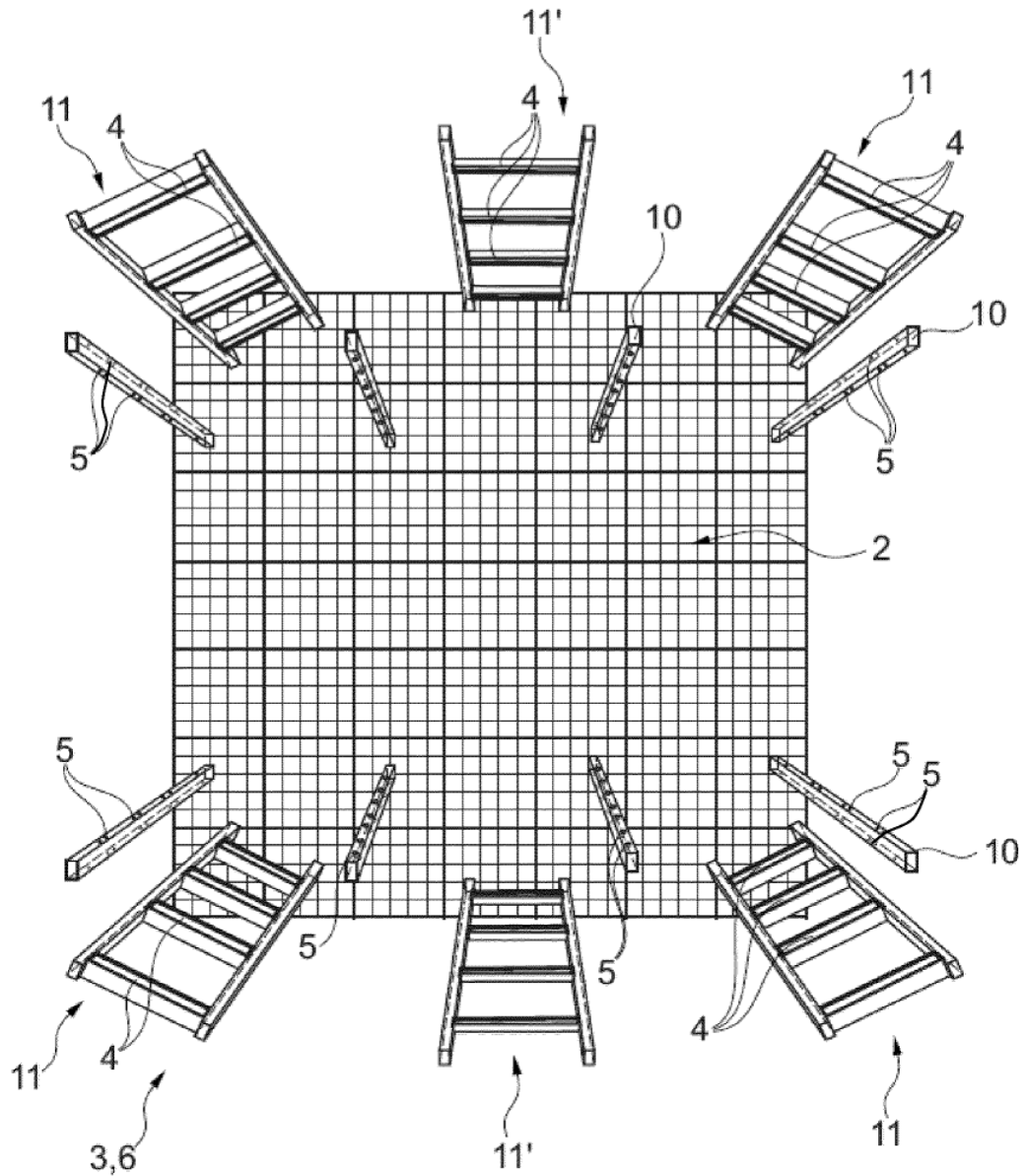


Fig. 1B

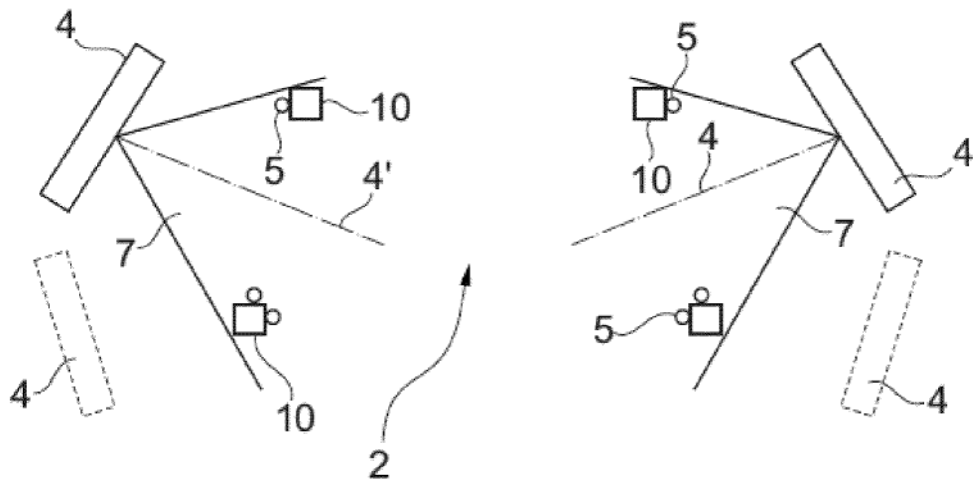


Fig. 2A

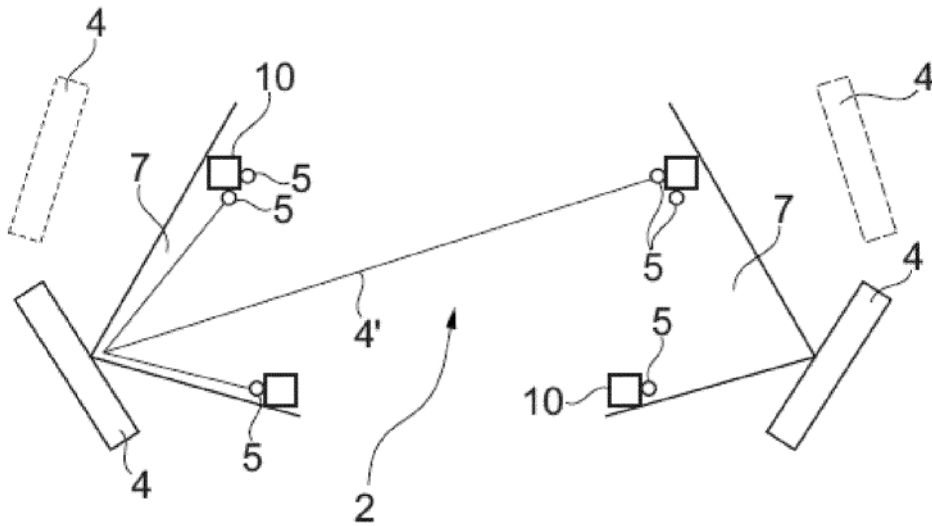


Fig. 2B

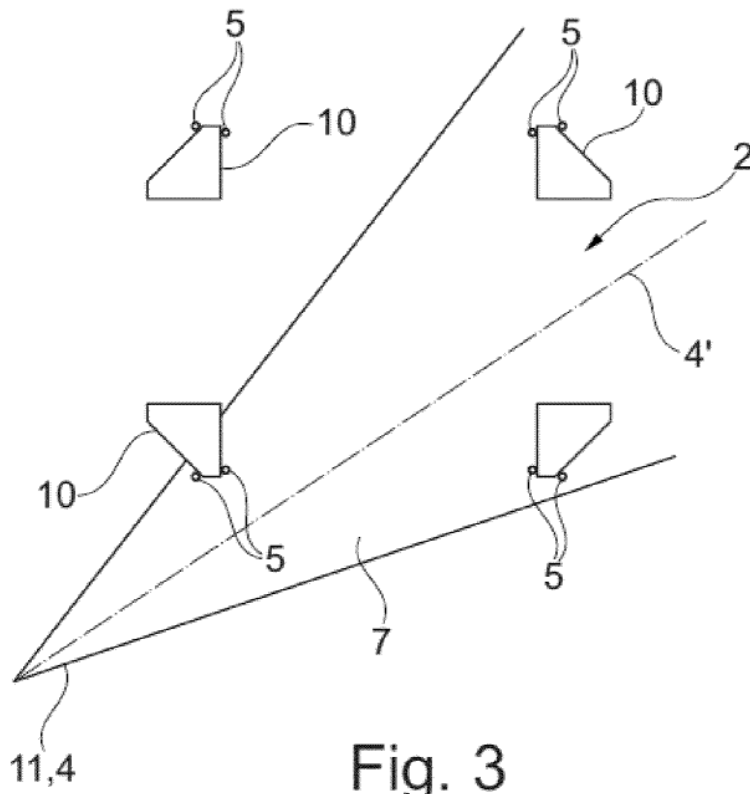


Fig. 3

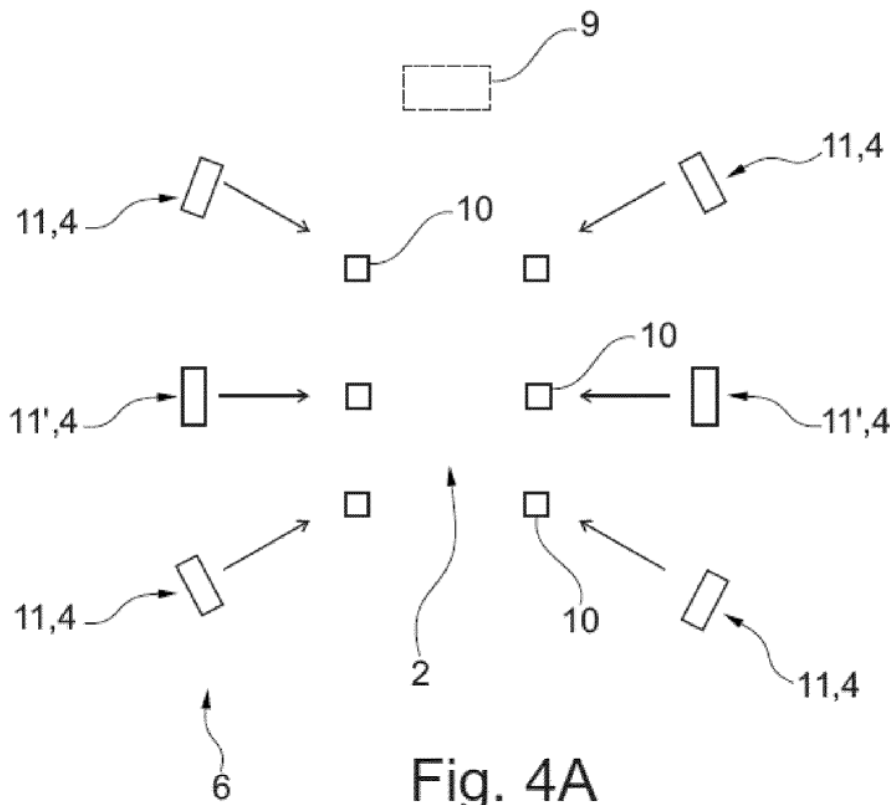


Fig. 4A

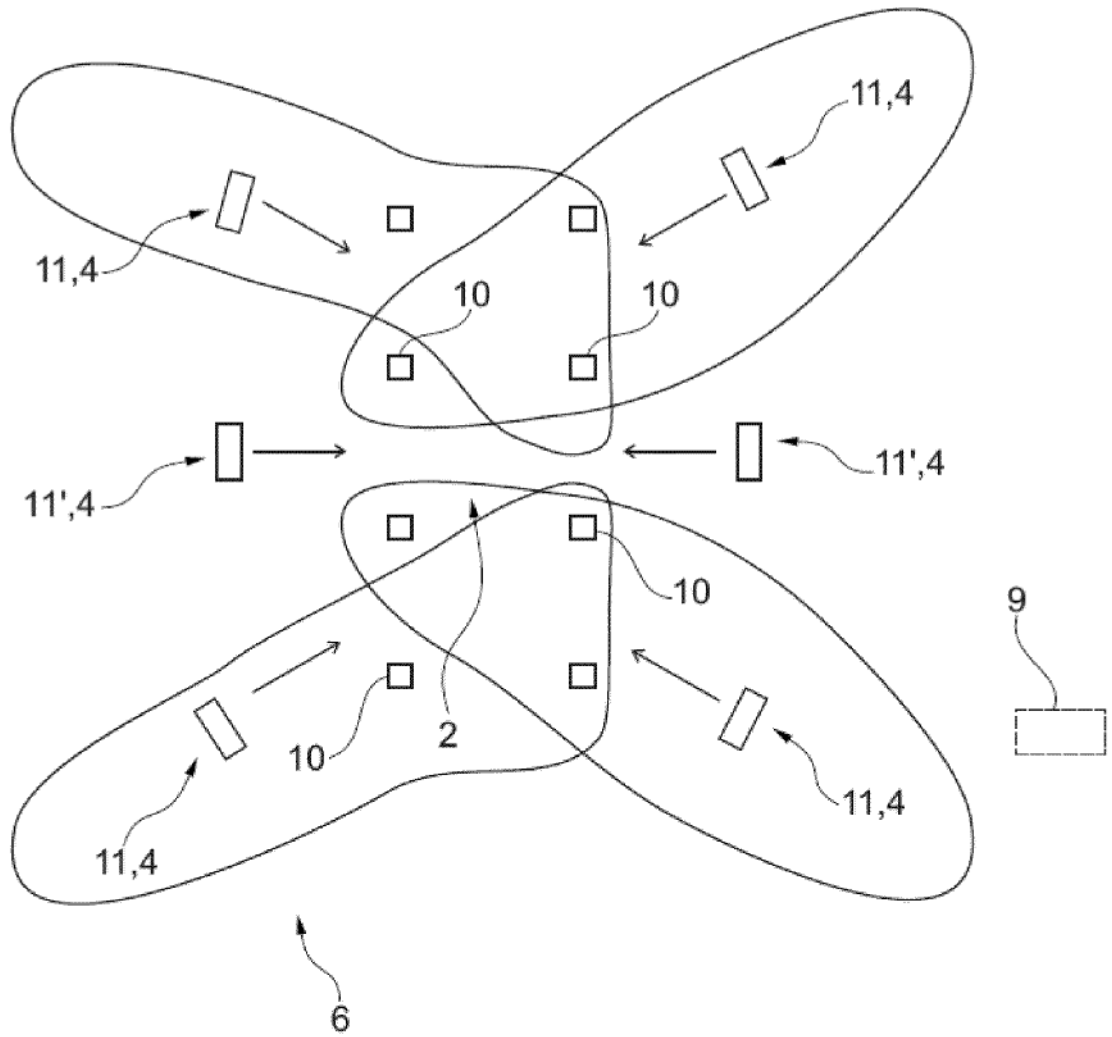


Fig. 4B

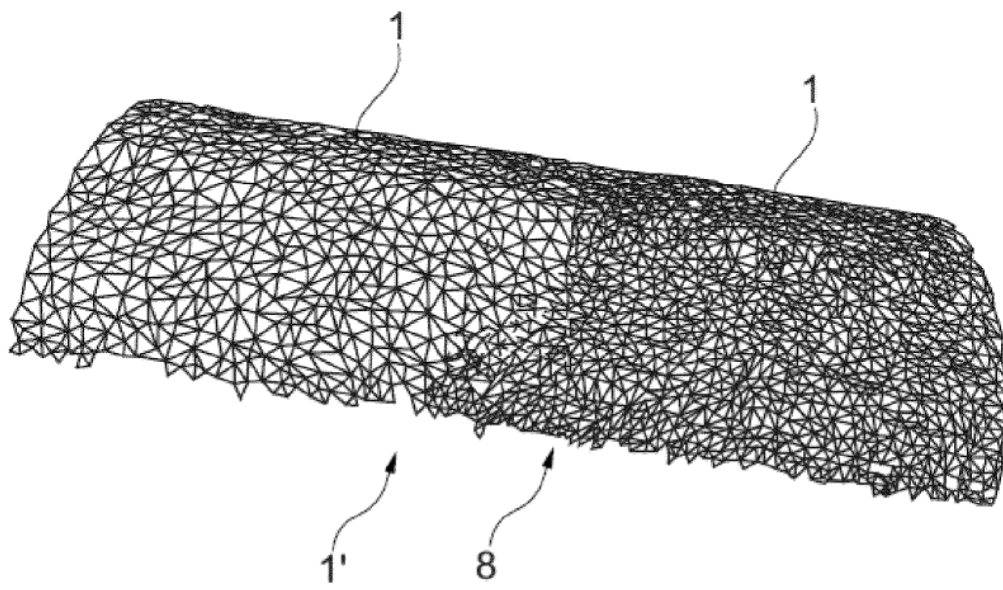


Fig. 5A

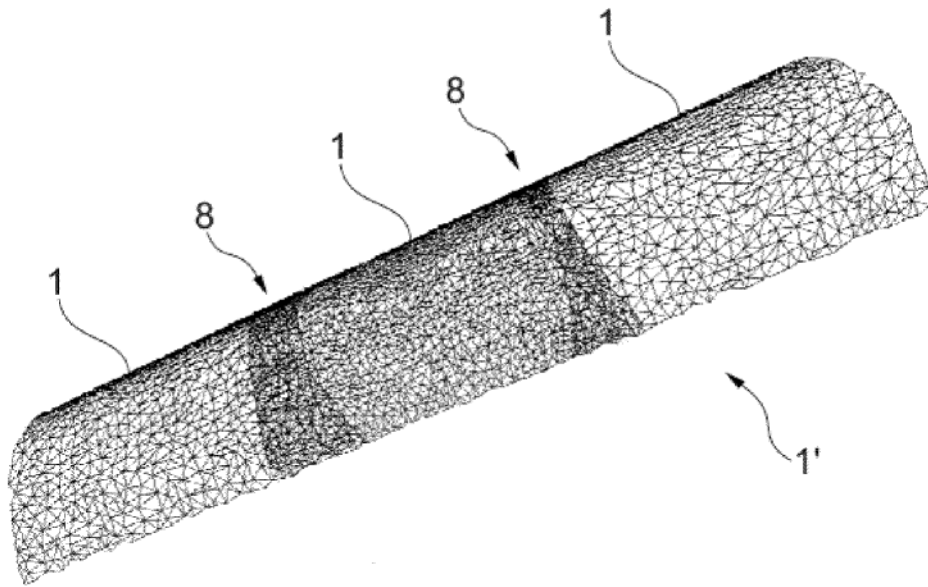


Fig. 5B