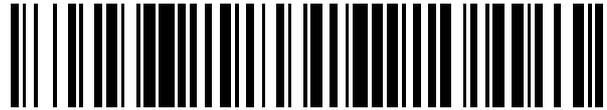


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 437 158**

51 Int. Cl.:

G06K 9/64

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2010 E 10160508 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2013 EP 2249289**

54 Título: **Procedimiento de segmentación, basado en características, para segmentar una pluralidad de artículos duplicados, dispuestos de manera desordenada, y un sistema para aplicar el procedimiento para alimentar una máquina de embalaje**

30 Prioridad:

07.05.2009 IT BO20090278

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

09.01.2014

73 Titular/es:

**MARCHESINI GROUP S.P.A. (100.0%)
Via Nazionale, 100
40065 Pianoro (Bologna), IT**

72 Inventor/es:

**MONTI, GIUSEPPE;
PRATI, ANDREA;
PICCININI, PAOLO y
CUCCHIARA, M. RITA**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 437 158 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 de segmentación, basado en características, para segmentar una pluralidad de artículos duplicados, dispuestos de manera desordenada, y un sistema para aplicar el procedimiento para alimentar una máquina de embalaje

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de segmentación, basado en características, para segmentar una pluralidad de artículos duplicados dispuestos de manera desordenada, dispuestos por ejemplo en una zona de almacenamiento donde son acumulados en una disposición aleatoria. La invención se refiere, además, a un procedimiento para recoger artículos dispuestos, de manera desordenada, en una zona de almacenamiento de artículos y para posicionar los artículos en una estación de salida, y a un grupo para aplicar el procedimiento. La
10 invención se refiere también al uso del grupo para alimentar una máquina de empaquetado de artículos.

La detección y la segmentación de artículos son operaciones cruciales para diversas aplicaciones de visión por ordenador, tales como reconocimiento de un artículo (1), adquisición de una imagen o un vídeo (2), movimiento automático de un robot (3), o aplicaciones industriales del tipo recogida y colocación ("pick and place") (4). Aunque para la adquisición de una imagen o un vídeo, el objetivo fundamental es realizar una identificación única y mejor del artículo o elemento de interés, en el caso de las aplicaciones de recogida y colocación, por ejemplo, no se limita a realizar un recuento y una clasificación de la primera o la mejor identificación, sino que también determina la
15 disposición, la orientación y las dimensiones de todos (o casi todos) los duplicados/identificaciones.

Los duplicados de los artículos pueden tener diferentes dimensiones, posiciones y orientaciones, y pueden ser observados desde diversos puntos de vista y bajo diversas condiciones de iluminación. De esta manera, la segmentación de los mismos puede llegar a ser muy problemática, especialmente si se tiene en cuenta la posibilidad de que algunos artículos son sólo parcialmente visibles, por ejemplo, como cuando los artículos se acumulan en una zona de almacenamiento de artículos en una disposición aleatoria.
20

La segmentación de los artículos duplicados se desarrolla, por ejemplo, en tres etapas principales.

El objetivo de la primera etapa es definir y calcular una medida apropiada de similitud entre el artículo objetivo (o parte del mismo) y los artículos duplicados en la imagen actual: con este propósito, se conocen dos soluciones diferentes de la técnica anterior. El primer procedimiento se refiere al modelo bolsas de palabras (Bags of Words o BoW), que se basa en el histograma de las características locales (5). Sin embargo, teniendo en cuenta el hecho de que el modelo BoW se basa en histogramas, el principal inconveniente consiste en la falta de información espacial, lo que hace que el procedimiento no sea fiable en escenarios desordenados en los que hay presentes artículos duplicados dispuestos, de manera desordenada. Un segundo procedimiento, conocido como el modelo basado en partes (Part Based Model), tiene en cuenta la información espacial de las características locales (tales como el modelo de estrella (6)).
25
30

La segunda etapa explota la medición de la similitud con el fin de localizar los duplicados. Por ejemplo, las regiones co-variantes similares proporcionan un conjunto de puntos que son invariantes con respecto a la escala, rotación y traslación, siendo, de esta manera, robustas en el caso de variaciones en la iluminación y variaciones del punto de vista. Se extraen descriptores locales, tales como SIFT (Scale Invariante Feature Transform, transformación de características invariante a escala) (7), de manera que puede aplicarse una transformación de Hough generalizada, o un modelo probabilístico (8) con el fin de localizar la posición de los artículos. También es conocido el uso de las características locales con el fin de localizar los artículos (9) que, debido al hecho de usar características muy específicas (tales como orificios redondos), no puede extenderse fácilmente a cualquier tipo de artículo.
35
40

La tercera etapa se origina en la localización del artículo (por ejemplo, el centro de gravedad del artículo) con el fin de segmentar toda la forma del artículo de la manera más precisa posible y se ha usado pocas veces en la técnica anterior, ya que es necesario obtener la segmentación de toda la forma sólo para aquellas aplicaciones en las que debe estimarse el peso del artículo.

45 La publicación de S. Zickler y M. M. Veloso, "Detection and localization of multiple objects", en Proc. Of 6th IEEE/RSJ International Conference on Humanoid Robots, Diciembre 2006, páginas 20-25, identificado en [3] en las referencias bibliográficas al final de la presente descripción, describe un procedimiento que usa PCS-SIFT en combinación con un esquema de voto agrupado para conseguir la detección y la localización de múltiples objetos en datos de vídeo en tiempo real. El enfoque aborda restricciones que son comunes para los sistemas de visión humanoides, tales como cambios de perspectiva, oclusión parcial y desenfoco debido al movimiento. Un análisis y evaluación del rendimiento de dicho procedimiento ha sido descrito en ese documento en dos escenarios humanoides de ensayo concretos.
50

El objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento de segmentación basado en las características para segmentar una pluralidad de artículos duplicados de cualquier tipo y complejidad, dispuestos

aleatoriamente, de manera que queden incluso parcialmente ocultos.

5 Un objetivo adicional de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento de segmentación basado en las características, cuya implementación permite alcanzar una velocidad de operación adecuada para aplicaciones industriales destinadas a recoger artículos desde una zona de almacenamiento de los mismos, en la que los artículos están dispuestos aleatoriamente.

Los objetivos indicados anteriormente se obtienen mediante un procedimiento de segmentación, basado en las características, para segmentar una pluralidad de artículos duplicados dispuestos, de manera desordenada, tal como se establece en la reivindicación 1.

10 Para cada grupo de figuras de proyección identificativas, la figura representativa correspondiente puede tomar una posición intermedia con respecto a las posiciones asumidas por las figuras de proyección identificativas del grupo considerado; por ejemplo, la posición de la figura representativa puede ser calculada como una media de las posiciones adoptadas por las figuras de proyección identificativas del grupo considerado. En general, sin embargo, existe una relación de proximidad entre la figura representativa, definida de esta manera, y las figuras de proyección identificativas del grupo considerado.

15 Las figuras representativas, definidas de esta manera, constituyen una estimación de la posición y la orientación de los artículos correspondientes ilustrados en la primera imagen de una pluralidad de artículos.

20 Las características del procedimiento según la reivindicación 1, tal como se ha establecido anteriormente, satisfacen ventajosamente los objetivos prefijados; los artículos duplicados capturados en la primera imagen pueden disponerse en un espacio tridimensional de una manera totalmente aleatoria, e incluso pueden superponerse parcialmente entre sí.

25 En general, cualquier figura identificativa puede ser seleccionada para estimar la forma del artículo de muestra que está ilustrado en la imagen de un artículo de muestra; una figura identificativa similar puede ser, por ejemplo, una figura geométrica irregular, tal como una figura que tiene un contorno formado por una línea discontinua y/o curva. Esta figura identificativa incluye, preferiblemente, el mismo artículo de muestra, y lo representa, en el sentido de que su área y contorno son comparables al área y el contorno del artículo de muestra, respectivamente. La figura identificativa puede ser la caja rectangular mínima que incluye el propio artículo de muestra; en términos más amplios, la figura identificativa puede estar constituida por un polígono que incluye el artículo de muestra; en un ejemplo, es posible seleccionar el polígono más pequeño que incluye el artículo de muestra según el número de lados y/o la longitud de los lados. Esto es particularmente ventajoso, ya que permite una aproximación del contorno del artículo de muestra por medio de una línea discontinua cerrada.

35 En un aspecto de la invención, cada figura de proyección identificativa, asociada a una figura identificativa correspondiente y un primer par punto significativo-descripción de la imagen de un artículo de muestra, que tiene una coincidencia con un segundo par punto significativo-descriptor de la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados, es obtenida como una transformación euclidiana de la figura identificativa; de esta manera, la figura identificativa y su proyección tienen la misma forma y dimensiones. En otras palabras, con referencia a cualquier par punto significativo-descriptor que tiene una correspondencia con un segundo par punto significativo-descriptor, puede definirse una transformación de rotación-traslación apropiada de la figura identificativa desde el plano en el que está contenida la imagen del artículo de muestra al plano en el que está contenida la primera imagen de la pluralidad de artículos.

40 En un aspecto adicional de la invención, la imagen de un artículo de muestra y la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados se toman sustancialmente desde el mismo punto de vista, por ejemplo, con el mismo dispositivo de adquisición de imágenes (cámara, cámara de vídeo, etc.).

45 En todavía un aspecto adicional de la invención, antes de adquirir la imagen, el artículo de muestra es orientado en el espacio tridimensional en una orientación que es similar o comparable a la posición asumida por un número de artículos duplicados que son parte de la pluralidad de artículos duplicados capturados en la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados.

50 A modo de ejemplo, si los artículos duplicados, que son parte de la pluralidad de artículos duplicados, están dispuestos, más probablemente, en una orientación predeterminada (por ejemplo, en una orientación sustancialmente horizontal en un caso en el que los artículos son más o menos planos y dispuestos, de manera desordenada, en un contenedor de almacenamiento), entonces el artículo de muestra está orientado en el espacio tridimensional según la orientación predeterminada; por lo tanto, se adquiere la imagen del artículo de muestra, orientado de esta manera. De esta manera, el procedimiento adquiere una mayor fiabilidad y robustez, tal como observarán los expertos técnicos en el sector.

Esto es aún más cierto si la imagen del artículo de muestra y la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados son tomadas sustancialmente desde un mismo punto de vista y si las figuras de proyección identificativas se obtienen como transformaciones euclidianas de la figura identificativa.

5 En un aspecto adicional de la invención (a ser considerado de manera adicional o separada con respecto a los otros aspectos introducidos anteriormente), es posible adquirir una pluralidad de imágenes del mismo artículo de muestra, en el que cada imagen se distingue de las demás por el hecho de que el artículo de muestra es girado en el espacio tridimensional en un ángulo predeterminado con respecto a una dirección perpendicular al plano común en el que la pluralidad de imágenes han sido capturadas, con la condición adicional de que las sucesivas etapas del procedimiento son repetidas para cada imagen de la pluralidad de imágenes del artículo de muestra. En otras palabras y en un ejemplo, el procedimiento comprende adquirir una primera imagen del artículo de muestra, calcular los puntos significativos de la primera imagen y los descriptores relativos, definir una figura identificativa en la primera imagen (primeras tres etapas a), b), c) del procedimiento), adquirir una segunda imagen, calcular los puntos significativos de la segunda imagen y los descriptores relativos, definir una figura identificativa en la segunda imagen (primeras tres etapas a), b), c) del procedimiento), y así sucesivamente para todas las imágenes preseleccionadas de un mismo artículo de muestra. A continuación, se sigue con una aplicación de las siguientes etapas del procedimiento (adquirir una primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados, etc.), teniendo en cuenta todos los pares punto significativo-descriptor de cada imagen del artículo de muestra, obtenidos de esta manera, que se usarán para establecer si existe alguna correspondencia con los pares punto significativo-descriptor de la primera imagen de una pluralidad de artículos.

20 De esta manera, para cada primer par punto significativo-descriptor de una de las imágenes del artículo de muestra que tiene una correspondencia con un segundo par punto significativo-descriptor de la primera imagen de la pluralidad de artículos duplicados, siempre pueden definirse una misma figura identificativa y una figura de proyección identificativa, igualmente correspondiente; de manera ventajosa, el número total de pares punto significativo-descriptor de la primera imagen de una pluralidad de artículos que tienen una correspondencia con un par punto significativo-descriptor de una de las imágenes del artículo de muestra aumenta también, al igual que el número de figuras de proyección identificativas definible en la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados, que hace que el presente procedimiento de segmentación sea más fiable y robusto.

30 En todavía un aspecto adicional de la invención, la figura identificativa es identificada por una pluralidad de puntos característicos que la representan (y, de esta manera, la reemplazan) que, por ejemplo, pueden ser los vértices de la caja rectangular o poligonal mínima que incluye el artículo de muestra, tal como se representa en la imagen del artículo de muestra. De esta manera, las etapas del procedimiento pueden ser adaptadas de manera que:

35 la etapa de adquisición de una posición relativa y de una orientación relativa de la figura identificativa con respecto a un primer par punto significativo-descriptor de la imagen de un artículo de muestra consiste en la adquisición de la posición relativa de los puntos característicos dispuestos en la imagen de un artículo de muestra con respecto al primer par punto significativo-descriptor de la imagen de un artículo de muestra;

40 la etapa de definir, en la primera imagen, una pluralidad de artículos duplicados, una figura de proyección identificativa que tiene una posición y una orientación relativas con respecto al segundo par punto significativo-descriptor de la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados que son idénticos con respecto a la posición y la orientación relativas asumidas por la figura identificativa dispuesta en la imagen de un artículo de muestra con respecto al primer par punto significativo-descriptor de la imagen de un artículo de muestra, consiste en definir, en la primera imagen, una pluralidad de artículos duplicados de los puntos de proyección característicos, teniendo cada uno una posición relativa con respecto al segundo par punto significativo-descriptor de la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados, cuya posición es idéntica a la posición relativa asumida por un punto característico correspondiente dispuesto en la imagen de un artículo de muestra con respecto al primer par punto significativo-descriptor de la imagen de un artículo de muestra;

45 la etapa de agrupar las figuras de proyección identificativas, teniendo cada una un grado predeterminado de superposición, consiste en agrupar conjuntamente los puntos de proyección característicos que tienen entre ellos una relación de proximidad definida;

50 la etapa de definir una figura representativa para cada grupo de figuras de proyección identificativas consiste en definir, para cada grupo de puntos de proyección característicos formado de esta manera, un punto representativo característico equivalente a un punto de proyección característico de una figura representativa correspondiente para estimar la posición de un artículo correspondiente ilustrado en la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados.

55 La etapa de agrupar conjuntamente (formación de agrupaciones) puntos de proyección característicos, que tienen entre ellos una relación definida de proximidad, puede ser implementada por medio del algoritmo de desviación

media (10) conocido, mediante el cual es posible obtener un punto representativo (conocido también como el centro de la agrupación) para cada grupo indicado anteriormente. Posteriormente, es posible asociar a cada uno de estos puntos de proyección representativos una figura de proyección identificativa de manera que la figura identificativa se aproxima mejor, con sus puntos de proyección característicos, los grupos de puntos representativos que son identificables en la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados. Se especifica que la figura de proyección identificativa descrita anteriormente identifica, en este contexto, es una figura representativa.

La etapa de adquisición de la posición relativa de cada punto característico dispuesto en la imagen de un artículo de muestra con respecto al primer par punto significativo-descriptor de la imagen de un artículo de muestra puede consistir en la definición de un vector de desplazamiento correspondiente, cuyo módulo es la distancia entre el punto característico y el primer par punto significativo-descriptor y cuya dirección es establecida por la línea recta que une el punto característico con el primer par punto significativo-descriptor.

De manera ventajosa, es posible definir un procedimiento para recoger artículos dispuestos, de manera desordenada, en una zona de almacenamiento de artículos y para posicionar los artículos en una estación de salida, cuyo procedimiento comprende: la aplicación de las etapas del procedimiento de segmentación descrito anteriormente, en el que la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados se obtiene adquiriendo una primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados dispuestos, de manera desordenada, en una zona de almacenamiento de artículos; y, además, la recogida de un artículo ilustrado en la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados, al cual corresponde una figura representativa relativa, y el posicionamiento del artículo en una estación de salida.

Si al menos un punto de proyección característico es también un punto adecuado para la recogida del artículo, el artículo puede ser recogido en el punto de proyección característico de la figura representativa relativa.

A modo de ejemplo, es posible identificar, en el artículo de muestra, el centro de gravedad como un punto de recogida característico, o, si el artículo es oblongo, dos puntos característicos dispuestos en el eje de desarrollo del artículo; estos puntos de recogida característicos son adecuados, por ejemplo, para aplicaciones del tipo recogida y colocación, en las que se usan medios de succión para la recogida. Si, en aras de la simplicidad, la transformación es también euclidiana, los puntos de proyección característicos de la figura representativa son puntos adecuados para recoger el objeto.

En la hipótesis de que los artículos están al menos parcialmente superpuestos, es posible reconocer el grado de superposición mutua de los artículos y establecer un orden de recogida. Para este propósito, pueden incluirse etapas adicionales de: detección de las figuras representativas que en la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados se cruzan entre sí; detección de las áreas de intersección comunes correspondientes de las figuras representativas que se cruzan; identificación de los pares punto significativo-descriptor de la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados que se encuentran dentro de estas áreas de intersección comunes; identificación de con qué figuras de proyección identificativas están asociados los pares punto significativo-descriptor de la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados; identificación de a qué figuras representativas, que se cruzan entre sí, están asociadas las figuras de proyección identificativas, con el fin de establecer en qué relación de superposición mutua se encuentran los artículos ilustrados en la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados, a los que corresponden las figuras representativas que se cruzan mutuamente; y establecimiento de un orden de recogida para estos artículos.

A modo de ejemplo, una posible orden de recogida de artículos es el siguiente: recogida de los artículos a los que corresponden las figuras representativas correspondientes y, si entre estos artículos hay algunos parcialmente superpuestos (en el sentido de que las figuras representativas asociadas están superpuestas), recoger de entre los artículos superpuestos el artículo que está situado más alto, es decir, el artículo que se encuentra sobre los demás. Para una aplicación de recogida y colocación, en la que la altura de los artículos es sustancialmente la misma incluso si los artículos están superpuestos uno sobre otro en varias capas (por ejemplo, en el caso de artículos que tienen un espesor limitado), las etapas de procedimiento descritas anteriormente permiten, de manera ventajosa, recoger el artículo con una buena precisión y rápidamente, con el fin de llevarlo a la estación de salida.

Si, por otro lado, los artículos están dispuestos incluso en numerosas capas superpuestas, por ejemplo, en el interior de un contenedor o en un área donde, en ambos casos, los artículos están dispuestos para formar montones y valles aleatorios, es posible incluir un movimiento de agitación de artículos que tiende a nivelar el montón, de manera que la capa superior sea sustancialmente horizontal; si la capa superior presenta una altura sustancialmente conocida, también es posible aplicar, de manera ventajosa, las etapas de procedimiento indicadas anteriormente.

Si los artículos son sustancialmente planos (por ejemplo, champús, paquetes de ampollas, etc.), o alargados (por ejemplo, rímel) su nivelación en el área de almacenamiento (un área de almacenamiento o un contenedor, por ejemplo), es tal que, prevalentemente, se disponen con una extensión prácticamente horizontal; en otras palabras, la

5 zona de almacenamiento contiene un número de artículos dispuestos en una extensión más o menos horizontal. Si la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados y la imagen del artículo de muestra son tomadas sustancialmente desde un mismo punto de vista, y si la imagen del artículo de muestra se toma con el artículo dispuesto con una extensión sustancialmente horizontal, el procedimiento en cuestión será, sin duda, mucho más eficaz, ya que identificará figuras representativas que estimarán, de manera más precisa y exacta, la posición de los artículos.

10 El procedimiento también puede no generar figuras representativas para grupos formados por sólo unas pocas figuras de proyección identificativas (por ejemplo, una o dos figuras de proyección identificativas); de manera ventajosa, el procedimiento será más fiable si los únicos artículos a ser recogidos son los formados por un número suficientemente elevado de figuras de proyección identificativas. De esta manera, las figuras de proyección representativas serían descartadas, de manera ventajosa, (lo cual formaría grupos no suficientemente numerosos para la definición de una figura representativa) que serían identificadas mediante pares punto significativo-descriptor de la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados, cuyos pares estarían en un artículo que tiene, por ejemplo, una extensión prácticamente vertical.

15 Con artículos que tienen una extensión prácticamente vertical, el número de pares punto significativo-descriptor identificados es, generalmente, menor que para los artículos que tienen una extensión sustancialmente horizontal, ya que estos últimos ofrecen una mayor superficie de exposición.

20 Por el contrario, si no hay una nivelación de los artículos (por ejemplo, con medios de agitación aplicados a la superficie de apoyo de los artículos o los contenedores en los que están incluidos los artículos) y/o es necesario conocer la altura a la que están dispuestos los artículos en el espacio tridimensional, con el fin de optimizar las etapas de recogida, (aumento de la velocidad media y la precisión durante las etapas de recogida) pueden proporcionarse etapas adicionales para estimar la tercera dimensión para el punto de recogida de un artículo al que corresponde una figura representativa. Para este propósito, las etapas adicionales comprenden:

25 adquirir una segunda imagen de una pluralidad de artículos duplicados que están dispuestos, de manera desordenada, en la zona de almacenamiento de artículos, siendo tomada la segunda imagen desde un punto de vista que es diferente del punto de vista desde el que se ha tomado la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados;

30 calcular los puntos significativos de la segunda imagen de la pluralidad de artículos duplicados y los descriptores correspondientes con el fin de obtener una pluralidad respectiva de pares punto significativo-descriptor de la segunda imagen de la pluralidad de artículos duplicados;

35 determinar la correspondencia de los pares punto significativo-descriptor de la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados con los pares punto significativo-descriptor de la segunda imagen de una pluralidad de artículos duplicados, con el fin de definir una correspondencia de similitud entre los pares punto significativo-descriptor de la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados y los pares punto significativo-descriptor de la segunda imagen de una pluralidad de artículos duplicados;

seleccionar un par punto significativo-descriptor de la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados que tiene una correspondencia con un par punto significativo-descriptor en la segunda imagen de una pluralidad de artículos duplicados con el fin de aproximar la posición del al menos un punto de proyección característico, que es también un punto adecuado para recoger el artículo;

40 estimar la posición en el espacio tridimensional del par punto significativo-descriptor, seleccionado de esta manera, y asociarlo al punto de proyección característico que es también un punto adecuado para recoger el artículo.

45 El hecho de tener un buen conocimiento aproximado de la posición en el espacio tridimensional de los puntos de recogida de los artículos dispuestos en la zona de almacenamiento a la que están asociadas las figuras representativas correspondientes permite, de manera ventajosa, mover los órganos de recogida con alta precisión y rapidez, minimizando los tiempos requeridos para recoger los artículos y transferirlos a la estación de salida.

50 Obsérvese también que el hecho de recoger sólo los objetos no ocluidos de entre otros artículos permite obtener una nueva primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados (y también una nueva segunda imagen si es necesaria la estimación de la tercera dimensión, tal como se ha descrito anteriormente) después de varias operaciones de recogida desde la zona de almacenamiento, ya que, de manera ventajosa, la recogida de los artículos no altera la posición de los artículos contiguos, que permanecen inalterados (de hecho, no hay impactos entre artículos contiguos durante la recogida de los mismos).

Por lo tanto, con la adquisición de sólo una primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados en la zona de almacenamiento, es posible recoger una pluralidad de artículos, lo que minimiza los procedimientos de cálculo y, por

consiguiente, permite una mayor productividad; con la adquisición de cada primera imagen de la pluralidad de artículos es realmente posible recoger la totalidad de los artículos dispuestos en la zona de almacenamiento a los que está asociada una figura representativa.

5 Además, la aplicación del presente procedimiento puede comprender la adquisición de la imagen o imágenes giradas del artículo de muestra sólo una vez en una etapa inicial del procedimiento, de manera que el cálculo de los pares punto significativo-descriptor correspondientes puede ser almacenado previamente y puede definirse una figura identificativa (esta puede ser definida directamente por el usuario en base al tipo de artículo en uso). Posteriormente, se adquiere periódicamente una primera imagen (y, si es necesario, se adquiere también la segunda imagen desde un punto de vista diferente) de la pluralidad de artículos duplicados y los artículos son procesados según las etapas de procedimiento indicadas anteriormente.

10 La etapa de cálculo de los puntos significativos de la imagen o imágenes de un artículo de muestra y los descriptores correspondientes para obtener una pluralidad respectiva de pares punto significativo-descriptor de la imagen de un artículo de muestra, la etapa de cálculo de los puntos significativos de la primera imagen de la pluralidad de artículos duplicados y los descriptores correspondientes para obtener una pluralidad respectiva de pares punto significativo-descriptor de la primera imagen de la pluralidad de artículos duplicados, la etapa de determinar una correspondencia de los pares punto significativo-descriptor de la imagen de un artículo de muestra con los pares punto significativo-descriptor de la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados con el fin de definir las correspondencias de similitud entre los pares punto significativo-descriptor de la imagen de un artículo de muestra y los pares punto significativo-descriptor de la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados, la etapa de cálculo de los puntos significativos de la segunda imagen de la pluralidad de artículos duplicados y los descriptores correspondientes para obtener una pluralidad respectiva de pares punto significativo-descriptor de la segunda imagen de la pluralidad de artículos duplicados, y la etapa de determinar una correspondencia de los pares punto significativo-descriptor de la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados con los pares punto significativo-descriptor de la segunda imagen de una pluralidad de artículos duplicados con el fin de definir las correspondencias de similitud entre los pares punto significativo-descriptor de la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados pueden ser realizados por un procedimiento SIFT (7) o SURF (12) o un procedimiento basado en HOG (11).

15 Los procedimientos SIFT y SURF, en particular, tienen la característica de ser parcialmente invariables con respecto a las condiciones de luz a las que están sometidos el artículo de muestra y la pluralidad de artículos duplicados en el momento de la adquisición de las imágenes relativas. Esto es ventajoso, ya que en la adquisición de las imágenes no se requieren condiciones de iluminación específicas, tales como el uso de fuentes de luz láser; como consecuencia, el presente procedimiento es capaz de segmentar, de manera óptima, incluso artículos reflectantes (por ejemplo, rímel) o artículos que tienen un embalaje semi-transparente (por ejemplo, tubos de plástico que contienen productos, embalajes estériles realizados en plástico para contener productos farmacéuticos), en particular, si las condiciones de iluminación son ordinarias, es decir, si no se proporciona el uso de fuentes de luz láser (el haz láser tiende a pasar a través de los embalajes o productos semi-transparentes) y/o, en particular, fuentes de luz intensas. De esta manera, el entorno de iluminación puede ser normal, sin que se requieran condiciones de iluminación especiales (uso de luz láser, uniformidad del entorno de iluminación para distinguir los artículos con respecto al fondo, etc.); de esta manera, se consigue un ahorro considerable en términos de costos, también con una considerable simplificación del sistema de iluminación usado.

20 Además, el uso del algoritmo de desplazamiento medio (o, en general, un algoritmo que agrupa puntos de proyección característicos y proporciona un punto representativo para cada grupo formado de esta manera, que tiene una posición calculada como una media de las posiciones de los puntos de proyección característicos del grupo correspondiente) realiza, para este propósito, un efecto de filtro en caso de reflexión de la luz por parte de uno o más artículos en el momento de la adquisición de la primera imagen y la segunda imagen de una pluralidad de artículos; una reflexión no deseada puede inducir, en algunos casos, a que los algoritmos SIFT o SURF (a pesar del hecho de que son parcialmente insensibles a las variaciones en la iluminación) generen uno o más pares punto significativo-descriptor "falsos" que tienen una correspondencia, lo que conduce a la definición de puntos de proyección característicos erróneos. Estos puntos de proyección característicos erróneos son, normalmente, aquellos que en un grupo (o agrupación) están más alejados de los demás puntos de proyección característicos del mismo grupo, considerándose correctos estos otros puntos. De manera ventajosa, el cálculo de la posición del punto o centro de la agrupación se ve afectado sólo ligeramente por la posición asumida por el punto de proyección característico erróneo, ya que en el cálculo también tiene un efecto considerable la posición de los otros puntos de proyección característicos que constituyen el grupo, considerados correctos.

25 En general, los pares punto significativo-descriptor falsos tienen una relevancia progresivamente menor en relación al mayor número de pares punto significativo-descriptor de la primera imagen que tienen una correspondencia con pares punto significativo-descriptor de una o más imágenes del artículo de muestra: de hecho, un mayor número de

puntos de proyección característicos, como una media para cada grupo, reduce la relevancia de cualquier punto de proyección característico erróneo. También desde este punto de vista, es muy ventajoso adquirir un mayor número de imágenes del artículo de muestra para ser usadas en la aplicación del presente procedimiento.

5 Lo indicado anteriormente es cierto no sólo si los pares punto significativo-descriptor falsos son imputables a las reflexiones desde los artículos en el momento de la adquisición de la primera imagen o la segunda imagen de los artículos, sino también, en general, en un caso de generación de pares punto significativo-descriptor que son defectuosos o erróneos debido al procedimiento de pre-selección de las características y de extracción de correspondencia.

10 En asociación con el procedimiento para recoger los artículos dispuestos, de manera desordenada, en una zona de almacenamiento de artículos y para posicionar los artículos en una estación de salida, también es posible definir un grupo correspondiente para aplicar el procedimiento, que comprende: medios para recoger al menos un artículo desde una zona de almacenamiento de artículos duplicados dispuestos, de manera desordenada, y para adquirir una o más imágenes de una pluralidad de artículos duplicados dispuestos en la zona de almacenamiento de artículos desde uno o más puntos de vista diferentes y para adquirir una o más imágenes de un artículo de muestra; una
15 unidad de control para recibir los datos desde los medios de adquisición y para controlar los medios de recogida y colocación.

Además, el grupo puede comprender medios para agitar los artículos duplicados dispuestos en la zona de almacenamiento de artículos duplicados, con el fin de disponerlos de manera que la capa superior relativa de los mismos sea sustancialmente uniforme.

20 El grupo definido de esta manera puede ser usado, de manera ventajosa, para alimentar una máquina de embalaje de artículos: en este caso, es necesario conectar funcionalmente la estación de salida del grupo a la máquina de embalaje. Los artículos a embalar pueden ser, por ejemplo, productos cosméticos o médicos, tales como rímel, champú, envases blíster, etc.

25 En el sector técnico relacionado con un aparato de embalaje de artículos, un aparato convencional para embalar artículos comprende: una tolva de carga de artículos; un sistema de suministro que recibe los artículos liberados por la tolva y los dispone, en una forma ordenada, en una línea de salida; y una máquina de embalaje conectada a la línea de salida del sistema de suministro.

30 Un sistema de suministro de tipo conocido comprende: una línea de avance, activada continuamente o de activación por etapas; un grupo de pre-suministro que recibe los artículos desde la tolva y los dispone, en una manera ordenada, en la línea de avance en una o dos líneas flanqueadas, por ejemplo; un grupo de adquisición dispuesto aguas abajo del grupo de pre-suministro, que comprende una cámara de televisión, dispuesta sobre la línea, para adquirir imágenes bidimensionales de los artículos que avanzan, luces y/o fuentes de luz láser, dispuestas sobre la línea, para iluminar la zona en la que se adquieren las imágenes; un robot para recoger los artículos desde la línea de avance y posicionarlos, con una separación y/o una orientación predeterminadas, en la estación de salida del
35 sistema de suministro, y una unidad de control que recibe los datos desde la cámara de televisión y controla el robot.

La unidad de control recibe datos desde la cámara de televisión en relación a la orientación relativa de cada artículo que avanza en la línea; en base a estos datos, la unidad de control controla el funcionamiento del robot para disponer cada artículo en la salida desde el sistema de suministro según las especificaciones de producción solicitadas. Una línea de suministro de una máquina de embalaje puede ser proporcionada en la salida del sistema de suministro, en cuya línea de suministro los artículos deben ser dispuestos a una distancia de separación y orientación predeterminadas; como alternativa, la línea de suministro mueve cajones o contenedores en cuyo interior el robot debe disponer los artículos, unos al lado de los otros.

40 La presencia de la unidad de control permite que el robot sea controlado según las especificaciones de producción solicitadas; un cambio de formato de los artículos requiere intervenciones sencillas y rápidas en el robot (por ejemplo, sustitución o ajuste de los órganos de sujeción).

El grupo de adquisición, de tipo conocido, descrito anteriormente, requiere que los artículos a recoger sean transportados uno después de otro; este grupo no es capaz de manipular artículos parcialmente superpuestos, por ejemplo, artículos dispuestos de manera desordenada.

50 Un inconveniente de estos sistemas de suministro está relacionado con la mala o inexistente capacidad de adaptación de los medios (por ejemplo, los dispositivos de agitación conectados para guiar los canales para canalizar los artículos), que son parte del grupo de pre-suministro, cuando hay un cambio de formato: en algunos casos, un cambio de formato de artículo requiere la sustitución de todo el grupo de pre-suministro.

Estos mismos problemas se encuentran, con mayor frecuencia, cuando es necesario suministrar un nuevo tipo de

artículo con el sistema de suministro.

Cabe destacar también que el sistema de iluminación es particularmente complejo y costoso: comprende una fuente de láser y/o lámparas posicionadas apropiadamente con el fin de crear una luz suficientemente intensa y uniforme en la zona de la adquisición de imágenes de los artículos.

- 5 Los inconvenientes descritos anteriormente se resuelven eficazmente con el uso del grupo de la presente invención destinado a reemplazar el grupo de adquisición indicado anteriormente; de hecho, el grupo de pre-suministro se convierte en superfluo, ya que el grupo de la invención es capaz de recoger los artículos dispuestos de manera desordenada, por sí mismo, sin ninguna necesidad de disponerlos previamente, de manera ordenada, por ejemplo, en una línea. Estos artículos, dispuestos de manera desordenada, pueden ser liberados por la tolva al interior de los contenedores dispuestos en la línea de avance o pueden ser liberados directamente en la línea de avance. Un cambio de formato de artículo o un cambio del tipo de artículo puede requerir una etapa de adquisición inicial de una o más imágenes giradas de un artículo de muestra, lo que requiere una cantidad de tiempo muy limitada y, en cualquier caso, un tiempo mucho más corto que el requerido en técnica anterior para los dispositivos y unidades funcionales del grupo de pre-suministro.
- 10
- 15 Se especifica que cada nuevo formato o artículo usado puede ser también memorizado para formar una base de datos electrónica, que puede ser accedida cada vez que se vuelven a usar los mismos artículos o formatos de artículos usados ya anteriormente, según las especificaciones de producción. En este caso, de manera ventajosa, no es necesario incluir una etapa de adquisición inicial, ya que es suficiente recordar o recuperar los datos ya adquiridos.
- 20 El nuevo sistema de suministro, tal como se ha definido anteriormente, es decir, que comprende el grupo de la invención y no usa el grupo de pre-suministro, implica también, de manera ventajosa, costes y dimensiones limitados.
- Las condiciones de iluminación usadas pueden ser también ordinarias, tal como se ha indicado anteriormente en la presente memoria en el caso de uso de procedimientos de extracción de características y correspondencias,
- 25 parcialmente invariables con respecto a las condiciones de iluminación, y un algoritmo del tipo de desplazamiento medio, u otro tipo que define puntos representativos (centros de agrupación) cuya posición se calcula como una media de las posiciones de los puntos de proyección característicos del grupo correspondiente.
- A continuación, se describirán las realizaciones específicas de la invención y las características técnicas-funcionales ventajosas de la misma correlacionadas con las realizaciones, derivables sólo en parte de la descripción anterior, según lo establecido en las reivindicaciones y con la ayuda de las figuras adjuntas de los dibujos, en las que:
- 30 La Figura 1 es una imagen de un artículo de muestra y una primera imagen de dos artículos duplicados parcialmente superpuestos, obteniéndose las imágenes desde un mismo punto de vista y en relación a una primera sucesión de etapas implementadas por el procedimiento de segmentación en base a las características de la invención;
- Las Figuras 2A, 2B son las imágenes de la Figura. 1, con referencia a una segunda sucesión de etapas implementadas por el procedimiento de segmentación de la invención, en la que sólo se han ilustrado, de manera alternativa, algunos detalles y referencias gráficas, en aras de la claridad de la ilustración;
- 35 La Figura 3 es una vista ampliada del detalle K de la Figura 2B en la que se ilustran algunas referencias gráficas adicionales;
- La Figura 4 es la primera imagen de los dos artículos duplicados parcialmente superpuestos de las Figuras 1, 2A, 2B, con referencia a una primera sucesión de etapas de un procedimiento para recoger artículos dispuestos, de manera desordenada, en una zona de almacenamiento de artículos y para posicionar los artículos en una estación de salida, también objeto de la invención;
- 40 La Figura 5 es la primera imagen de los dos artículos duplicados parcialmente superpuestos de la Figura 1, 2A, 2B, 4 y una segunda imagen de los artículos tomada desde un punto de vista diferente, con referencia a una segunda sucesión de etapas del procedimiento para recoger artículos dispuestos, de manera desordenada, en una zona de almacenamiento y para colocar los artículos en una estación de salida;
- 45 La Figura 6 es una imagen esquemática de un aparato de embalaje de artículos en el que se usa un grupo, cuyo grupo es también un objeto de la invención, para recoger artículos dispuestos, de manera desordenada, en una zona de almacenamiento de artículos y para colocar los artículos en una estación de salida.
- 50 La Figura 6 ilustra un aparato de embalaje de artículos, indicado en su totalidad por el número de referencia 1, que comprende: una tolva 2 de carga de artículos 3, que son idénticos entre sí (en adelante, se hará referencia también a

- 5 estos artículos 3 como artículos duplicados, o, en aras de la brevedad, como artículos); una primera cinta 4 transportadora, que mueve una pluralidad de contenedores 5, de manera intermitente, en una dirección V1 de alimentación, cuya pluralidad de contenedores 5 está destinada a recibir los artículos liberados por la tolva 2; un grupo 10, objeto de la presente invención, para recoger los artículos 3, dispuestos de manera desordenada, en el interior de los contenedores 5 y para colocarlos en una estación SU de salida relativa; una segunda cinta 6 transportadora que recibe los artículos 3, liberados en un orden predeterminado por el grupo 10, y los mueve en una dirección V2 de suministro; y una máquina 7 de embalaje dispuesta aguas abajo de la segunda cinta 6 transportadora para recibir los artículos desplazados por la misma.
- 10 El grupo 10 de la presente invención comprende: la estación SY de salida; un robot 8 o medios de recogida y colocación para recoger los artículos 3 dispuestos en el interior de un contenedor 5 que está estacionario en una sección de recogida de la primera cinta 4 transportadora y para colocar los artículos 3 recogidos de esta manera en la SU de salida; es decir, en el ejemplo ilustrado en la segunda cinta 6 transportadora; dos cámaras de televisión, una primera cámara 11 y una segunda cámara 12, para adquirir, desde diferentes puntos de vista, una o más imágenes de una pluralidad de artículos 3 duplicados dispuestos en el interior del contenedor 5 y para adquirir una o más imágenes de un artículo 30 de muestra (mostrado en la Figura 1), tal como será obvio más adelante; una unidad 13 de control para recibir los datos desde las cámaras 11, 12 de televisión y para controlar el robot 8.
- 15 Los artículos 3 liberados por la tolva 2 se acumulan aleatoriamente en el interior de un contenedor 5 subyacente que está detenido, y que es movido posteriormente hacia la sección 9 de recogida; de esta manera, cada contenedor lleno de artículos 3 es una zona de almacenamiento de artículos dispuestos de manera desordenada.
- 20 De manera alternativa, los artículos 3 podrían ser liberados directamente en la primera cinta 4 transportadora, que podría estar provista de lados de retención laterales adecuados para los artículos 3 (no ilustrados).
- Los artículos tienen, por ejemplo, una forma sustancialmente plana o alargada.
- 25 Los artículos 3 liberados por la tolva 2 a un contenedor 5 subyacente pueden disponerse de manera irregular, formando, por ejemplo, depresiones y/o montones; pueden incluirse medios de agitación (no ilustrados) aplicados a los contenedores 5 (o a la primera cinta 4 transportadora) para nivelar los artículos 3 contenidos en el interior, de manera que se redistribuyen formando una capa superior uniforme, más regular, que es sustancialmente horizontal. De esta manera, los artículos 3 asumen, más probablemente, en el interior del contenedor 5, una extensión sustancialmente horizontal, lo cual es ventajoso por razones que se aclararán más adelante, en la presente.
- 30 El grupo 10 de la invención aplica un procedimiento correspondiente para recoger artículos 3 dispuestos, de manera desordenada, en la zona de almacenamiento identificada en el interior de un contenedor 5 y para posicionar los artículos 3 en la estación SU de salida; a su vez, el procedimiento indicado anteriormente aplica un procedimiento de segmentación basado en las características (procedimiento basado en características) para segmentar una pluralidad de artículos 3 duplicados dispuestos, de manera desordenada, que es también un objeto de la presente invención.
- 35 Este procedimiento de segmentación comprende una etapa inicial de adquisición de una imagen M de un artículo de muestra (Figura 1) tomada, por ejemplo, por la primera cámara 11 de televisión; este artículo 30 de muestra es uno de entre los artículos 3 (es decir, los artículos 3 cargados en la tolva 2) y está dispuesto en la sección 9 de recogida con una extensión horizontal (que podría ser un contenedor de rímel, un envase de tipo "blíster" que contiene píldoras, un contenedor de champú, etc.) y de manera que está debajo de la primera cámara 11 de televisión. Si el artículo es plano u oblongo, es suficiente simplemente apoyar el artículo 30 de muestra en la primera cinta 4 transportadora en la sección 9 de recogida relativa (que identifica, a su vez, un plano de apoyo horizontal), de manera que, respectivamente, su plano de desarrollo o su eje de desarrollo sea paralelo al plano de apoyo. Es posible adquirir imágenes adicionales (no ilustradas en aras de la simplicidad) del artículo 30 de muestra haciendo girar el artículo 30 de muestra con respecto a una dirección perpendicular al plano en el que las imágenes son adquiridas por la primera cámara 11 de televisión, por razones que se pondrán de manifiesto más adelante, en la presente memoria; es suficiente adquirir las imágenes adicionales del artículo 30 de muestra, manteniendo el artículo 30 de muestra apoyado sobre la superficie horizontal de la primera cinta 4 transportadora y girándolo con respecto a una dirección vertical.
- 40
- 45 Una vez que adquirida la imagen M, debe definirse una figura Z identificativa, que se aproxima en la imagen M a la forma y las dimensiones del artículo 30 de muestra; la figura Z identificativa puede ser seleccionada por el operario teniendo en cuenta la forma del artículo 30 de muestra (y, de esta manera, los artículos 3 a recoger) y, en el ejemplo ilustrado, es un polígono de seis lados que incluye el artículo 30 de muestra (pero podría ser, de manera alternativa, la caja rectangular mínima que incluye el artículo 30 de muestra) y que tiene vértices denotados como P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₆. De esta manera, la figura Z identificativa puede ser identificada conociendo la posición relativa de los vértices P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₆ según un sistema de referencia definido por la imagen M; de esta manera, los vértices P₁, P₂,
- 50
- 55

- 5 P_3, P_4, P_5, P_6 de la figura Z identificativa (en adelante, denominados, también, puntos de contorno característicos) se definen como puntos característicos del contorno del artículo 30 de muestra. Se define un punto característico adicional del artículo 30 de muestra, es decir, el punto P_0 , mostrado en la imagen M de la Figura 1; este punto P_0 puede ser definido por el operario y representa un punto adecuado para recoger el artículo de muestra (y, de esta manera, cualquier artículo 3) con el robot 8 (en adelante, este punto se denominará también punto de recogida característico): a modo de ejemplo, este punto P_0 de recogida característico identifica el centro de gravedad del artículo 30 de muestra (si el artículo es oblongo, podrían definirse dos puntos de recogida característicos, por ejemplo, dispuestos a lo largo del eje de desarrollo del artículo).
- 10 Si se adquiere una imagen adicional (o varias imágenes) del artículo de muestra, la figura Z identificativa todavía exhibirá la misma forma y dimensiones, pero estará girada en un ángulo al que ha sido girado el artículo 30 de muestra con el fin de adquirir la imagen adicional.
- 15 Durante esta etapa inicial, también se incluye (antes o después de la definición de la figura Z identificativa) un cálculo de los puntos significativos de la imagen M del artículo 30 de muestra y los descriptores correspondientes con el fin de obtener una pluralidad respectiva de pares punto significativo-descriptor. El algoritmo para el cálculo de los pares punto significativo-descriptor de la imagen M es un procedimiento de extracción de características y de determinación de correspondencias de características, tal como SIFT (transformada de características invariante de escala) (7); en la imagen M de la Figura 1, los pares punto significativo-descriptor mencionados se han indicado, a modo de ejemplo, como $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{13}$. En resumen, las etapas iniciales del procedimiento de segmentación comprenden:
- 20 adquirir una imagen M de un artículo 30 de muestra (o varias imágenes del artículo 30 de muestra girado de manera apropiada);
- calcular los puntos significativos de la imagen M de un artículo 30 de muestra y los descriptores correspondientes con el fin de obtener una pluralidad respectiva de pares punto significativo-descriptor $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{13}$;
- 25 definir una figura Z identificativa en la imagen M de un artículo 30 de muestra con el fin de estimar una forma del artículo 30 de muestra, estando constituida la figura Z identificativa, en el caso ilustrado, por un polígono de seis lados que tiene vértices P_1, P_2, \dots, P_6 y seleccionar un punto P_0 de recogida característico.
- La etapa de adquisición inicial debe ser repetida cada vez que el tipo de artículo 3 es cambiado durante el uso o durante un cambio 3 de formato de artículo, a menos que los datos ya hayan sido adquiridos y almacenados previamente en la base de datos electrónica.
- 30 Posteriormente, el aparato 1 es activado para embalar los artículos 3; la tolva 2 libera los artículos 3 en el interior de un contenedor 5 subyacente en sincronismo con la activación de la primera cinta 4 transportadora. El contenedor 5 cargado con artículos 3, dispuestos de manera desordenada, es llevado a la sección 9 de recogida y es detenido. En este punto, los medios de agitación (tal como se ha indicado anteriormente, no ilustrados en las figuras) pueden intervenir en el contenedor 5 con el fin de nivelar los artículos 3 contenidos en el mismo, es decir, para proporcionar una disposición uniforme de los artículos 3, de manera que la capa superior de los mismos sea sustancialmente horizontal.
- 35 A continuación, se adquiere una primera imagen I1 de la pluralidad de artículos 3 contenidos en el interior del contenedor 5, que está estacionario en la sección 9 de recogida; en aras de la simplicidad, las figuras adjuntas reproducen la primera imagen I1 de sólo dos artículos F, G parcialmente superpuestos y dispuestos en una extensión sustancialmente horizontal (como la extensión de los artículos 3 representados en una línea discontinua cerca de la tolva 2 en el interior de un contenedor 5 en la Figura 6); obsérvese que esta descripción es general y puede extenderse a cualquier número de artículos 3.
- 40 Una vez completada la etapa inicial y adquirida la primera imagen I1, el procedimiento de segmentación comprende las etapas de:
- 45 calcular, mediante SIFT, los puntos significativos de la primera imagen (I1) de la pluralidad de artículos F, G duplicados y los descriptores correspondientes con el fin de obtener una pluralidad respectiva de pares punto significativo-descriptor denotados como $b_1, b_2, b_3, \dots, B_{17}$;
- determinar una correspondencia entre los pares punto significativo-descriptor a_2, a_3, \dots, a_{13} de la imagen M de un artículo 30 de muestra con los pares punto significativo-descriptor $b_1, b_2, b_3, \dots, B_{17}$ de la primera imagen I1 con el fin de definir las correspondencias de similitud, una vez más mediante SIFT;
- 50 para un primer par punto significativo-descriptor a_{10} de la imagen M que tiene una correspondencia con un segundo par punto significativo-descriptor b_{13} de la primera imagen I1, definir un grupo de siete vectores de desplazamiento

- que tienen una dirección que es el punto de conjunción entre el primer par punto significativo-descriptor a_{10} y, respectivamente, un punto P_0, P_1, \dots, P_6 característico de la figura Z identificativa y como una distancia el módulo entre el primer par punto significativo-descriptor a_{10} y respectivamente un punto característico P_0, P_1, \dots, P_6 (véase la imagen M, Figura 2A.), y almacenar el ángulo relativo entre la dirección principal del punto significativo del primer par punto significativo-descriptor a_{10} con respecto a la dirección del grupo de siete vectores de desplazamiento;
- 5 devolver el punto de aplicación de los siete vectores de desplazamiento indicados anteriormente al segundo par punto significativo-descriptor b_{13} de la primera imagen I1, rotando los segundos vectores de desplazamiento en un ángulo igual al ángulo entre la dirección principal del punto significativo del primer par punto significativo-descriptor a_{10} y la dirección principal del punto significativo del segundo par punto significativo-descriptor b_{13} y adquirir datos (módulo, dirección) de los segundos vectores de desplazamiento, rotados de esta manera, del punto de proyección característico correspondiente $P_{0,6}, P_{1,6}, \dots, P_{6,6}$ (Figura 2A), al cual puede hacerse referencia también como el punto $P_{0,6}$ de proyección característico y como puntos $P_{1,6}, \dots, P_{6,6}$ de proyección característicos de una figura de proyección Z_6 identificativa obtenida como una transformación euclidiana de la figura Z identificativa con referencia a la correspondencia entre el par punto significativo-descriptor a_{10} y el segundo par punto significativo-descriptor b_{13} ;
- 10 aplicar las dos etapas anteriores para todos los pares punto significativo-descriptor de la imagen M del artículo 30 de muestra que tienen una correspondencia con un par punto significativo-descriptor de la primera imagen I1 de la pluralidad de artículos 3 duplicados (véase el ejemplo adicional ilustrado en la Figura 2B);
- 15 aplicar el algoritmo de desplazamiento medio (10) para agrupar los puntos de proyección característicos que tienen una relación de proximidad establecida (véanse, por ejemplo, los puntos $P_{2,1}, P_{2,5}, P_{2,8}$ de la Figura 3) y con el fin de definir, para cada agrupación obtenida de esta manera, un punto representativo, conocido también por un experto técnico como un centro de agrupación (punto C_7 de la Figura 3), definiendo, de esta manera, los puntos de recogida en los centros de agrupación, es decir, los centros de agrupación obtenidos por los grupos de puntos de proyección característicos para la recogida, y centros de agrupación de los puntos del borde (punto C_7 de la Figura 3), es decir, centros de agrupación obtenidos a partir de los grupos de puntos de proyección característicos de los bordes;
- 20 descartar los centros de agrupación obtenidos a partir de grupos de puntos de proyección característicos formados por un número de puntos de proyección característicos que es inferior a un número determinado (por ejemplo, tres);
- 25 definir las figuras F1, G1 representativas (Figura 4) que tienen una misma forma y la figura Z identificativa, posicionada en la primera imagen I1 de manera que los vértices $P_1^F, P_2^F, P_3^F, P_4^F, P_5^F, P_6^F$ y $P_1^G, P_2^G, P_3^G, P_4^G, P_5^G, P_6^G$ relativos se aproximen a los centros de agrupación correspondientes de los puntos de borde (véase el punto P_2^G en la Figura 3, que se aproxima al punto C_7 , que representa un centro de agrupación y de un punto de borde), donde cada figura representativa F1, G1 estima, de esta manera, una posición de un artículo F, G correspondiente dispuesto, de manera desordenada, en la zona de almacenamiento de artículos.
- 30 Las Figuras 2A, 2B, 3, 4, 5 no se refieren a un caso real; ilustran representaciones gráficas que sólo tienen un valor indicativo para una mejor comprensión de la invención. En la parte siguiente de la descripción, se hará referencia también a la idealización mostrada en las figuras, con algunas generalizaciones.
- 35 La Figura 2A ilustra todo los pares punto significativo-descriptor $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{13}$ de la imagen M y los pares punto significativo-descriptor indicados como b_1, b_2, b_3, b_{17} generados con el procedimiento SIFT. La Figura 2B, en aras de la simplicidad, ilustra sólo los pares punto significativo-descriptor de la imagen M y de la primera imagen I1 que tienen una correspondencia: en general, hay nueve correspondencias en el ejemplo. Las correspondencias pueden ser numeradas e identificadas con referencia $m_j(a_h, b_k)$, con h comprendido entre 1 y 13, k comprendido entre 1 y 17 y en la que j es un número variable entre 1 y 9 para indicar el número de correspondencias; por ejemplo, las correspondencias identificadas pueden ser $m_1(a_2, b_{12}), m_2(a_1, b_7), m_3(a_5, b_9), m_4(a_3, b_5), m_5(a_4, b_4), m_6(a_{10}, b_{13}), m_7(a_{11}, b_{10}), m_8(a_8, b_2), m_9(a_7, b_{11})$. La correspondencia $m_6(a_{10}, b_{13})$ indica el número de correspondencia 6 entre el primer par punto significativo-descriptor a_{10} de la imagen M y el segundo par punto significativo-descriptor b_{13} de la primera imagen I1 (Figura 2A), mientras que la correspondencia $m_5(a_4, b_4)$ indica el número de correspondencia 5 entre el primer par punto significativo-descriptor a_4 de la imagen M y el segundo par punto significativo-descriptor b_4 de la primera imagen I1 (Figura 2B). Para cada correspondencia, se obtiene una figura de proyección identificativa correspondiente (nueve en total), que puede ser identificada por medio de un subíndice que indica el número de la correspondencia asociada: por ejemplo, la figura de proyección identificativa Z_6 (Figura 2A) está asociada a la correspondencia $m_6(a_{10}, b_{13})$, mientras que la figura de proyección identificativa Z_5 (Figura 2B) está asociada a la correspondencia $m_5(a_4, b_4)$.
- 40 Los puntos de proyección característicos de cada figura de proyección identificativa $Z_j, j = 1, \dots, 9$, han sido representados como $p_{k \dots j}, K = 0, 1, \dots, 6$ (en la Figura 2A de la figura de proyección identificativa Z_6 es identificable por medio de los puntos de proyección característicos $P_{0,6}, P_{1,6}, \dots, P_{6,6}$, mientras que, en la Figura 2B, la figura de proyección identificativa Z_5 es identificable por los puntos de proyección característicos $P_{0,0}, P_{1,5}, \dots, P_{6,5}$).
- 45
- 50
- 55

Con referencia a la Figura 2B, los pares punto significativo-descriptor que tienen una correspondencia y que están en el artículo G son tres, es decir, b_2 , b_4 , b_{12} : las figuras de proyección identificativas Z_8 , Z_5 , Z_1 están asociadas, respectivamente, a estos pares, de entre cuyas figuras de proyección Z_8 , Z_5 , Z_1 , solo Z_5 está representada en la Figura 2B en aras de la simplicidad. Los puntos de proyección característicos respectivos están asociados a estas figuras de proyección identificativas Z_8 , Z_5 , Z_1 (en la Figura 2B se representan los puntos de proyección característicos de la figura identificativa de la proyección Z_5 , es decir, los puntos $P_{0,0}$, $P_{1,5}$, ... $P_{6,5}$). La Figura 3 muestra una zona ampliada (detalle K de la Figura 2B) en la que están incluidos los puntos de proyección característicos $P_{2,8}$, $P_{2,5}$, $P_{2,1}$; la aplicación del algoritmo de desplazamiento medio agrupa estos puntos de proyección de borde característicos y define un centro de agrupación del punto de borde C_r , donde r es una agrupación; cada agrupación puede tener un número variable de puntos de proyección característicos.

Todavía con referencia a las Figuras 2A, 2B, los pares punto significativo-descriptor que tienen una correspondencia que recae sobre el artículo F son seis, es decir, b_5 , b_7 , b_9 , b_{10} , b_{11} , b_{13} y a éstos se asocian, respectivamente, las figuras de proyección identificativas Z_4 , Z_2 , Z_3 , Z_7 , Z_9 , Z_6 , de entre las cuales sólo se representa en la Figura 2A la figura de proyección identificativa Z_8 , en aras de la simplicidad. Los centros de agrupación correspondientes del punto de recogida y los centros de agrupación del punto de borde serán, presumiblemente, siete y cada uno formado estará formado por seis elementos (se especifica, una vez más, que el ejemplo considerado en las figuras es sólo indicativo y no se refiere a un caso real).

En general, algunas agrupaciones pueden agrupar, por ejemplo, sólo uno o como máximo dos puntos de proyección característicos; se ha encontrado que estos están asociados, generalmente, a un par punto significativo-descriptor de la primera imagen I1 que recae en un artículo dispuesto en la zona de almacenamiento en una extensión no horizontal. En este caso, es recomendable desechar la agrupación indicada anteriormente (véase la etapa correspondiente del procedimiento indicado anteriormente, en la presente memoria), de manera que no se tiene en cuenta en la etapa sucesiva del procedimiento en relación a la definición de las figuras representativas, tal como se explicará más claramente más adelante, en la presente memoria.

El caso ilustrado en la Figura 3 se refiere al problema de definir la figura representativa G1 para estimar la posición del artículo G en el contenedor 5. Tal como se ha indicado, la figura representativa G1 es seleccionada de manera que los vértices relativos P_1^G , P_2^G , P_3^G , P_4^G , P_5^G , P_6^G se aproximan a los centros de los conglomerados correspondientes de puntos de borde definidos en la primera imagen I1, estando indicado uno de estos grupos como C_r , en la Figura 3 y estando formado por los puntos de proyección de borde $P_{2,5}$, $P_{2,5}$, $P_{2,1}$ característicos.

De esta manera, la etapa de definir las figuras representativas incluye considerar todos los centros de agrupación válidas (es decir, aquellos que no han sido descartados) de los puntos de borde identificados en la primera imagen I1; de esta manera, se localizan conjuntos que comprenden seis centros de agrupación de puntos de borde asociables a una figura representativa que tiene vértices que, respectivamente, se aproximan a la posición de los centros de agrupación de los puntos de borde.

Debería recordarse que las figuras de proyección identificativas son rotaciones y translaciones en el plano de la primera imagen I1 de la figura Z identificativa definida en el plano de la imagen M del artículo 30 de muestra; esta figura Z identificativa se aproxima a la forma del artículo 30 de muestra dispuesto en una extensión horizontal; de esta manera, el procedimiento de la presente realización es eficaz para segmentar los artículos 3 que están dispuestos en un eje horizontal o sustancialmente horizontal (artículos inclinados en un ángulo de aproximadamente 20° con respecto al plano horizontal). Para los artículos 3 con un mayor grado de inclinación, el procedimiento es menos fiable, de manera que es preferible que los artículos, inclinados de esta manera, no estén segmentados; para este fin, es suficiente no considerar las agrupaciones que tienen pocos elementos (por ejemplo, uno o como máximo dos), es decir, estas agrupaciones pueden ser descartadas de manera que no se tendrán en cuenta durante la etapa de definición de las figuras representativas, tal como se ha indicado. Los artículos 3 adquiridos en la primera imagen I1 y que tienen una extensión horizontal o una extensión sustancialmente horizontal ofrecen una mayor superficie de exposición que los artículos inclinados (tal como se ha indicado, con una inclinación superior a 20° con respecto al plano horizontal), se ha verificado que más pares punto significativo-descriptor de la primera imagen I1 se encuentran en aquellos artículos 3 que tienen una extensión horizontal o sustancialmente horizontal; por lo tanto, los puntos de proyección característicos estarán asociados a estos pares, los cuales formarán grupos correspondientes constituidos por un mayor número de elementos.

Por consiguiente, es importante que en la primera imagen I1 hay un gran número de pares punto significativo-descriptor; este número de pares puede incrementarse aplicando las etapas iniciales indicadas anteriormente del procedimiento a una pluralidad de imágenes del artículo 30 de muestra, que se obtienen girando el artículo 30 de muestra con respecto a una dirección vertical, tal como se ha indicado anteriormente.

La consideración de sólo las agrupaciones que tienen un cierto número de elementos (por ejemplo, al menos tres) presenta diversas ventajas: en primer lugar, la segmentación es más precisa, ya que las figuras representativas

5 generadas estiman, de manera más precisa, la posición de los artículos correspondientes debido a que el procedimiento de desplazamiento medio ha procesado un número suficiente de elementos; y, en segundo lugar, la segmentación es más fiable ya que no se tienen en cuenta las agrupaciones que tienen pocos elementos (puntos de proyección característicos), cuyos elementos estarían vinculados, probablemente, a pares punto significativo-descriptor que se encuentran sobre artículos inclinados cuya situación no sería estimada satisfactoriamente por el presente procedimiento de segmentación.

Los centros de los conglomerados de los puntos de recogida P_0^F , P_0^G , se han obtenido también mediante la aplicación del algoritmo de desplazamiento medio: por lo tanto, representan, respectivamente, una estimación de la posición de los puntos de recogida de los artículos F, G.

10 Se especifica que un centro de la agrupación correspondiente de un punto de recogida puede ser asociado a cada figura representativa: en un aspecto de la invención, la etapa de definición de figuras representativas puede comprender tener en cuenta no sólo los centros de agrupación de los puntos de borde identificados en la primera imagen I1, sino también los centros de agrupación del punto de recogida.

15 La segmentación de la pluralidad de artículos 3 dispuestos, de manera desordenada, en la zona de almacenamiento (estaciones de contenedores 5 en la sección 9 de recogida) permite la realización de una estimación satisfactoria de la posición de los artículos 3 que pertenecen a la pluralidad de artículos 3 que tienen una extensión horizontal o una extensión sustancialmente horizontal. Incluso si los artículos no están parcialmente superpuestos, es posible realizar la operación de recogida de los artículos 3 por el robot 8, en base al conocimiento de la posición de los centros de agrupación de puntos de recogida.

20 En el caso ilustrado en la Figura 4, por el contrario, los artículos F, G están parcialmente superpuesto, unos sobre otros; la zona de superposición de los artículos F, G puede ser definida como la zona de intersección común de las figuras representativas relativas F1, G1 indicadas en la Figura 4, con el número de referencia 50. En este caso, los centros de agrupación de puntos de recogida P_0^F , P_0^G están dentro del área común de intersección 50, de manera que es necesario determinar el grado de superposición de los dos artículos F, G, es decir, cuál de los dos artículos está superpuesto sobre el otro o, en cualquier caso, qué centro de agrupación de punto de recogida P_0^F , P_0^G , es directamente accesible por el robot 8, con el objetivo de recoger el artículo correspondiente. Si un centro de agrupación de un punto de recogida de un primer artículo es accesible, en el sentido de que no está ocluido por un segundo artículo, el robot 8 puede ser activado para recoger el primer artículo; el orden de recogida de los artículos 3 en la zona de almacenamiento de artículos puede seguir este criterio: el robot 8 puede ser activado, es decir, para recoger artículos cuyos centros de agrupación de puntos de recogida no están cubiertos por otros artículos; esto puede ser verificado calculando si un centro de agrupación de un punto de recogida recae dentro de una zona común de intersección.

25 En el caso ilustrado en la Figura 4, ambos centros de agrupación de los puntos de recogida P_0^F , P_0^G , se encuentran dentro de una zona común de intersección, y, de esta manera, es necesario determinar cuál de los dos artículos F, G, a los cuales corresponden las figuras representativas F1, G1 que se cruzan, está superpuesto sobre el otro.

Con el fin de determinar si hay o no artículos 3 superpuestos y su grado de superposición (es decir, qué artículo está superpuesto sobre el otro), pueden proporcionarse etapas adicionales, de la manera siguiente:

adquirir las figuras representativas que se cruzan en la primera imagen I1; en este caso las únicas figuras representativas F1, G1 del ejemplo de la Figura 4 son también figuras representativas que se cruzan entre sí;

40 adquirir las áreas comunes de intersección correspondientes de las figuras representativas que se cruzan entre sí; en este caso, la zona común de intersección es la indicada mediante 50;

adquirir el punto significativo-descriptor de la primera imagen I1 de una pluralidad de artículos 3 duplicados que se encuentran dentro de las áreas comunes de intersección; en este caso, son los pares b_9 , b_{11} , b_{13} ;

45 determinar a qué figuras de proyección identificativas están asociadas los pares punto significativo-descriptor de la primera imagen I1 de una pluralidad de artículos 3 duplicados; en este caso, los pares b_9 , b_{11} , b_{13} están asociados, respectivamente, a las figuras de proyección identificativas Z_3 , Z_9 , Z_6 ;

determinar a qué figuras representativas que se cruzan entre sí están asociadas las figuras de proyección identificativas, con el fin de establecer la relación de superposición mutua de los artículos ilustrados en la primera imagen de una pluralidad de artículos duplicados a las que corresponden las figuras representativas que se cruzan entre sí; en este caso, las figuras de proyección identificativas Z_3 , Z_9 , Z_6 están asociadas a la figura F1 representativa, lo que significa que el artículo F está superpuesto sobre el artículo G;

y establecer un orden de recogida para estos artículos; en este caso, es necesario, en primer lugar, recoger el

artículo F y, a continuación, el artículo G, es decir, el robot 8 recibe la orden de intervenir en el centro de la agrupación del punto de recogida P_0^F , con el fin de coger el artículo F correspondiente y llevarlo a la estación SU de salida.

5 A modo de ejemplo, un posible orden de recogida de los artículos 3 es el siguiente: recoger los artículos a los que están asociadas las figuras representativas correspondientes y, si entre estos artículos hay algunos que están parcialmente superpuestos, recoger, de entre estos artículos superpuestos, el artículo que está dispuesto a una mayor altura, es decir, el artículo superpuesto sobre los otros.

10 Si la capa superior de los artículos 3 está dispuesta siempre sustancialmente a una misma altura, tal como puede ocurrir, por ejemplo, si los artículos no son numerosos y/o tienen un espesor limitado (por ejemplo, artículos que consisten en láminas o similares), no hay necesidad de conocer la altura precisa a la que está dispuesto cada artículo 3 a recoger, ya que la altura es conocida y es común para todos los artículos 3.

15 En el ejemplo ilustrado, los artículos 3 pueden estar dispuestos en el interior del contenedor 5 hasta el borde y el propio contenedor 5 puede estar estacionario en la sección 9 de recogida hasta que es vaciado por el robot 8; de esta manera, la altura de cada artículo 3 a ser recogido no es constante ni conocida previamente y se estima, preferiblemente, con el fin de minimizar el tiempo de recogida por el robot 8; en particular, el conocimiento de la altura del centro de la agrupación del punto de recogida del artículo correspondiente a ser recogido permite la optimización de los perfiles de aceleración y desaceleración adecuados del movimiento del robot 8.

Las etapas del procedimiento para estimar la tercera dimensión del centro de agrupación de los puntos de recogida asociados a las figuras representativas comprenden:

20 adquirir una segunda imagen I2 de la pluralidad de artículos 3 duplicados que están dispuestos, de manera desordenada, en el contenedor 5, tomándose la segunda imagen desde un punto de vista diferente al punto de vista desde el que se tomó la primera imagen I1, usando la segunda cámara 12 de televisión;

calcular los puntos significativos de la segunda imagen I2 y los descriptores correspondientes para obtener una pluralidad respectiva de pares punto significativo-descriptor, usando el procedimiento SIFT;

25 determinar la correspondencia de los pares punto significativo-descriptor de la primera imagen I1 con los pares punto significativo-descriptor de la segunda imagen I2 con el fin de definir correspondencias de similitud entre los pares punto significativo-descriptor de la primera imagen I1 y los pares punto significativo-descriptor de la segunda imagen I2, usando una vez más el procedimiento SIFT;

30 seleccionar un par punto significativo-descriptor en la primera imagen I1 que tiene una correspondencia con un par punto significativo-descriptor de la segunda imagen I2, con el fin de aproximar la posición de un centro de agrupación de un punto de recogida;

estimar la posición en el espacio tridimensional del par punto significativo-descriptor, seleccionado de esta manera, y asociar la altura relativa del par en el centro de agrupación del punto de recogida.

35 La Figura 5 ilustra, en aras de la simplicidad, sólo dos pares punto significativo-descriptor u_j, u_k en la primera imagen I1 que tienen una correspondencia, respectivamente, con un mismo número de pares punto significativo-descriptor v_s, v_n de la segunda imagen I2; estos pares u_j, u_k han sido seleccionados con el fin de aproximar la posición, respectivamente, de los centros de agrupación de los puntos de recogida P_0^F, P_0^G .

El par punto significativo-descriptor u_j, u_k de la primera imagen I1 son aquellos que están más cerca de los centros de agrupación del punto de recogida P_0^F, P_0^G .

40 La estimación de la tercera dimensión es un procedimiento conocido para un experto técnico en el sector y, por lo tanto, no se describirá adicionalmente en la presente memoria.

45 Los centros de agrupación del punto de recogida P_0^F, P_0^G pueden recibir las mismas coordenadas espaciales que corresponden a los puntos identificados por los pares punto significativo-descriptor u_j, u_k que tienen una correspondencia con los pares punto significativo-descriptor v_s, v_n ; en particular, una única coordenada espacial de los puntos relacionada con la altura puede ser asociada a los centros de agrupación del punto de recogida P_0^F, P_0^G tal como se realiza en las etapas descritas anteriormente.

50 El orden de recogida de artículos 3 al que corresponde una figura representativa podría comprender recoger previamente aquellos artículos que no están ni siquiera parcialmente ocluidos por otros artículos (aplicación de las etapas del procedimiento para detectar las áreas de intersección entre las figuras representativas) y los centros de agrupación de recogida asociados que están dispuestos en una posición más alta (aplicación de las etapas del procedimiento de estimación de la tercera dimensión de los centros de agrupación de recogida). De esta manera, se

recogen los artículos 3 dispuestos a una mayor altura y no ocluidos por otros artículos 3. Esto es ventajoso, ya que el robot 8 realiza la recogida de los artículos 3 dispuestos en el contenedor 5 sin desplazar accidentalmente los artículos contiguos.

5 El hecho de recoger sólo los artículos 3 que no están ocluidos por otros artículos 3 permite la adquisición de una nueva primera imagen I1 (y también una nueva segunda imagen I2, si es necesario estimar la tercera dimensión), después de varias operaciones de recogida de artículos 3 desde la zona 5 de almacenamiento, ya que, de manera ventajosa, la recogida de los artículos 3 por el robot 8 no altera la posición de los artículos 3 contiguos, que permanecen inalterados (de hecho, no existen impactos entre los artículos 3 contiguos a un artículo 3 durante la recogida de este último). Por lo tanto, con la adquisición de una primera imagen I1 de una pluralidad de artículos
10 duplicados en la zona 5 de almacenamiento es posible recoger una pluralidad de artículos, lo que minimiza el procedimiento de cálculo y, por consiguiente, permite una mayor productividad; el número máximo de artículos que pueden ser recogidos con la adquisición de una primera imagen I1, de esta manera, corresponde al número de figuras representativas identificadas por el procedimiento de la invención.

15 Durante la recogida de los artículos 3 por el robot 8, la capa superior de los artículos 3 dispuestos en el contenedor 5 asume una conformación diferente y pueden formarse montones y valles.

Una vez recogidos todos los artículos asociados a una figura representativa, el procedimiento comprende la adquisición de una nueva primera imagen I1 para establecer nuevas figuras representativas, para estimar la posición de los artículos 3 correspondientes contenidos en la zona de almacenamiento de artículos (contenedor 5). Antes de tomar una nueva primera imagen I1, sin embargo, es posible aplicar los medios de agitación al contenedor 5, de manera que los artículos 3 se nivelan para formar una capa superior nueva y sustancialmente horizontal de los artículos 3, por las razones descritas anteriormente en la presente memoria.
20

Lo indicado anterior ha sido descrito a modo de ejemplo no limitativo, de manera se entiende que cualquier variante de construcción eventual está incluida dentro del ámbito de protección de la presente solución técnica, tal como se reivindica a continuación, en la presente memoria.
25

Referencias bibliográficas

- [1] Vittorio Ferrari, Tinne Tuytelaars y Luc Gool, "Simultaneous object recognition and segmentation from single or multiple model views," *Int. J. Comput. Vision*, vol. 67, no. 2, pp. 159-188, 2006.
- 5 [2] Ying Liu, Dengsheng Zhang, Guojun Lu y WeiYing Ma, "A survey of content-based image retrieval with high-level semantics," *Pattern Recognition*, vol. 40, no. 1, pp. 262-282, 2007.
- [3] S. Zickler y M. M. Veloso, "Detection and localization of multiple objects," in *Proc. of 6th IEEERAS International Conference on Humanoid Robots*, Diciembre 2006, pp. 20-25.
- 10 [4] Krisnawan Rahardja y Akio Kosaka, "Vision based bin picking: recognition and localization of multiple complex objects using simple visual cues," en *1996 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*. 1996, pp. 1448-57, IEEE Press.
- [5] J. Zhang, M. Marszalek, S. Lazebnik y C. Schmid, "Local features and kernels for classification of texture and object categories: A comprehensive study," *Intl Journal of Computer Vision*, vol. 73, no. 2, pp. 213-238, Junio 2007.
- [6] P. Felzenszwalb, D. McAllester y D. Ramanan, "A discriminatively trained multi-scale, deformable part model," en *Proc. of IEEE Intl Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Junio 2008, pp. 1-8.
- 15 [7] David G. Lowe, "Distinctive image features from scale-invariant keypoints," *International Journal of Computer Vision*, vol. 60, no. 2, pp. 91-110, Noviembre 2004.
- [8] B. Leibe, A. Leonardis y B. Schiele, "Robust object detection with interleaved categorization and segmentation," *Intl Journal of Computer Vision*, vol. 77, no. 13, pp. 259-289, Mayo 2008.
- 20 [9] T. Knoll y R. Jain, "Recognizing partially visible objects using feature indexed hypotheses," *IEEE Journal of Robotics and Automation*, vol. 2, no. 1, PP. 3-13, Marzo 1986.
- [10] Fukanaga, Keinosuke; Larry D. Hostetler. "The Estimation of the Gradient of a Density Function, with Applications in Pattern Recognition". *IEEE Transactions on Information Theory* 21 (1): 32-40, Enero 1975.
- [11] Navneet Dalai, Bill Triggs: "Histograms of Oriented Gradients for Human Detection". *Proc. of IEEE Intl Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, vol. 1, pp. 886-893, 2005
- 25 [12] Herbert Bay, Tinne Tuytelaars y Luc Van Goo! "SURF: Speeded Up Robust Features", *Proceedings of the 9th European Conference on Computer Vision*, Springer LNCS volumen 3951, parte 1, pp 404-417, 2006

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de segmentación basado en características, para segmentar una pluralidad de artículos (3) duplicados, dispuestos de manera desordenada, caracterizado por que comprende las etapas de:

- a) adquirir una imagen (M) de un artículo (30) de muestra;
- 5 b) calcular los puntos significativos de la imagen (M) de un artículo (30) de muestra y los descriptores correspondientes con el fin de obtener una pluralidad respectiva de pares punto significativo-descriptor ($a_1 \dots a_{13}$) de la imagen (M) de un artículo (30) de muestra;
- c) definir una figura (Z) identificativa en la imagen de un artículo (30) de muestra con el fin de aproximar una forma del artículo (30) de muestra ilustrado en la imagen (M) de un artículo (30) de muestra;
- 10 d) adquirir una primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos duplicados;
- e) calcular los puntos significativos de la primera imagen (I1) de la pluralidad de artículos (3) duplicados y los descriptores correspondientes con el fin de obtener una pluralidad respectiva de pares punto significativo-descriptor ($b_1 \dots, b_{17}$) de la primera imagen (I1) de la pluralidad de artículos (3) duplicados;
- 15 f) determinar una correspondencia de los pares punto significativo-descriptor ($a_1, \dots a_{13}$) de la imagen (M) de un artículo (30) de muestra con los pares punto significativo-descriptor ($b_1 \dots b_{17}$) de la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados con el fin de definir las correspondencias de similitud entre los pares punto significativo-descriptor ($a_1, \dots a_{13}$) de la imagen (M) de un artículo (30) de muestra y los pares punto significativo-descriptor (b_1, \dots, b_{17}) de la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados;
- 20 g) reconocer una posición relativa y una orientación relativa de la figura (Z) identificativa con respecto a un primer par punto significativo-descriptor (a_{10}) de la imagen (M) de un artículo (30) de muestra que tiene una correspondencia con un segundo par punto significativo-descriptor (b_{13}) de la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados;
- 25 h) definir, en la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados, una figura de proyección identificativa (Z_6) que tiene una forma y una dimensión que son comparables o idénticas a las de la figura identificativa (Z), cuya figura de proyección identificativa (Z_6) tiene una posición relativa y una orientación relativa con respecto al segundo par punto significativo-descriptor (b_{13}) de la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados que son idénticas , respectivamente, a la posición relativa y la orientación relativa asumidas por la figura identificativa (Z) dispuesta en la imagen (M) de un artículo (30) de muestra con respecto al primer par punto significativo-descriptor (a_{10}) de la imagen (M) de un artículo (30) de muestra;
- 30 i) aplicar las dos etapas precedentes a una pluralidad de pares punto significativo-descriptor ($a_2, a_1, a_5, a_3, a_4, a_{10}, a_{11}, a_8, a_9$) de la imagen (M) de un artículo (30) de muestra que tienen un correspondencia con un par punto significativo-descriptor ($b_{12}, b_7, b_9, b_5, b_4, b_{13}, b_{10}, b_2, b_{11}$) de la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados;
- 35 j) reunir las figuras de proyección identificativas (Z_1, \dots, Z_9) que tienen entre las mismas un grado predeterminado de superposición;
- k) definir una figura representativa (F_1, G_1) para cada grupo de figuras de proyección identificativas (Z_1, \dots, Z_9) que está formado por un número mínimo predeterminado de figuras de proyección identificativas (Z_1, \dots, Z_9) , cuya figura representativa (F_1, G_1) tiene una misma forma y dimensión que una figura de proyección identificativa (Z_1, \dots, Z_9), y es seleccionada con el fin de estimar una posición de un artículo (3) correspondiente ilustrado en la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados.

2. Procedimiento de segmentación según la reivindicación 1, caracterizado por que cada figura de proyección identificativa (Z_1, \dots, Z_9) asociada a una figura identificativa (Z) correspondiente y un primer par punto significativo-descriptor (a_{10}) de la imagen (M) de un artículo (30) de muestra que tiene una correspondencia con un segundo par punto significativo-descriptor (b_{13}) de la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados, se obtiene como una transformación euclidiana de la figura identificativa (Z).

3. Procedimiento de segmentación según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que la imagen de un artículo (30) de muestra y la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados son tomadas desde sustancialmente un mismo punto de vista.

4. Procedimiento de segmentación según la reivindicación 1 ó 2 ó 3, caracterizado por que el artículo (30) de muestra, antes de adquirir la imagen (M) del artículo (30) de muestra, es orientado en el espacio tridimensional en

una orientación que es similar o comparable a la orientación adoptada por un número de artículos (3) duplicados que son parte de la pluralidad de artículos (3) duplicados tomados a través de la primera imagen (I1) relativa de una pluralidad de artículos (3) duplicados.

5 5. Procedimiento de segmentación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que adquiere una pluralidad de imágenes del mismo artículo (30) de muestra, en el que cada imagen de la pluralidad de imágenes se distingue por el hecho de que el artículo (30) de muestra está girado en el espacio tridimensional en un ángulo predeterminado con respecto a una dirección perpendicular a un plano común en el que se toma la pluralidad de imágenes, y caracterizado por que las etapas sucesivas del procedimiento se repiten para cada imagen de entre la pluralidad de imágenes del artículo (30) de muestra.

10 6. Procedimiento de segmentación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que:

la figura identificativa (Z) en la imagen de un artículo (30) de muestra es identificado por medio de una pluralidad de puntos característicos (P_0, P_1, \dots, P_6);

15 la etapa de adquisición de la posición relativa y la orientación relativa de la figura identificativa (Z) con respecto a un primer par punto significativo-descriptor (a_{10}) de la imagen (M) de un artículo (30) de muestra consiste en la adquisición de la posición relativa de los puntos característicos (P_0, P_1, \dots, P_6) dispuestos en la imagen de un artículo (30) de muestra con respecto al primer par punto significativo-descriptor (a_{10}) de la imagen (M) de un artículo (30) de muestra;

20 la etapa de definir, en la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados, una figura de proyección identificativa (Z_6) que tiene una posición relativa y una orientación relativa con respecto al segundo par punto significativo-descriptor (b_{13}) de la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados que son idénticas, respectivamente, a la posición relativa y la orientación relativa asumidas por la figura identificativa (Z) dispuesta en la imagen (M) de un artículo (30) de muestra con respecto al primer par punto significativo-descriptor (a_{10}) de la imagen (M) de un artículo (30) de muestra consiste en definir, en la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados de los puntos de proyección característicos ($P_{0,6}, P_{1,6}, \dots, P_{6,6}$) que tienen cada uno una posición relativa con respecto al segundo par punto significativo-descriptor (b_{13}) de la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados que es idéntica a la posición relativa asumida por un punto característico (P_0, P_1, \dots, P_6) correspondiente dispuesto en la imagen de un artículo (30) de muestra con respecto al primer par punto significativo-descriptor (a_{10}) de la imagen (M) de un artículo (30) de muestra;

30 la etapa de agrupar las figuras de proyección identificativas (Z_1, \dots, Z_9), que tienen un grado predeterminado de superposición mutua, consiste en agrupar juntos los puntos de proyección característicos que tienen una primera relación de proximidad definida;

35 la etapa de definir una figura representativa (F1, G1) para cada grupo de figuras de proyección identificativas (Z_1, \dots, Z_9) consiste en definir, para cada grupo de puntos de proyección característicos, formado de esta manera, un punto representativo (C_i) equivalente a un punto de proyección característico de una figura representativa (F1, G1) correspondiente con el fin de estimar una posición de un artículo (3) correspondiente ilustrado en la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados.

40 7. Procedimiento para recoger artículos (3) dispuestos de manera desordenada en una zona de almacenamiento de artículos (3) y para posicionar los artículos (3) en una estación (SU) de salida, caracterizado por que comprende el procedimiento de segmentación según la reivindicación 6, en el que la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados es obtenida tomando una primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados que están dispuestos, de manera desordenada, en una zona (5) de almacenamiento de artículos (3) duplicados, y por que comprende la recogida de un artículo (3) ilustrado en la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados, al cual corresponde una figura representativa (F1, G1), y posicionar el artículo (3) en la estación (SU) de salida.

50 8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que comprende, antes de la etapa de adquisición de una primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados dispuestos de manera desordenada en la zona (5) de almacenamiento de artículos (3) duplicados, agitarlos los artículos (3) duplicados dispuestos en la zona (5) de almacenamiento de artículos (3) duplicados con el fin de disponerlos de manera que la capa superior relativa sea sustancialmente horizontal.

9. Procedimiento según la reivindicación 7 ú 8, caracterizado por que al menos un punto de proyección ($P_{0,6}$) característico es también un punto adecuado para recoger el artículo (3) y por que comprende recoger el artículo (3) en el punto de proyección ($P_{0,6}$) característico adecuado para recoger el artículo (3).

10. Procedimiento según la reivindicación 7 ú 8 ó 9, caracterizado por que comprende además las etapas de:

identificar las figuras representativas (F1, G1) que, en la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados, se cruzan entre sí;

5 detectar áreas comunes de intersección (50) correspondientes de las figuras (F1, G1) representativas que se cruzan entre sí;

identificar los pares punto significativo-descriptor (b_3, b_9, b_{11}) de la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados, que se encuentran dentro de las áreas comunes de intersección (50);

identificar a qué figuras de proyección identificativas están asociados los pares punto significativo-descriptor (b_3, b_9, b_{11}) de la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados;

10 identificar a qué figuras representativas (F1, G1), que se cruzan entre sí, están asociadas las figuras identificativas con el fin de establecer en qué relación de superposición mutua están situados los artículos (3) ilustrados en la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados, a los que corresponden las figuras (F1, G1) representativas, que se cruzan entre sí; y

establecer un orden de recogida de los artículos (3).

15 11. Procedimiento según la reivindicación 8 ó 9 ó 10, caracterizado por que comprende las etapas de:

adquirir una segunda imagen (I2) de una pluralidad de artículos (3) duplicados que están dispuestos de manera desordenada en la zona (5) de almacenamiento de artículos (3), en el que la segunda imagen (I2) es tomada desde un punto de vista que es diferente del punto de vista desde el que se ha tomado la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados;

20 calcular los puntos significativos de la segunda imagen (I2) de la pluralidad de artículos (3) duplicados y los descriptores correspondientes con el fin de obtener una pluralidad respectiva de pares punto significativo-descriptor de la segunda imagen (I2) de la pluralidad de artículos (3) duplicados;

25 determinar la correspondencia de los pares punto significativo-descriptor de la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados con los pares punto significativo-descriptor de la segunda imagen (I2) de una pluralidad de artículos (3) duplicados con el fin de definir una correspondencia de similitud entre los pares punto significativo-descriptor de la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados y los pares punto significativo-descriptor de la segunda imagen (I2) de una pluralidad de artículos (3) duplicados;

30 seleccionar un par punto significativo-descriptor (u_j, u_k) de la primera imagen (I1) de una pluralidad de artículos (3) duplicados que tiene un correspondencia con un par punto significativo-descriptor (v_s, v_n) en la segunda imagen (I2) de un pluralidad de artículos (3) duplicados con el fin de aproximar la posición del al menos un punto de proyección característico (P_0^F, P_0^G), que también es un punto adecuado para recoger el artículo (3);

estimar la posición en el espacio tridimensional del par punto significativo-descriptor (u_j, u_k), seleccionado de esta manera, y asociarlo con el punto de proyección característico (P_0^F, P_0^G) que es también un punto para recoger el artículo.

35 12. Un sistema (10) para recoger artículos (3) dispuestos, de manera desordenada, en una zona (5) de almacenamiento de artículos (3) y para posicionar los artículos (3) en una estación (SU) de salida según el procedimiento de las reivindicaciones 7 a 11, caracterizado por que comprende:

una estación (SU) de salida;

40 medios (8) para recoger al menos un artículo (3) desde una zona (5) de almacenamiento de artículos, dispuestos de manera desordenada, y para posicionar el al menos un artículo (3) en la estación (SU) de salida;

medios (11, 12) para la adquisición de una o más imágenes (I1, I2) de una pluralidad de artículos (3) duplicados dispuestos en la zona (5) de almacenamiento de artículos (3) desde uno o más puntos de vista diferentes y para la adquisición de una o más imágenes (M) de un artículo (30) de muestra;

45 una unidad (13) de control para recibir datos desde los medios (11, 12) de adquisición y para controlar los medios (8) de recogida y posicionamiento.

13. Sistema (10) según la reivindicación 12, caracterizado por que comprende además medios para agitar los artículos (3) duplicados dispuestos en la zona (5) de almacenamiento de artículos (3) duplicados con el fin de

disponer los artículos (3) de manera que la capa superior relativa sea sustancialmente horizontal.

14. Uso del sistema según la reivindicación 12 ó 13, para alimentar una máquina (7) de embalaje de artículos (3), en el que la estación (SU) de salida del grupo (10) está conectada funcionalmente a la máquina (7) de embalaje.

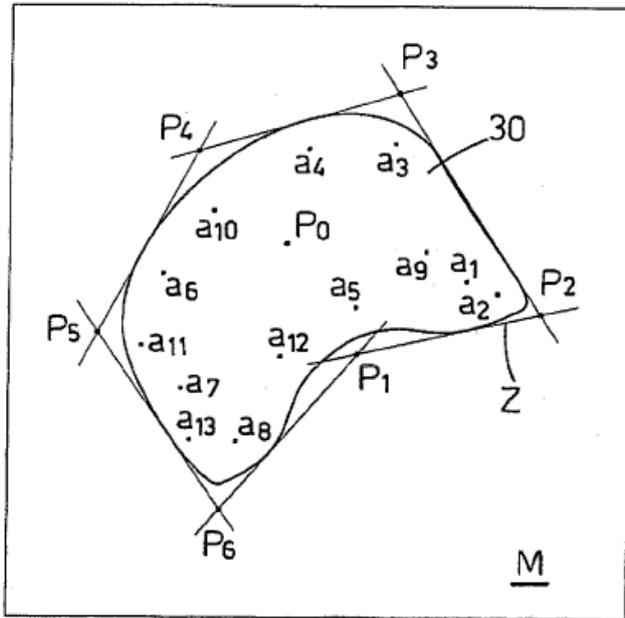
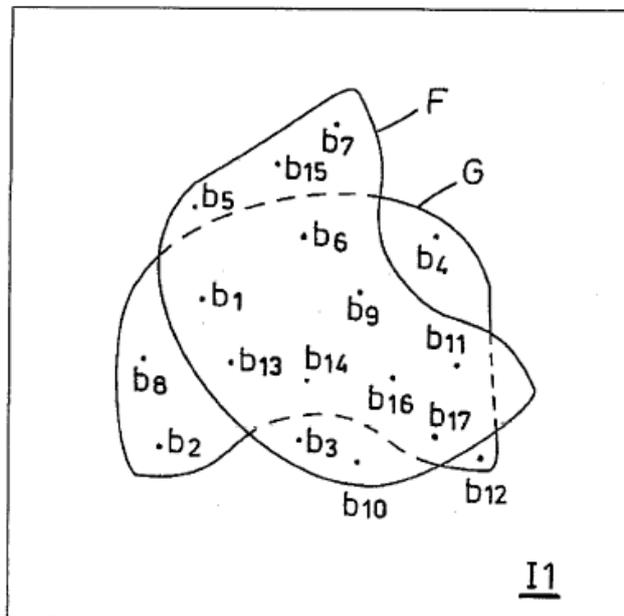


FIG.1



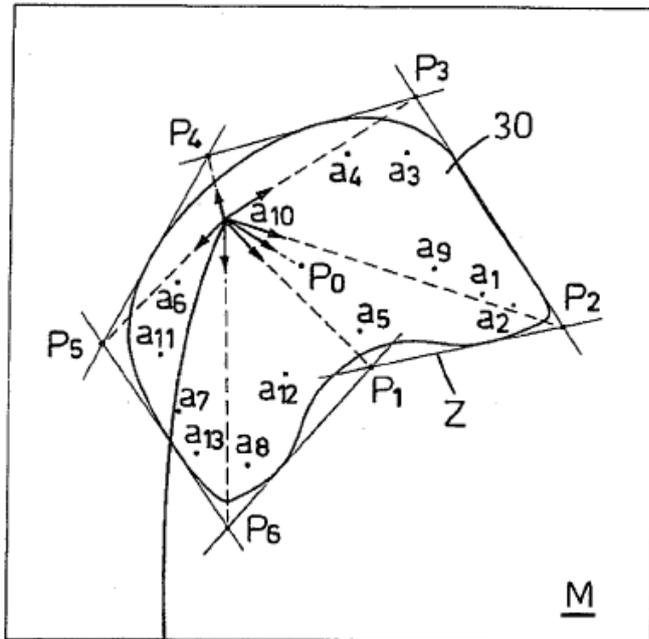
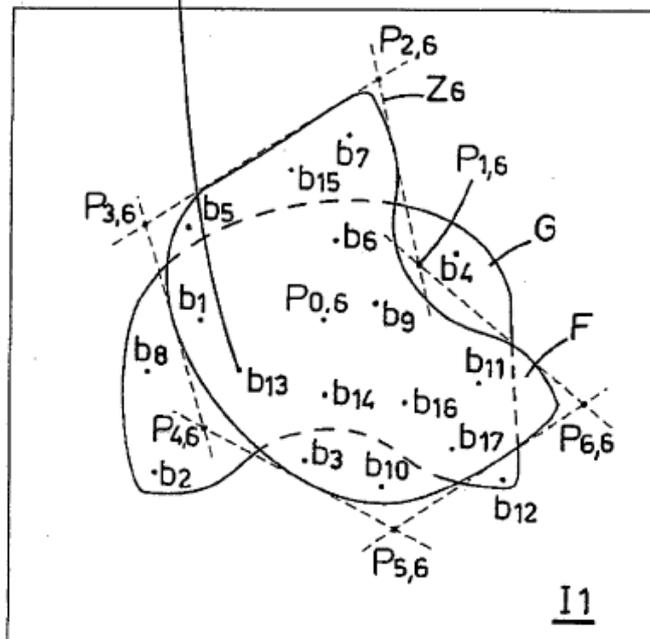


FIG.2A



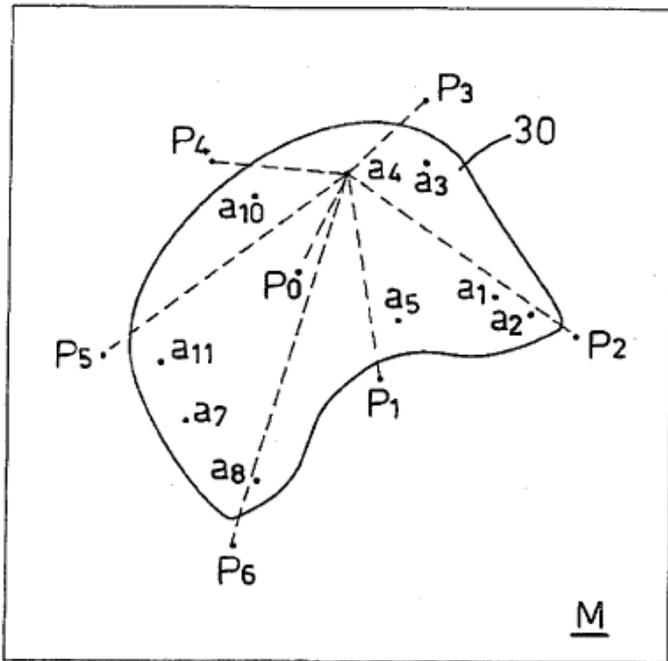
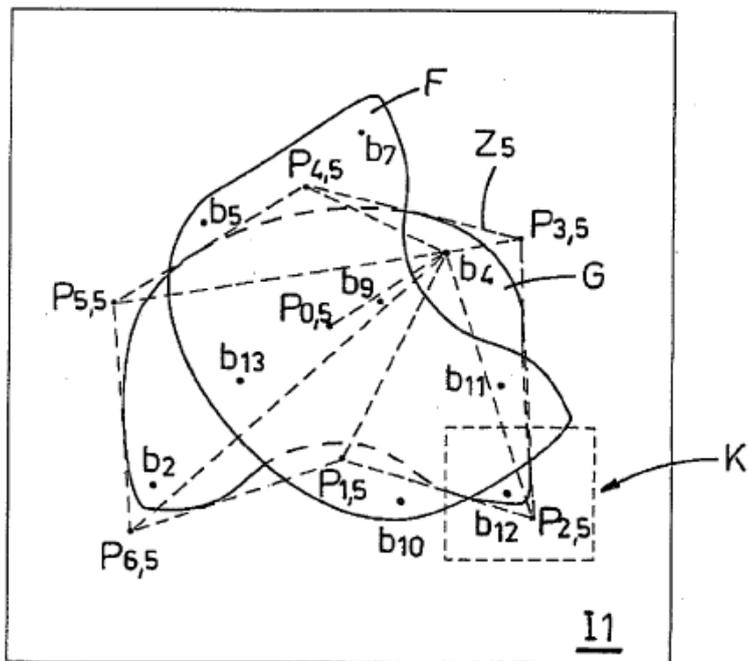


FIG. 2B



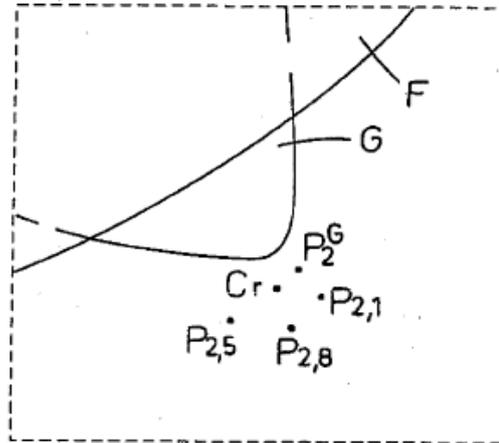


FIG. 3

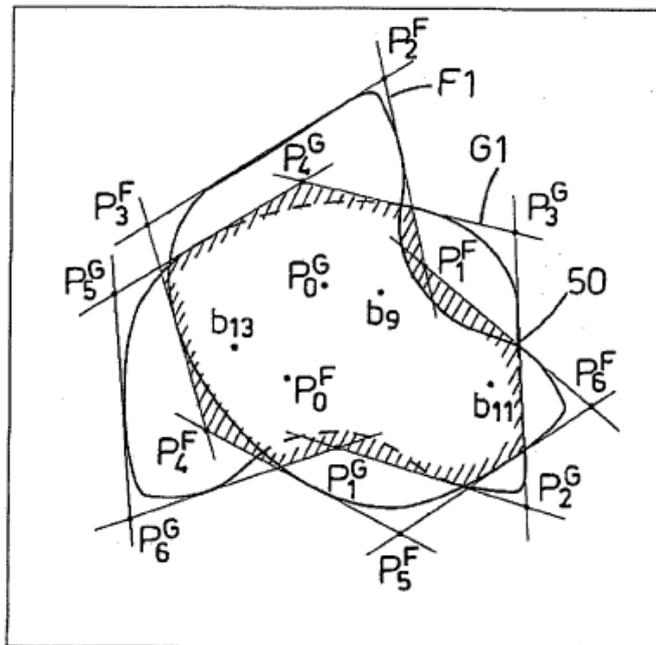


FIG. 4

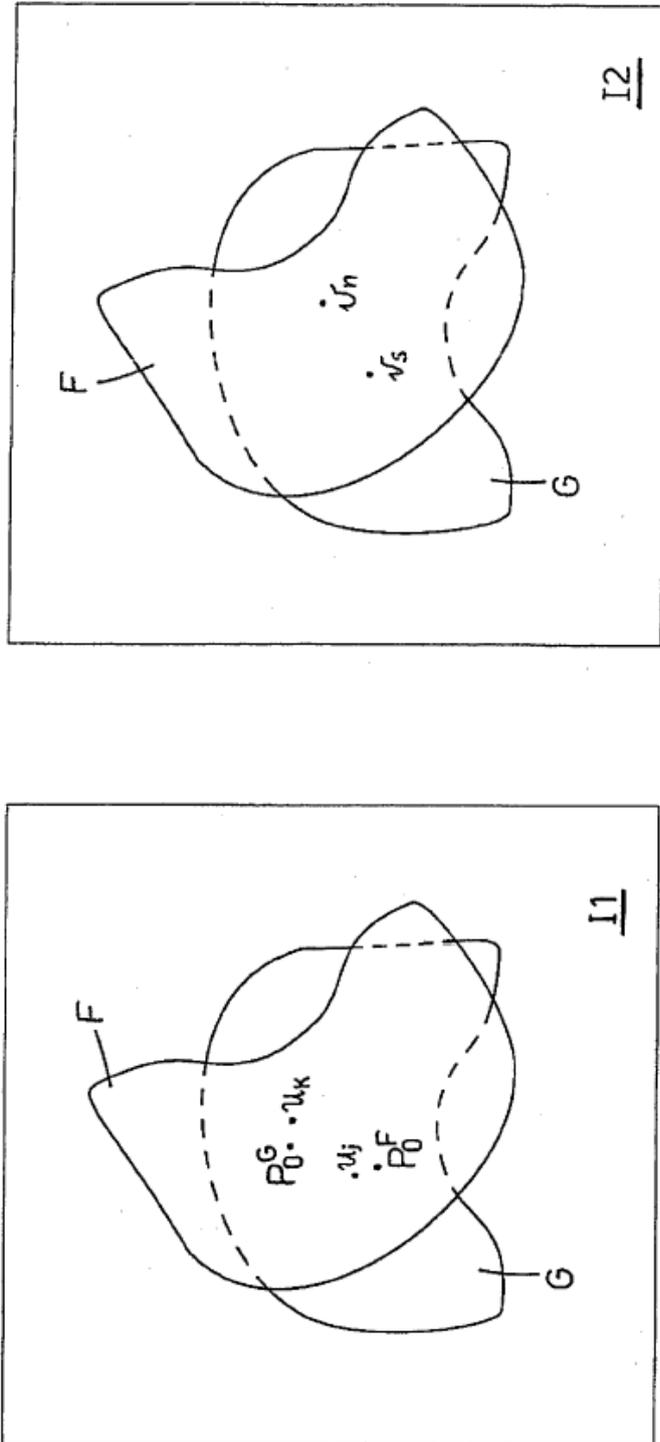


FIG.5

