

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 348**

51 Int. Cl.:

**G06T 7/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.10.2009 E 09740525 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **10.08.2011 EP 2353140**

54 Título: **Procesamiento de imagen**

30 Prioridad:

**28.10.2008 GB 0819730**  
**28.10.2008 EP 08275065**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**12.02.2013**

73 Titular/es:

**BAE SYSTEMS PLC (100.0%)**  
**6 Carlton Gardens**  
**London SW1Y 5AD, GB**

72 Inventor/es:

**CARTER, NICHOLAS, LAURENCE y**  
**THUEX, YOANN, PAUL, GEORGES**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 395 348 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

Procesamiento de imagen

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a procesamiento de imagen, por ejemplo: identificación de correspondencias de puntos entre dos imágenes, selección de un modelo, filtrado de correspondencias de puntos y diferenciación de imagen.

10

**Antecedentes**

Se aplican diversas técnicas de procesamiento de imagen para emparejar imágenes aproximadamente similares. Por ejemplo, se pueden comparar dos imágenes de esencialmente la misma escena tomadas en diferentes momentos. Otro ejemplo está en el dominio de la visión estereoscópica, donde la profundidad de puntos y objetos de una imagen de escena dada se puede recuperar para múltiples imágenes desde cámaras múltiples respectivas correspondientes.

15

20

Tales técnicas de procesamiento de imagen implican habitualmente definir ciertos puntos de imagen en las imágenes, por ejemplo esquinas y bordes, y resolver correspondencias de puntos entre las dos imágenes. En un enfoque común para definir puntos de imagen, se determinan esquinas de Harris usando un operario de interés de esquina de Harris, como el descrito en la referencia "A Combined Corner and Edge Detector", C. Harris y M. Stephens, Proceedings of the 4th Alvey Vision Conference, 1988, págs.147-151.

25

30

Una homografía representa una transformación de un plano a otro. Las matrices de homografía se crean normalmente de correspondencias "conocidas" entre conjuntos de imagen. Estas correspondencias son puntos que deberían coincidir entre las vistas de imagen, y se eligen normalmente en base a criterios tales como cuánto de saliente es la región de la imagen, o cuánto de parecido a una esquina tiene la característica representada en la imagen. Se eligen estos puntos de interés porque se ha encontrado que son robustamente repetibles a través de los conjuntos de imagen. Una vez que estos puntos de interés se han localizado y se han encontrado los puntos correspondientes (habitualmente usando un criterio de coincidencia en base a la similitud de los valores de píxel en fila, que representan cuánto de similares "parecen" las áreas de la imagen), se usa una técnica adicional de filtración para descartar falsas coincidencias. Las falsas coincidencias son correspondencias entre características de imagen que de hecho no coinciden. Éstas son comunes en las imágenes del mundo real, y pueden originar un error considerable en la matriz de homografía final si se les permite permanecer encubiertas en el conjunto de muestra. El conjunto de muestra es, en este caso, el conjunto de correspondencias posible entre los conjuntos de imagen.

35

40

Se conocen diversas técnicas para la filtración de correspondencias de puntos. Dos de las técnicas más famosas son la estimación de media de mínimos cuadrados (Least Median Squares, LMedS) y el consenso de muestra aleatoria (Random Sample Consensus, RANSAC). De las dos, RANSAC es la técnica más famosa, ya que se las ingenia con un número considerable de impostores (en este caso, impostores se refiere a falsas correspondencias), mientras que LMedS se las puede ingeniar con sólo el 50% de los conjuntos de imagen que son impostores.

45

50

Bajo RANSAC, las combinaciones o conjuntos de puntos se eligen de manera aleatoria, y su mapeado, por ejemplo un modelo, se usa para calcular un error para todos los puntos comparado con tal mapeado, y si el error es el más bajo (es decir, la mejor calificación) aún determinado, su mapeado se almacena como la mejor solución. Después de que una condición de fuga, es decir un final de criterios de procesamiento, es alcanzada (por ejemplo, una cantidad dada de tiempo de procesamiento o tiempo real, o un número dado de combinaciones), la solución actualmente almacenada se usa como la mejor solución. RANSAC se describe adicionalmente en "Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated Cartography", M. A. Fischler y R. C. Bolles, Communications of the Association for Computing Machinery, vol. 24, págs. 381-395,1981.

55

60

Una vez que los impostores se han escogido de la mejor manera posible con la capacidad de la técnica de filtración usada, los puntos "buenos" que quedan, llamados postores, son transformados en una estimación de homografía. Este proceso se realiza con frecuencia usando una técnica de aproximación de mínimos cuadrados, tal como la transformada lineal directa descrita en "Multiple View geometry in Computer Vision", R. Hartley y A. Zisserman, Cambridge University Press, 2003, ISBN 978-0-521-54051-3.

La restricción de selección de punto mediante encubación se conoce de IEICE Trans. Inf. & Syst., vol. E83-D, nº 7, July 2000, págs. 1386-1394.

Los enfoques anteriores para la filtración de correspondencias de puntos (LmedS, RANSAC, etc.) se han probado satisfactoriamente durante años. Sin embargo, todos ellos tienden a dejar un cierto número de impostores presentes, y esto se agrava si la cantidad de procesamiento permitido por el proceso es relativamente bajo.

**Sumario de la invención**

La presente invención proporciona un método de selección de modelo de homografía a partir de correspondencias de puntos de una pareja asociada de imagen como la definida en la reivindicación adjunta 1.

5 En cada uno de los aspectos anteriores, al menos una de las zonas se puede definir con relación al centro de masa de los puntos de imagen.

10 Realizaciones adicionales de la presente invención se definen en las reivindicaciones adjuntas 2-13.

En un aspecto adicional, la presente invención proporciona un medio de almacenamiento que almacena instrucciones implementables por procesador adaptadas para controlar uno o más procesadores para realizar los métodos anteriores, y un aparato adaptado para realizar dichos métodos.

**15 Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un organigrama de proceso que muestra ciertos pasos de proceso realizados en una realización de un método de selección de un modelo;

20 la figura 2 es una ilustración esquemática de un par de imágenes que comprende un par de imágenes asociadas;

la figura 3 es una ilustración esquemática de la primera imagen del par de imágenes con puntos tabicados dentro de cuatro zonas tabicadas;

25 la figura 4 es una ilustración esquemática de la primera imagen de la zona tabicada, como se muestra en la figura 3, incluyendo adicionalmente una zona de exclusión;

la figura 5 es un organigrama de proceso que muestra más detalles de uno de los pasos de proceso del método mostrado en la figura 1;

30 la figura 6 es un organigrama de proceso que muestra más detalles de uno de los pasos de proceso del método mostrado en la figura 1;

35 la figura 7 es un organigrama que muestra ciertos pasos de proceso de un método de filtración de correspondencias de puntos recibidas; y

la figura 8 es un organigrama de proceso que muestra ciertos pasos de proceso realizados en una realización de un método de diferenciación de imagen.

**40 Descripción detallada**

La figura 1 es un organigrama de proceso que muestra ciertos pasos de proceso realizados en una realización de un método de selección de un modelo. En el paso s2, se recibe un par de imágenes con correspondencias de puntos.

45 La figura 2 es una ilustración esquemática del par de imágenes que comprende un par de imágenes asociadas, concretamente una primera imagen 101 y una segunda imagen 102. en esta realización, a modo de ejemplo, las dos imágenes son fotografías de concretamente la misma escena pero tomadas con un tiempo de retraso entre ellas y desde un punto de vista ligeramente diferente. Hay un gran número de correspondencias de puntos entre la primera imagen 101 y la segunda imagen 102. En esta realización, a modo de ejemplo, las correspondencias de puntos son esquinas de Harris que se han determinado a la manera convencional usando un operador de interés de esquina de Harris como se mencionó anteriormente. En la práctica, el número de correspondencias de puntos puede ser tan alta como, digamos, cinco mil, sin embargo, por simplificar la explicación, la realización se describirá en términos de sólo dieciséis correspondencias de puntos a modo de ejemplo. Estas dieciséis correspondencias de puntos se representan cada una en la figura 2 como una "x" asociada a cada una de las imágenes primera 101 y segunda 102, y están etiquetadas como 1a-16a en la primera imagen 101 y como 1b-16b en la segunda imagen 102. De este modo, el punto 1a en la primera imagen 101 y el punto 1b en la segunda imagen 102 juntos son una primera correspondencia de punto, el punto 2a en la primera imagen 101 y el punto 2b en la segunda imagen 102 juntos son una segunda correspondencia de punto, y así se continúa sucesivamente hasta el punto 16a en la primera imagen 101 y el punto 16b en la segunda imagen 102 juntos que son una correspondencia de punto dieciséis.

60 (Como un aparte, será útil para comprender los detalles adicionales de esta realización posteriormente el apreciar que los métodos convencionales de filtración de correspondencias de puntos se realizan directamente en las correspondencias de puntos mostradas en la figura 2 sin ningún procesamiento intermedio o previo. Por ejemplo, si la técnica RANSAC convencional fuera a ser implementada en el escenario simplificado anterior de la figura 2, se intentaría repetidamente un escenario accesorio modelo para combinaciones aleatorias de cuatro de las dieciséis correspondencias de puntos. Más particularmente, se seleccionarían conjuntos de correspondencias de cuatro

puntos y se ensayarían aleatoriamente. Esto es, todas las combinaciones de cuatro de los dieciséis puntos están permitidas en la prueba, es decir 1:2:3:4, 1:2:3:5, 1:2:3:6, 1:2:3:7,....., 1:2:3:16, 1:2:4:5, 1:2:4:6, 1:2: 4:7,....., 1:2:4:16,.....hasta 13:14:15:16. De este modo, cada una de las combinaciones del total de  $16 \times 15 \times 14 \times 13 = 2912$  se selecciona de manera igualmente posible en cada repetición del proceso aleatorio de selección de punto).

5 Con referencia otra vez a la figura 1, en el paso s4, los puntos de una de las imágenes, por ejemplo los puntos de la primera imagen 101, están tabicados en zonas de tabique. La figura 3 es una ilustración esquemática de la primera imagen 101 con los puntos 1a-16a tabicados en cuatro zonas de tabique, concretamente una primera zona 21 de tabique, una segunda zona 22 de tabique, una tercera zona 23 de tabique, y una cuarta zona 24 de tabique, mediante dos líneas de intersección de tabique, concretamente una primera línea 26 de tabique, y una segunda línea 28 de tabique. En esta realización, las líneas 26 y 28 de tabique son perpendiculares una a otra y paralelas a sus respectivos lados de la imagen (que es rectangular). En esta realización, las líneas 26 y 28 de tabique intersectan con el centro 104 de masa de los puntos 1a-16a de la primera imagen 101. (Obsérvese que el centro de masa se muestra esquemáticamente en la figura 3, es decir que, en la figura 3, los dieciséis puntos y el centro de masa no están dibujados a escala, sino que la figura 3 es meramente un dibujo cualitativo). La posición del centro de masa 104 puede ser información que es recibida como parte del paso s2 de recepción del par de imágenes, o puede ser por ejemplo calculada como parte de este paso s4 de tabicación de los puntos en zonas de tabicación. En este ejemplo, los puntos 1 a, 2a, 3a y 4a están en la primera zona 21 de tabicación; los puntos 5a, 6a, 7a y 8a están en la segunda zona 22 de tabicación; los puntos 9a, 10a, 11 a, 12a y 13a están en la tercera zona 23 de tabicación; y los puntos 14a, 15a y 16a están en la cuarta zona 24 de tabicación. (Como un aparte, se observará que puede haber diferente número de puntos en diferentes zonas de tabicación, lo que no es el caso en otras ciertas realizaciones descritas posteriormente).

25 Haciendo otra vez referencia a la figura 1, en el paso s6, está determinada una zona de exclusión para la imagen que tiene las zonas de tabicación, es decir, la primera imagen 101. La figura 4 es una ilustración esquemática de la zona tabicada de la primera imagen 101, como muestra la figura3, incluyendo adicionalmente una zona 30 de exclusión. En esta realización, la zona 30 de exclusión es un círculo, centrado en el centro 104 de masa de la imagen. En esta realización, el radio del círculo que define la zona de exclusión está establecido tal que la zona 30 de exclusión encerrará un número dado o proporción de los puntos de la imagen total. En este ejemplo, el punto 4a de la primera zona 21 de tabicación está en la zona 30 de exclusión; los puntos 6a a 8a de la segunda zona 22 de tabicación están en la zona 30 de exclusión; el punto 9a de la tercera zona 23 de tabicación está en la zona 30 de exclusión; y ninguno de los puntos de la cuarta zona 24 de tabicación están en la zona 30 de exclusión. (Como un aparte, se observará que las diferentes zonas de tabicación pueden tener diferente número de puntos en las zonas de exclusión, lo que no es el caso en otras ciertas realizaciones descritas posteriormente).

35 Se apreciará que en otras realizaciones los pasos s4 y s6 se pueden realizar en el orden inverso, o se pueden realizar al mismo tiempo o en alguna forma de solapamiento temporal.

40 Haciendo otra vez referencia a la figura 1, en el paso s8, se realiza un consenso de muestra en las correspondencias de puntos, de una manera restringida por las zonas 21, 22, 23 y 24 de tabicación anteriormente descritas y la zona 30 de exclusión, como se explicará en más detalle con referencia al organigrama de proceso de la figura 5, que muestra los pasos s10-s20 de proceso que se proporcionan en combinación con el paso s8 de proceso. En una vista general, el paso s8 es un proceso en el que se repite una secuencia de pasos (s10 a s16) hasta que se determina que se ha encontrado una condición de fuga como se valora mediante el paso s18, en cuyo caso el proceso avanza hasta un paso final s20.

50 En el paso s10, se selecciona la próxima combinación permisible de cuatro puntos, que en este primer pase es el primer conjunto de cuatro puntos. En esta realización, para la combinación que va a ser una combinación permisible, los cuatro puntos se seleccionan de acuerdo con dos restricciones de muestreo, siendo éstas una primera restricción de muestreo en base a las zonas 21, 22, 23 y 24 de tabicación y una segunda restricción de muestreo en base a la zona 30 de exclusión. La primera restricción de muestreo es que cada uno de los cuatro puntos se selecciona de una respectiva zona diferente de las cuatro zonas 21, 22, 23, 24 de tabicación. La segunda restricción de muestreo es que no se seleccionan puntos dentro de la zona 30 de exclusión. Se apreciará que debido a las restricciones de muestreo, existe significativamente un número más pequeño de combinaciones permisibles comparado con todas las combinaciones que existen bajo, por ejemplo, RANSAC, para el cual serían posibles 2912 combinaciones, según fueron calculadas anteriormente. En este ejemplo simplificado, debido a las restricciones, el número total de combinaciones es, en cambio, sólo  $3 \times 2 \times 4 \times 3 = 72$ , que incluso en este ejemplo simplificado es significativamente menos que 2912. Este grado de diferencia será incluso mayor en implementaciones prácticas con muchos más puntos que los dieciséis de este ejemplo simplificado.

60 En diferentes realizaciones, se pueden ejercer diferentes grados de control determinista sobre la manera en que se seleccionan los primeros conjuntos, y por supuesto los siguientes, mientras se mantengan las dos restricciones anteriores (en otras realizaciones tal selección puede no ser determinista en absoluto, y conjuntos consecutivos se pueden seleccionar enteramente de manera aleatoria en vez de obedecer las restricciones anteriores). Lo que es más, el control determinista se puede implementar de una manera u orden que esté adaptada a la condición de fuga que se va a usar. En esta realización, se ejerce un grado total de control determinista. Lo que es más, puesto que en

esta realización la condición de fuga es aquella en la que todos los conjuntos permisibles de cuatro puntos están probados, el control determinista se adapta a la condición de fuga que se va a usar al no intentar éste seleccionar los conjuntos de cuatro puntos en un orden relativamente inteligente o adaptable de los conjuntos (que no es el caso en otras ciertas realizaciones descritas después posteriormente). Más particularmente, en este ejemplo los conjuntos están elegidos en cualquier orden conveniente que sea simple desde el punto de vista del procesamiento (puesto que al final del proceso cada conjunto permisible habrá sido probado). En este ejemplo, los puntos seleccionados para el primer conjunto son, digamos, 1:5:10:14; es decir, con el punto 1 siendo el punto seleccionado de la primera zona 21 de tabicación, siendo el punto 5 el punto seleccionado de la segunda zona 22 de tabicación, siendo el punto 10 el punto seleccionado de la tercera zona 23 de tabicación, y siendo el punto 14 el punto seleccionado de la cuarta zona 24 de tabicación. Se observará que el punto 9 no se puede seleccionar como el punto de la tercera zona 23 de tabicación porque está en la zona de exclusión 30.

En el paso s12 se determina un modelo para la combinación seleccionada, es decir, el conjunto de puntos. Esto es, se calcula una matriz de homografía a partir de estos puntos seleccionados, es decir, una matriz en base a la manera en que esos cuatro puntos se han realmente transformado, definiendo la matriz la manera en la que todos los otros puntos se transformarían bajo esas premisas (o, en otra realización, definiendo la matriz la manera en la que todos los otros puntos que no están en la zona de exclusión se transformarían bajo esas premisas). De este modo, el modelo se determina a partir de las transformaciones de puntos 1a a 1b, 5a a 5b, 10a a 10b y 14a a 14b. (De manera aislada, este paso es el mismo que cuando se realiza bajo RANSAC).

En el paso s14, se califica la idoneidad del modelo. Esto es, se calcula la calificación de cuán bien sirve el modelo para acoger las transformaciones de todos los otros puntos, es decir, los puntos que no están en el conjunto, es decir, que aquí la idoneidad del modelo se determina a partir de las transformaciones de puntos 2a a 2b, 3a a 3b, 4a a 4b, 6a a 6b, 7a a 7b, 8a a 8b, 9a a 9b, 11a a 11b, 12a a 12b, 13a a 13b, 15a a 15b, y 16a a 16b. Se puede emplear cualquier técnica convencional apropiada de calificación de modelo, usando, por ejemplo, el método de media de mínimos cuadrados o el método de promedio de mínimos cuadrados (es decir, calificando la combinación seleccionada de puntos mediante, respectivamente, media global o promedio global del error residual homográfico). En este ejemplo, se usa la técnica conocida como Symmetric Transfer Error (STE). Otras técnicas posibles incluyen Samson Error y Re-projection Error.

En el paso s16, la calificación de idoneidad del modelo actual (es decir, el modelo para los puntos actualmente seleccionados) se almacena junto con la definición de modelo. Si se desea, la combinación seleccionada de puntos se puede también almacenar (esto es posible y puede ser deseable debido a una vía determinista en la que los puntos se han seleccionado en el paso s10).

En el paso s18, se determina si todas las combinaciones permisibles de puntos han sido probadas. Si éste no es el caso, entonces el método vuelve al paso s10. Como aquí la combinación actual de puntos es la primera en ser probada, todas las combinaciones permisibles de puntos no han sido, por supuesto, probadas, por consiguiente el proceso vuelve al paso s10.

De este modo, en el paso s10, se selecciona la próxima combinación probable de cuatro puntos, es decir, otra vez de acuerdo con las dos restricciones de muestreo descritas anteriormente, es decir, la primera restricción de muestreo en la que se selecciona cada uno de los cuatro puntos a partir de uno diferente respectivo de las zonas 21, 22, 23 y 24 de tabicación; y la segunda restricción de muestreo en la que no se selecciona ningún punto de la zona de exclusión. En este ejemplo, los puntos seleccionados para el siguiente conjunto son, digamos, 1:5:10:15.

En el paso s12, se determina un modelo para esta combinación, es decir, conjunto de puntos, actualmente seleccionada. Esto se hace de la misma manera en que el paso s12 fue implementado en la primera iteración, como se describió anteriormente, excepto, por supuesto, que aquí el modelo se determina a partir de la transformación de puntos 1a a 1b, 5a a 5b, 10a a 10b y 15a a 15b (en lugar de 14a a 14b).

En el paso s14, se califica la idoneidad del modelo actualmente determinado. Esto se hace de la misma manera en que el paso s14 fue implementado en la primera iteración, como se describió anteriormente, excepto, por supuesto, que aquí la calificación se determina a partir de la transformación de puntos 2a a 2b, 3a a 3b, 4a a 4b, 6a a 6b, 7a a 7b, 8a a 8b, 9a a 9b, 11 a a 11b, 12a a 12b, 13a a 13b, 14a a 14b (en lugar de 15a a 15b) y 16a a 16b.

En el paso s16, la calificación para la idoneidad del modelo actual (es decir, el modelo para los puntos seleccionados actualmente) se almacena junto con la definición del modelo. Si se desea, la combinación de puntos seleccionados puede ser también almacenada (esto es posible y puede ser deseable debido a la manera determinista en la que se han seleccionado los puntos en el paso s10). Más adelante, después de que la condición de fuga se haya encontrado (en esta realización, cuando todas las combinaciones de puntos permisibles hayan sido probadas), el modelo con la calificación más alta será seleccionado como el mejor modelo (véase el paso s20 posteriormente). Sin embargo, en otras realizaciones, este paso s16 de almacenamiento de la calificación para la idoneidad del modelo actual y su definición de modelo se realiza sólo si la calificación se encuentra que es la más alta calificación hasta el momento, en cuyo caso el modelo almacenado después de la terminación de la iteración final sería seleccionado como el mejor modelo.

En el paso s18, se determina si todas las combinaciones de puntos han sido probadas. Si éste no es el caso, entonces el método vuelve a s10. Como aquí la combinación actual de puntos es sólo la segunda que se va a probar, todas las combinaciones de puntos no han sido, por supuesto, probadas, por consiguiente el proceso vuelve al paso s10.

5 El proceso anterior se repite para todas las combinaciones permisibles de puntos que quedan hasta que en el paso s18 se determina que todas las combinaciones de puntos han sido en verdad probadas, que es cuando el proceso avanza al paso s20.

10 En el paso s20, el modelo con la calificación más alta es seleccionado como el mejor modelo. En esta realización, esta información se recupera a partir de los valores almacenados de idoneidad de los diferentes modelos (es decir, los modelos para cada conjunto de puntos seleccionados) junto con las definiciones de modelo correspondientes. Si, en cada paso s16, las combinaciones seleccionadas de puntos han sido también almacenadas en correspondencia con las calificaciones y modelos, entonces, si se desea, se puede también recuperar la combinación de puntos correspondiente. (En la descripción de antes del paso s16 anterior, se observó que, en otras realizaciones, el paso 15 s16 de almacenamiento de la calificación para la idoneidad del modelo actual y su definición de modelo se realizan sólo si se encuentra que la calificación es la más alta calificación hasta el momento. En otras realizaciones, el paso s20 comprende seleccionar el modelo actualmente almacenado, es decir, el modelo almacenado después de que todas las combinaciones de puntos hayan sido probadas, como el mejor modelo).

20 En virtud de los pasos s10-s20 anteriormente descritos, se implementa el paso s8 de procesamiento de la figura 1.

Las realizaciones anteriormente descritas tienden a proporcionar una o más de las siguientes ventajas.

25 Debido al enfoque determinista para seleccionar consecutivas combinaciones de puntos, se puede evitar la repetición de combinaciones seleccionadas (una desventaja de RANSAC). Otra consecuencia del enfoque determinista para seleccionar combinaciones consecutivas de puntos es que se puede garantizar que cada combinación permisible de puntos está probada, garantizando por ello que el mejor modelo está determinado (esto no es posible con RANSAC). Otra posibilidad proporcionada por el uso de un enfoque determinista es que los 30 detalles de un enfoque determinista se puedan hacer a la medida de una condición de fuga (véase después posteriormente para ejemplos de esto).

Debido a la inclusión de las restricciones de muestreo, se prueban menos combinaciones de puntos. Por consiguiente, la complejidad y/o el volumen de búsqueda se reducen y el tiempo de ejecución se puede reducir y/o 35 se puede obtener un valor adicional.

Otra consecuencia de que se prueben menos combinaciones de puntos es que un enfoque determinista, para seleccionar consecutivas combinaciones de puntos, por ejemplo, la opción de evitar la repetición de combinaciones 40 seleccionadas (una desventaja de RANSAC), la opción de probar cada combinación permisible de puntos, y así sucesivamente, es más viable.

Otra consecuencia de que se prueben menos combinaciones de puntos es que las posibilidades anteriormente mencionadas de almacenamiento y recuperación, tales como almacenar las combinaciones de puntos junto con el 45 modelo para la calificación más alta, y/o almacenar todas las calificaciones en vez de sólo la calificación actual más alta, son más viables.

Las restricciones de muestreo descritas anteriormente (zonas de tabicación y zonas de exclusión) contribuyen cada una separadamente al efecto de que las combinaciones de cuatro puntos seleccionadas a partir de los puntos 50 permisibles se extiendan en general más equitativamente sobre la imagen o se separen más (como opuestas a agruparse juntas en el espacio) de lo que lo harían las combinaciones cuando fueran seleccionadas de una manera no restringida, lo que tendería a proporcionar resultados más precisos. En otras realizaciones, se pueden usar otras restricciones de muestreo además de la anteriormente descrita zona de exclusión para conseguir o perfeccionar este efecto).

55 Además, la anteriormente descrita restricción de muestreo de zona de exclusión produce el efecto de que los puntos seleccionados estén en general más hacia el extremo de la imagen de lo que estarían en el caso de que los puntos fueran seleccionados de una manera no restringida a partir de la imagen en su totalidad, lo que tendería a proporcionar resultados más precisos ya que los puntos hacia y en el borde de la imagen tienden a ser más informativos. (En otras realizaciones, se pueden probar otras restricciones de muestreo además de la anteriormente 60 descrita zona de exclusión para conseguir o perfeccionar este efecto).

Las realizaciones descritas anteriormente tienden a proporcionar mejores resultados (por ejemplo, mejor retirada de impostores) que los métodos convencionales.

65 Se apreciará adicionalmente que algunas o la totalidad de las ventajas descritas anteriormente, así como que son deseables en sí mismas, tienden también a tener sinergia entre ellas. Por ejemplo, en virtud de que las restricciones

de muestreo son unas que restringen los puntos y combinaciones permisibles a unos que proporcionan mejores resultados que los que los puntos muestreados no restringidos tienden a proporcionar, los beneficios derivados del volumen y/o la complejidad reducidos de muestreo se pueden conseguir con menos pérdida en precisión (en verdad, con frecuencia, con precisión mejorada) de la que, de otro modo, sería el caso si el volumen y/o la complejidad de muestreo se redujeran mediante otra manera aleatoria o no ventajosa, por ejemplo reduciendo de manera aleatoria el número de puntos que se podrían muestrear con el fin de hacer el enfoque determinista más viable.

Se describirá ahora una realización que muestra un ejemplo de un enfoque determinista de selección de combinaciones consecutivas de puntos que se hace a medida para una o más condiciones de fuga. En esta realización, el método es el mismo que se muestra en la figura 1, que comprende pasos s2 a s8, como los descritos para la primera realización anteriormente, excepto que el paso s8 (que en el consenso de muestra está realizado en las correspondencias de puntos, de una manera restringida por las zonas 21, 22, 23 y 24 de tabicación descritas anteriormente) se implementa de manera diferente, como se describirá ahora con referencia a la figura 6.

La figura 6 es un organigrama de proceso que muestra pasos s10-s28 de proceso que se proporcionan en combinación con el paso s8 de procesamiento. En una vista general, el paso 8 es un proceso en el que una secuencia de pasos (s10 a s16) se repite o bien hasta que se encuentra un modelo que es suficientemente bueno al ser valorado en el paso s24, o bien hasta que se encuentra una condición de fuga al ser valorada en el paso s26, en cuyo caso el proceso avanza a un paso final diferente s28.

En más detalle, los pasos s10 (que selecciona la siguiente combinación de puntos), s12 (que determina el modelo para la combinación seleccionada), s14 (que califica la idoneidad del modelo) y s16 (que almacena el resultado de idoneidad) son los mismos de la realización antes descrita, y se implementan de la misma manera, excepto por las siguientes diferencias:

(i) en esta realización, en el paso s16, el almacenamiento de la calificación para la idoneidad del modelo actual y su definición de modelo se realiza sólo si se encuentra que la calificación es la más alta hasta el momento; y

(ii) en lugar de realizarse el paso s18 de la realización de antes, en esta realización, después de que se realiza cada iteración de los pasos s10, s12, s14 y s16, el proceso avanza hacia un paso diferente s22, y dependiendo del resultado del paso s22, hacia, o bien un nuevo paso s24, o bien un nuevo paso s26 (y posiblemente, en el caso del paso s26, hacia un nuevo paso s28), como se describirá ahora en más detalle.

En el paso s22, se determina si la calificación almacenada de idoneidad es más alta que un valor umbral de calidad predeterminado de calificación de idoneidad (en cuyo caso el modelo se puede clasificar como un buen modelo). Si el resultado es que la calificación almacenada de idoneidad es en verdad más alta que el umbral, entonces el proceso avanza al paso s24. En el paso s24, se selecciona el modelo actualmente almacenado como el modelo para ser devuelto o proporcionado, y el proceso se completa.

Si, en el paso s22, el resultado es en cambio que la calificación almacenada de idoneidad no es suficientemente buena, entonces el proceso avanza hacia el paso s26. En el paso s26, se determina si se ha encontrado la condición de fuga. En esta realización, la condición de fuga es la de que todas las combinaciones permisibles de puntos han sido probadas, es decir, que el paso s26 comprende determinar si todas las combinaciones permisibles de puntos se han probado. Si este no es el caso, entonces el método vuelve al paso s10.

Si, en el paso s26, el resultado es, en cambio, que todas las combinaciones permisibles de puntos han sido, en verdad, probadas, entonces el proceso avanza hasta el paso s28.

En el paso s28, se determina que no se devolverá o se proporcionará ningún modelo, y el proceso se completa.

En virtud de los pasos s10-s28 descritos anteriormente, se implementa el paso s8 de procesamiento de la figura 1 para esta realización.

En otras realizaciones, se pueden emplear otras condiciones de fuga en el paso s26 en lugar de la descrita anteriormente. Por ejemplo, la condición de fuga puede ser la de que se haya probado un número dado de modelos, o se haya usado una cantidad dada de tiempo de procesamiento u otro recurso, o haya pasado una cantidad dada de tiempo real, y así sucesivamente.

También, en otras realizaciones, se pueden implementar otras acciones en el paso s28 en lugar de la descrita anteriormente. Por ejemplo, se puede devolver o proporcionar el modelo actualmente almacenado (en otras palabras, si no se ha conseguido, al alcanzar la condición de fuga, el resultado preferido de haber conseguido un modelo que califica más alto que el umbral de calidad, no obstante se puede usar el mejor modelo actual como una posibilidad del "segundo mejor" o "recurso alternativo"). En tal realización, el umbral de calidad se puede fijar en el nivel que se cree realmente que es el requerido para la aplicación final en la que el modelo va a ser usado. En este caso, el modelo segundo mejor o recurso alternativo conducirá probablemente a una implementación de nivel inferior de la aplicación final. No obstante, esto puede ser mejor que no ser capaz de realizar la aplicación final en absoluto. Otra posibilidad es

la de que el umbral de calidad se pueda establecer en un nivel que es más alto del que verdaderamente se cree que es el requerido para la aplicación final en la que se va a usar el modelo. En este caso, cualquier pérdida potencial de rendimiento, al usar el primer modelo que se encontró que era más alto que el umbral en lugar de, por ejemplo, probar todos los modelos, se reduce al tener efectivamente un margen de error en el paso s22.

5 Como en las realizaciones antes descritas, en otras realizaciones los pasos s16 pueden comprender almacenar los resultados de cada iteración en lugar de sólo el mejor resultado hasta el momento.

Las realizaciones anteriormente descritas tienden a proporcionar una o más de las siguientes ventajas.

10 El tiempo de procesamiento u otro recurso se puede ahorrar mediante la parada temprana del proceso una vez que se ha conseguido un resultado suficientemente bueno. Aunque tal enfoque se podría ampliar con una ventaja similar a la de cierto número de procesos de la técnica anterior (ejemplo, RANSAC), no obstante, debido a otros aspectos de las realizaciones anteriores, en particular a las restricciones de muestreo usadas para determinar combinaciones  
15 permisibles de puntos, esta ventaja se tenderá a conseguir más fiable y rápidamente que en los enfoques de la técnica anterior.

De manera similar, es menos probable que sea alcanzada una condición dada de fuga sin que se haya alcanzado primero un resultado suficientemente bueno, ya que, por ejemplo, es más probable que las combinaciones de puntos que se prueban debido a las restricciones de muestreo den lugar a resultados de más alta calidad, por consiguiente la condición de fuga que se va a usar puede ser menos severa, ya que, en el curso de un cierto número de usos del método, el recurso total de procesamiento consumido tenderá a ser más bajo del que sería el caso sin la tendencia a dar lugar a resultados de más alta calidad.

25 En todas las realizaciones anteriores, el modelo seleccionado está por lo tanto ahora disponible para que se use como se desee. Uno de tales usos es en otro método de tipo intermedio, concretamente un método de filtrado de las correspondencias de puntos recibidas. La figura 7 es un organigrama que muestra ciertos pasos de proceso de tal método.

30 Los pasos s2 (que recibe un par de imágenes con correspondencias de puntos), s4 (que tabica los puntos en zonas de tabicación), s6 (que determina una zona de exclusión) y s8 (que realiza consenso de muestra restringido por las zonas de tabicación y la zona de exclusión para seleccionar un modelo) se realizan como se describió anteriormente con referencia a la figura 1. Después del paso s8, en el que se ha seleccionado un modelo, el proceso avanza hasta el paso s40.

35 En el paso s40, las correspondencias de puntos se filtran usando el modelo seleccionado. En este paso, todas las transformaciones reales de punto (es decir, 1a a 1b, 2a a 2b,..., 16a a 16b) se comparan con la transformación que el punto habría tenido si el punto de la primera imagen se hubiera transformado para la segunda imagen usando el modelo seleccionado, y cualesquiera en los que el error sea mayor que un umbral de error predeterminado se descartan como por ser impostores. En otras realizaciones, esta comparación y este descarte potencial se realizan sólo en aquéllos puntos que están fuera de la zona de exclusión.

40 Los puntos que quedan (postores) se pueden entonces usar como se desee en una aplicación intermedia o en una aplicación final. Por ejemplo, se puede usar un método de mínimos cuadrados en los puntos que quedan para calcular una transformación homográfica. Como otro ejemplo, se describirá ahora una posible aplicación final con referencia a la figura 8.

45 La figura 8 es un organigrama de proceso que muestra ciertos pasos de proceso realizados en una realización de un método de diferenciación de imagen.

50 En el paso s50, se recibe un par de imágenes. En este ejemplo, las imágenes son fotografías aéreas tomadas con la misma cámara en diferentes momentos, mostrando un cierto grado de área solapada.

55 En el paso s52, se procesan ambas imágenes usando un operador de interés de esquina de Harris para situar robustamente puntos repetibles en ambas imágenes, como se describe, por ejemplo en "A Combined Corner and Edge Detector", C. Harris y M. Stephens, Proceedings of the 4th Alvey Vision Conference, 1988, págs. 147-151, que se incorpora aquí como referencia.

60 En el paso s56, se prueban los trozos alrededor del operador de esquina de Harris para intentar situar áreas que son visualmente similares. Éstas se convierten en correspondencias de puntos candidatas, con algún nivel asumido de coincidencias falsas (impostores). Éstas se disponen para el siguiente paso como conjuntos coordinados X e Y.

65 En el paso s58, las correspondencias de puntos recibidas se filtran usando el método de la figura 7. (Estrictamente hablando, el paso s2 de la figura 7 ha sido ya realizado mediante los pasos s50 a s58 de este método mostrados en la figura 8). El resultado del paso s58, es decir, el resultado del método de filtrar las correspondencias de puntos recibidas, es, en esta realización, un conjunto mejor de postores.

En el paso s60, se crea una estimación de homografía de mínimos cuadrados para el conjunto de postores que usan un Direct Linear Transform, tal como el descrito en "Multiple View geometry in Computer Vision", R. Hartley y A. Zisserman, Cambridge University Press, 2003, ISBN 978-0-521-54051-3, que se incorpora aquí como referencia.

5 En el paso s62, se realiza una distorsión final para proyectar una imagen, de su momento, a la otra imagen de la misma escena, de un momento diferente y un punto de vista diferente.

10 En el paso s64, se realiza la diferenciación de imagen para determinar áreas en las que los objetos se han movido o cambiado.

15 En las realizaciones anteriores, las restricciones de muestreo (es decir, la zona de exclusión y/o las zonas de tabicación y/u otras restricciones que proporcionan los mismos efectos) se acompañan con un enfoque determinista para el paso repetido de seleccionar la combinación permisible siguiente de puntos y/o un enfoque determinista en el sentido de la manera en que se almacenan los resultados. Sin embargo, se apreciará que el uso de una o más de las restricciones de muestreo descritas anteriormente representa en sí mismo una realización incluso sin ninguno o ambos de estos enfoques deterministas, por ejemplo, el paso s10 de seleccionar la siguiente combinación permisible de puntos puede comprender una selección enteramente aleatoria, en el sentido de que no se determine en todo o en parte mediante las combinaciones permisibles que hayan sido ya seleccionadas, y/o que, por ejemplo, los resultados se puedan almacenar sólo en el sentido del enfoque convencional de almacenar sólo los mejores resultados hasta el momento. Se apreciará adicionalmente que el corolario aplica, es decir, que el uso de uno o más de los enfoques deterministas descritos anteriormente representa en sí mismo una realización incluso sin el uso de ninguna de las restricciones de muestreo descritas anteriormente, o si se usa con un método diferente de reducción de muestra que no proporciona los efectos de concentración salida nocturna/espaciamiento adicional/borde de imagen de las restricciones de muestreo descritas anteriormente.

25 En las anteriores realizaciones, las zonas de restricción, es decir, las zonas de exclusión y las zonas de tabicación, están centradas en el centro de masa de los puntos de correspondencia de la imagen, es decir, la zona de exclusión es un círculo centrado en el centro de masa, y las líneas perpendiculares definen las zonas de tabicación que cruzan en el centro de masa. Sin embargo, esto no tiene por qué ser así, y en otras realizaciones las zonas de restricción pueden estar centradas de acuerdo con otros criterios, por ejemplo en el centro geométrico de la imagen, o en algún otro lugar, según se requiera. Otra posibilidad es que, dentro de una imagen, un tipo de zona de restricción, por ejemplo, las zonas de tabicación, se pueda definir con relación a un punto diferente que define otro tipo de zona de restricción, por ejemplo, la zona de exclusión - por ejemplo, en una imagen dada, una zona de exclusión puede estar centrada en el centro de masa, mientras que las zonas de tabicación pueden estar definidas por líneas que pasan a través del centro de la imagen.

30 En las realizaciones anteriores, en las que se incluye una zona de exclusión, la zona de exclusión es circular. Sin embargo, esto no tiene por qué ser así, y en otras realizaciones se pueden usar otras formas de zona de exclusión. Por ejemplo, la zona de exclusión puede ser rectangular, lo que incluye que pueda ser de forma cuadrada. Una posibilidad particular es que la forma pueda ser la misma forma (pero más pequeña) que la forma del área de imagen, proporcionando de este modo un equilibrio en la manera en que los puntos son afectados por la zona de exclusión.

35 En las realizaciones anteriores, en las que se incluye una zona de exclusión, la zona de exclusión se define en parte por el tamaño de su área (por ejemplo, el área de un círculo se define por su radio dado en términos del tamaño de la imagen). Sin embargo, esto no tiene por qué ser así, y en otras realizaciones se pueden emplear otras definiciones. Por ejemplo, una posibilidad es que la zona de exclusión se pueda definir en términos del número de puntos de correspondencia que se van a incluir, o, alternativamente, de una porción definida del número total de puntos de correspondencia. Otra posibilidad, si las zonas de tabicación están presentes, es que la zona de exclusión se pueda definir en términos del número de puntos de correspondencia que se van a incluir a partir de cada zona de tabicación (incluyendo en cada caso redondeo y/o tolerancias/precisiones de cálculo donde sea apropiado).

40 En las realizaciones anteriores, en las que se incluyen zonas de tabicación, las zonas de tabicación tienen todas la misma forma (rectangular) y tamaño, y están formadas por la intersección de dos líneas mutuamente perpendiculares paralelas a los respectivos lados de la imagen. Sin embargo, esto no tiene por qué ser así, y, en otras realizaciones, otros detalles son posibles. Por ejemplo, las formas pueden ser distintas de las rectangulares. Por ejemplo, algunas o todas las diferentes zonas de tabicación pueden ser de diferente tamaño una con relación a las otra. Por ejemplo, pueden estar definidas por formas que no estén específicamente relacionadas con la forma de la imagen. Otra posibilidad es que las diferentes zonas de tabicación puedan estar dimensionadas de modo que cada una contenga un número igual de puntos de correspondencia (incluyendo redondeo y/o tolerancias/precisiones de cálculo donde sea apropiado).

45 En las realizaciones anteriores, en las que se incluyen zonas de tabicación, el número de zonas de tabicación es cuatro, es decir, las mismas que el número de puntos que se van a seleccionar en cada combinación o conjunto de prueba. Sin embargo, esto no tiene por qué ser así. Por ejemplo, en otras realizaciones, en las que un número

5 diferente de puntos (distinto de cuatro) se va a seleccionar en cada combinación o conjunto de prueba, el número de zonas de tabicación puede ser definido igual a ese número distinto. Otra posibilidad es que el número de zonas de tabicación pueda ser diferente al número de puntos que se va a seleccionar en cada combinación o conjunto de prueba. En este caso, el número de zonas de tabicación puede ser diferente al número de puntos que se van a seleccionar en cada combinación. Por ejemplo, en relación con las realizaciones anteriormente descritas con cuatro puntos seleccionados, el número de zonas de tabicación puede ser tres. En este caso, se debe especificar que una de las tres zonas de tabicación tendría dos puntos seleccionados a partir de ella, y que las otras dos zonas de tabicación tendrían cada una un punto seleccionado a partir de ella respectivamente, y en tal realización, la zona de tabicación especificada para tener dos puntos seleccionados a partir de ella podría estar hecha más grande o  
 10 contener más puntos que cada una de las otras dos. Tales realizaciones, donde el número de zonas de tabicación es menor que el número de puntos que se va a seleccionar en cada combinación, puede ofrecer complejidad de procesamiento reducida o requerimientos de almacenamiento reducidos. Otra posibilidad es que el número de zonas de tabicación pueden, por el contrario, ser más que el número de puntos que se van a seleccionar en cada combinación. Por ejemplo, en relación con las realizaciones con cuatro puntos seleccionados descritas anteriormente, el número de zonas de tabicación puede ser ocho. En este caso, se puede especificar que los cuatro puntos pueden ser seleccionados a partir de cualesquiera cuatro de las ocho diferentes zonas de tabicación elegidas de manera aleatoria. Se pueden definir restricciones adicionales para limitar a partir de qué zonas de tabicación se podría seleccionar en relación con a partir de qué otras zonas de tabicación se estaba seleccionando cualquier selección dada de cuatro puntos. Por ejemplo, se puede definir que no esté permitido que los puntos sean seleccionados a partir de zonas adyacentes de tabicación. Estas posibilidades pueden proporcionar un perfeccionamiento del efecto de combinaciones limitativas de puntos para puntos que están relativamente lejos unos de otros.

25 Como ya se mencionó anteriormente, en otras realizaciones, se pueden usar otras restricciones de muestreo además de la zona de exclusión descrita anteriormente, para conseguir o perfeccionar los efectos proporcionados por ellas.

30 Cada una de las realizaciones anteriores se puede implementar configurando o adaptando cualquier aparato adecuado, por ejemplo un ordenador u otro aparato de procesamiento. Alternativamente, los procesos descritos se pueden implementar mediante un procesador implementando instrucciones de procesador implementable y/o almacenar en un medio de almacenamiento adecuado, tal como una memoria de ordenador, un disco duro, un disco flexible, una memoria de sólo lectura (ROM), una memoria programable de sólo lectura (PROM), etc. El procesador puede ser un ordenador, una red de ordenadores o uno o más procesadores dedicados.

35 La invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un método de selección de un modelo de homografía a partir de correspondencias de puntos a partir de un par de imágenes asociadas; comprendiendo el método:
- 10 implementación de una o más restricciones de muestreo para restringir el número de combinaciones de correspondencias de puntos seleccionadas para consenso de muestra al proporcionar una selección incluso más extensa de punto sobre la imagen y/o al disponer que los puntos seleccionados se extiendan adicionalmente de lo que sería el caso ["care", *sic.*] si dichas restricciones de muestreo no fueran implementadas, comprendiendo una primera de las restricciones implementadas de muestreo la definición de una zona predeterminada de exclusión, en la que ninguna correspondencia de punto de dentro de la zona predeterminada de exclusión es seleccionada para consenso de muestra; y
- 15 realización de dicho consenso de muestra restringido mediante dicha restricción o restricciones de muestreo para seleccionar el modelo de homografía.
- 20 2. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1, en el que una segunda de las restricciones de muestreo comprende la división del par de imágenes en zonas de tabicación, en las que cada correspondencia de combinación de punto comprende una correspondencia de punto seleccionada a partir de cada zona de tabicación.
3. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1 o en la reivindicación 2 en el que al menos una de las zonas se define en relación con el centro de masa de los puntos de imagen.
- 25 4. Un método de filtrado de correspondencias de puntos a partir de un par de imágenes asociadas; comprendiendo el método:
- ejecución del método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 para seleccionar un modelo de homografía; y filtrado de las correspondencias de puntos usando el modelo seleccionado.
- 30 5. Un método de cálculo de una transformación de homografía a partir de correspondencias de puntos a partir de un par de imágenes asociadas; comprendiendo el método:
- ejecución del método de la reivindicación 4 para filtrar las correspondencias de puntos; y
- 35 realización de un método de mínimos cuadrados en las correspondencias de puntos que quedan después del paso de filtrado.
- 40 6. Un método de diferenciación de imagen entre las imágenes primera y segunda de un par de imágenes asociadas, que comprende:
- cálculo de una transformación de homografía a partir de correspondencias de puntos del par de imágenes asociadas ejecutando el método de la reivindicación 5;
- 45 distorsión de la primera imagen del par de imágenes asociadas de acuerdo con la transformación calculada de homografía para proyectar la primera imagen en la segunda imagen; y
- diferenciación de imagen entre la primera imagen distorsionada y la segunda imagen.
- 50 7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que realizar consenso de muestreo comprende seleccionar repetidamente correspondencias de combinaciones de punto de acuerdo con la una o más restricciones de muestreo, y calcular una calificación de idoneidad para cada combinación seleccionada.
- 55 8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que las respectivas calificaciones de idoneidad son almacenadas al mismo tiempo para diferentes combinaciones.
9. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que todas las selecciones de combinaciones de puntos permitidas por una o más restricciones de muestreo son seleccionadas para consenso de muestra, siendo cada combinación seleccionada sólo una vez.
- 60 10. Un método como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el paso de realizar consenso de muestra comprende definir una condición de fuga, tal que, cuando se encuentra la condición de fuga, el consenso de muestra avanza hasta un paso final.
- 65 11. Un método como el reivindicado en la reivindicación 10, en el que la condición de fuga es que la calificación de idoneidad es más alta que un valor umbral predeterminado.

12. Un método como el reivindicado en la reivindicación 10 o en la reivindicación 11, en el que la condición de fuga es que un número dado de selecciones de combinaciones de correspondencias de puntos han sido probadas.

5 13. Un método como el reivindicado en la reivindicación 12 cuando es dependiente de la reivindicación 11, en el que, si el número dado de selecciones de correspondencias de puntos ha sido probado, y la calificación más alta de idoneidad es más baja que el valor umbral predeterminado, no se proporciona ningún modelo de homografía.

10 14. Un medio de almacenamiento que almacena instrucciones implementables de procesador que corresponde a los pasos del método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 y adaptado para controlar uno o más procesadores para realizar dicho método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

15. Aparato configurado para comprender medios correspondientes a los pasos del método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 tal como para posibilitar que dicho aparato realice dicho método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

Fig.1.

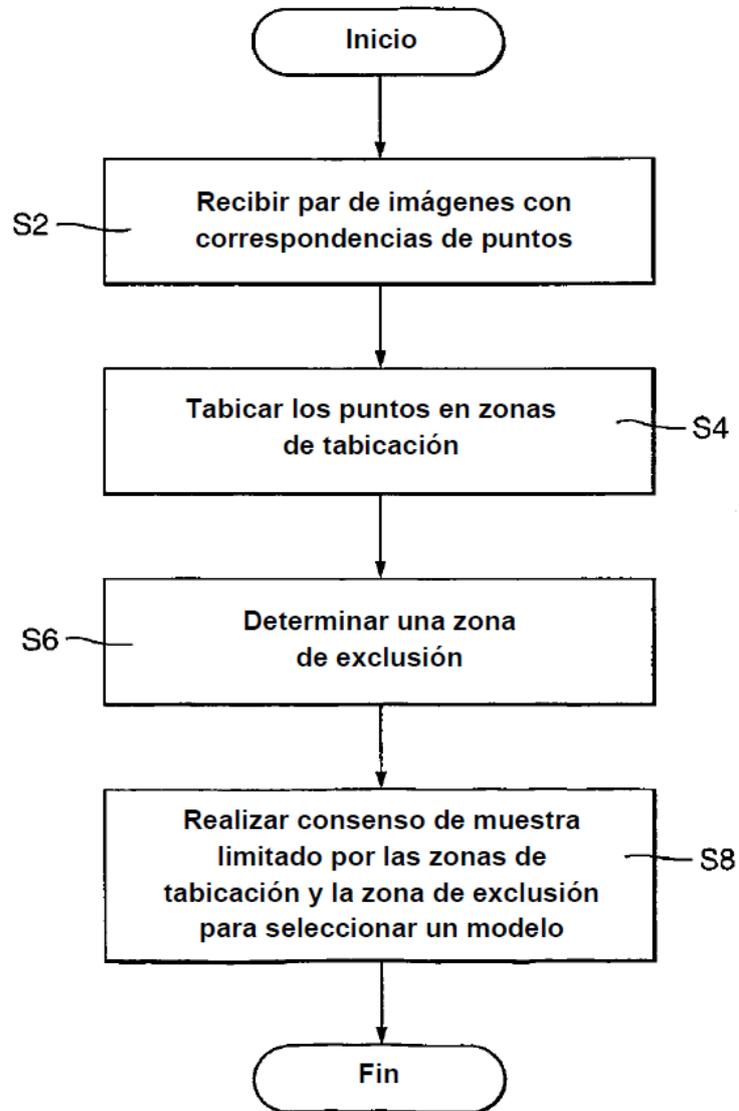


Fig.2.

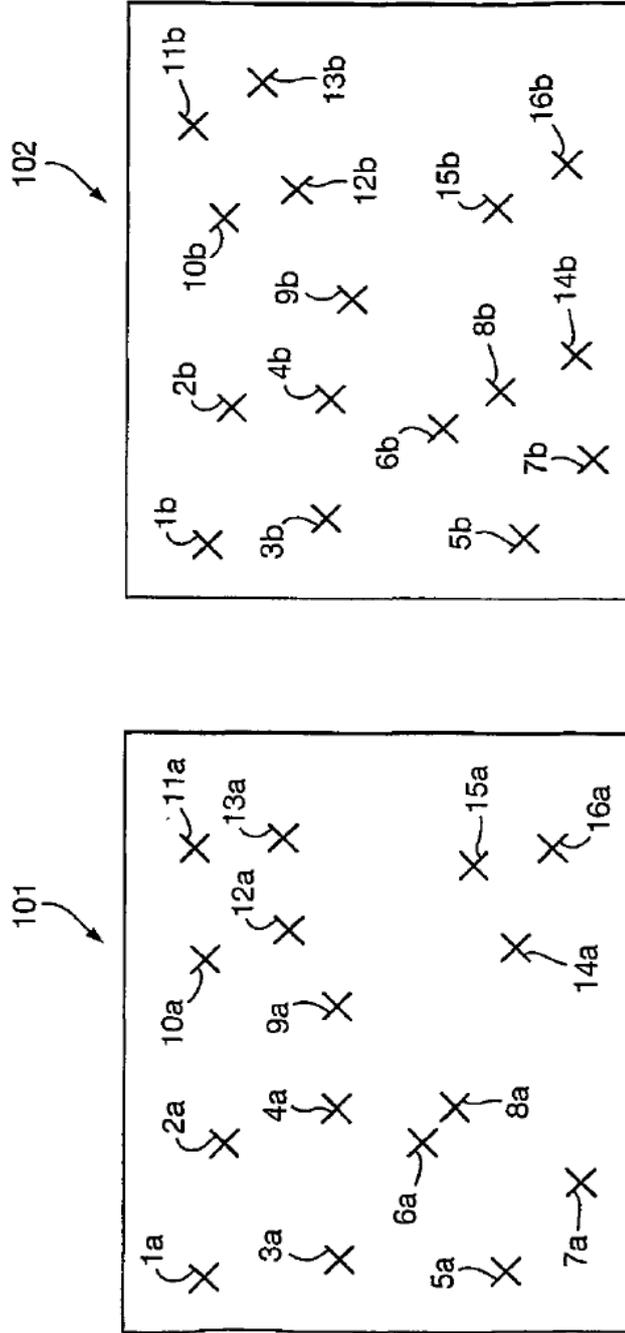


Fig.3.

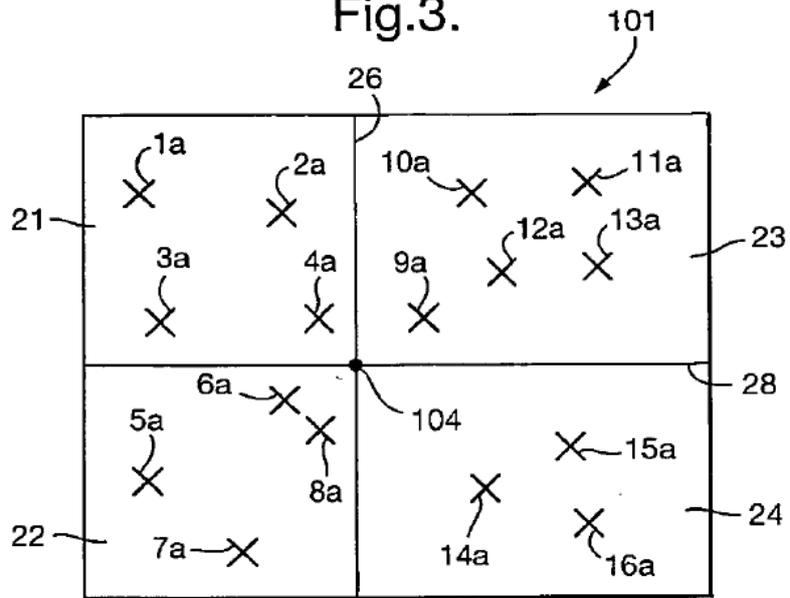


Fig.4.

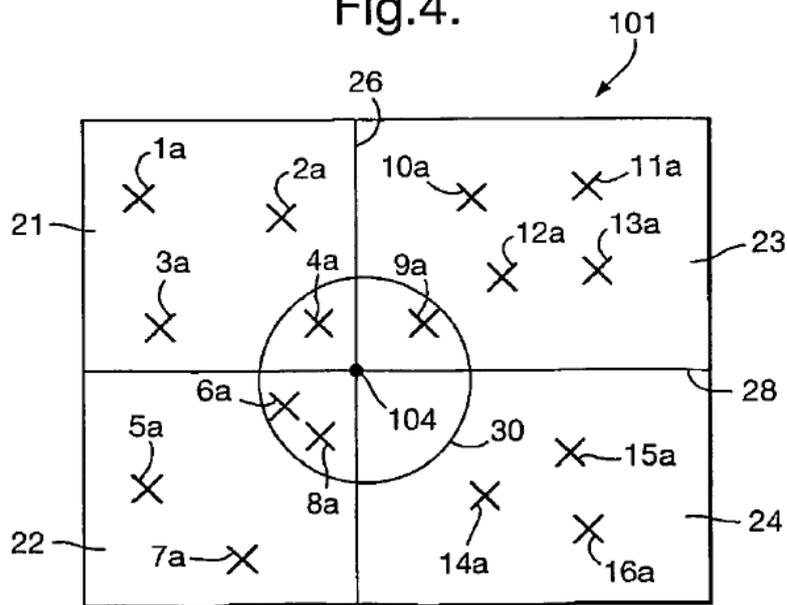


Fig.5.

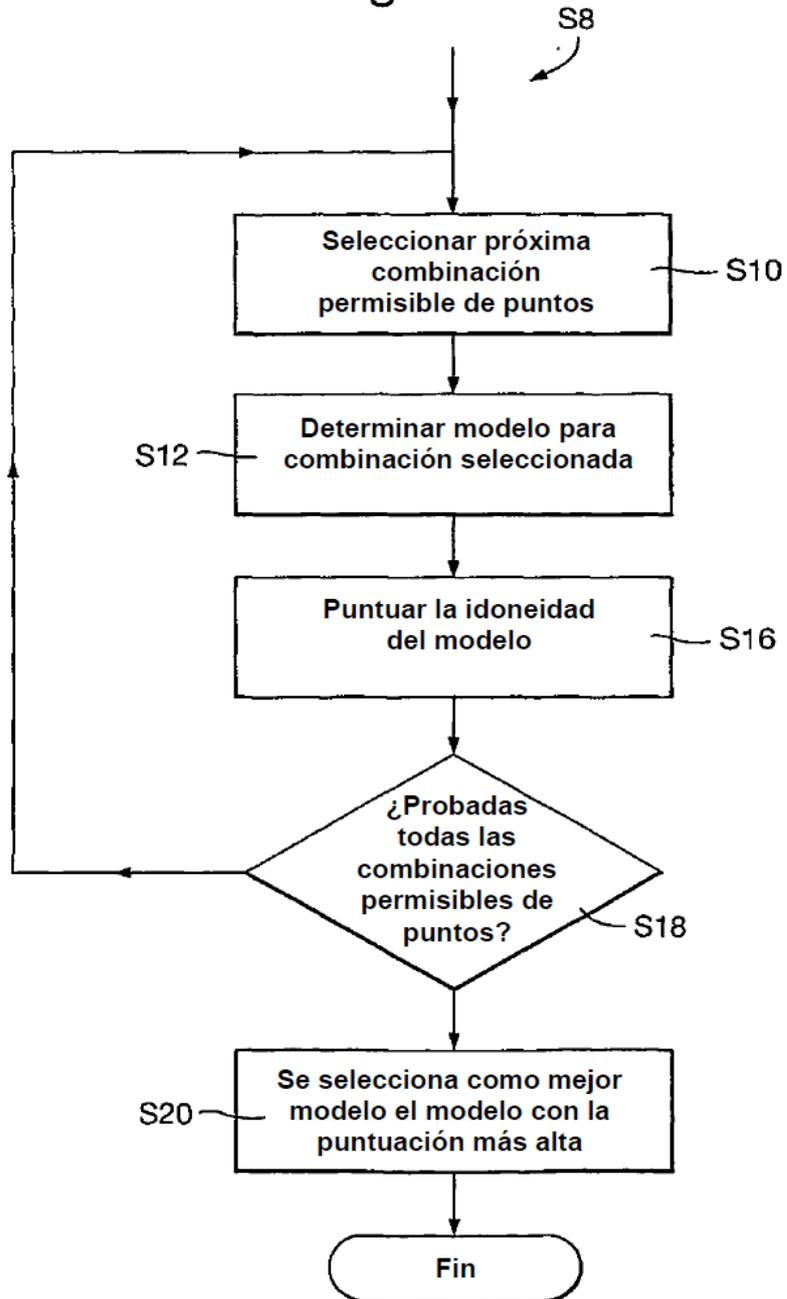


Fig.6.

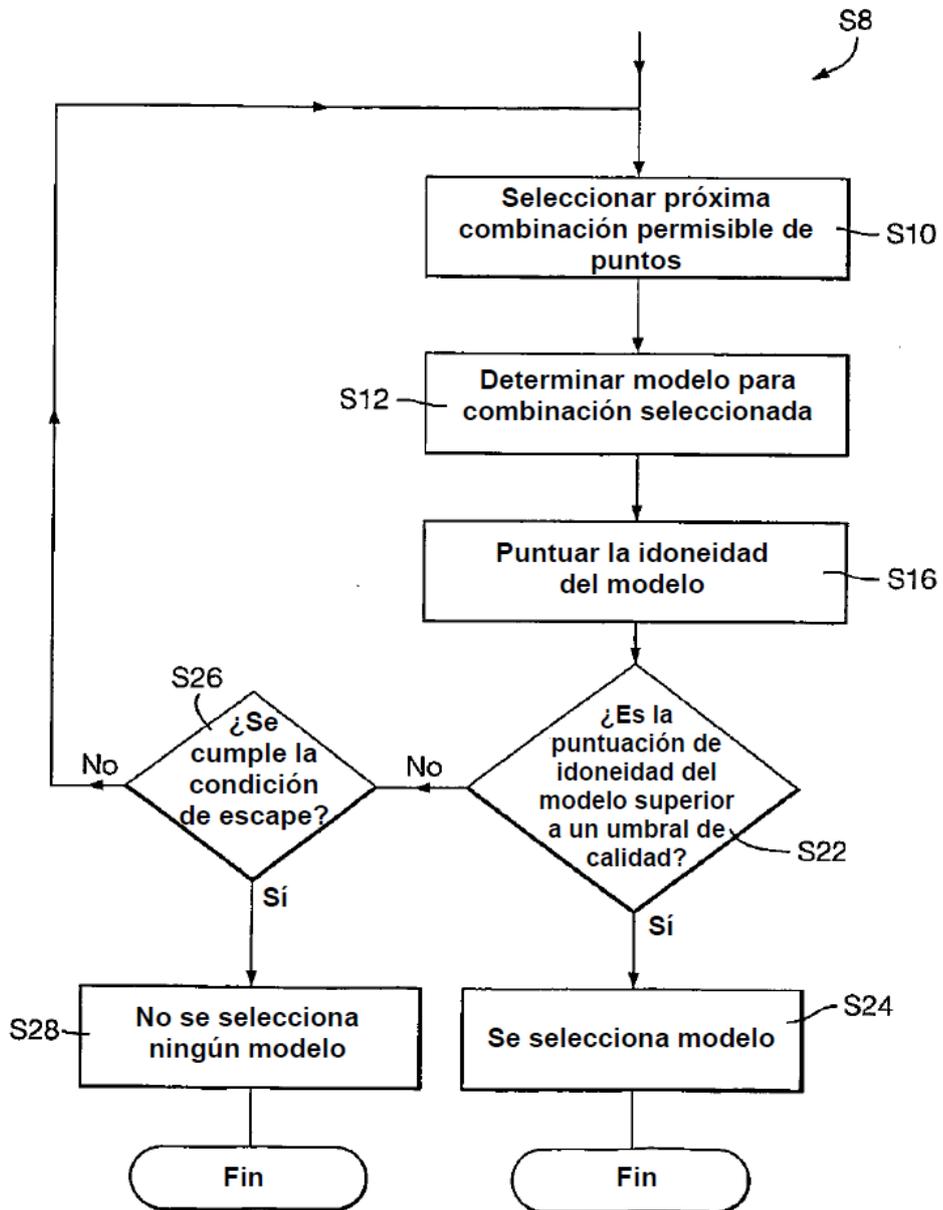


Fig.7.

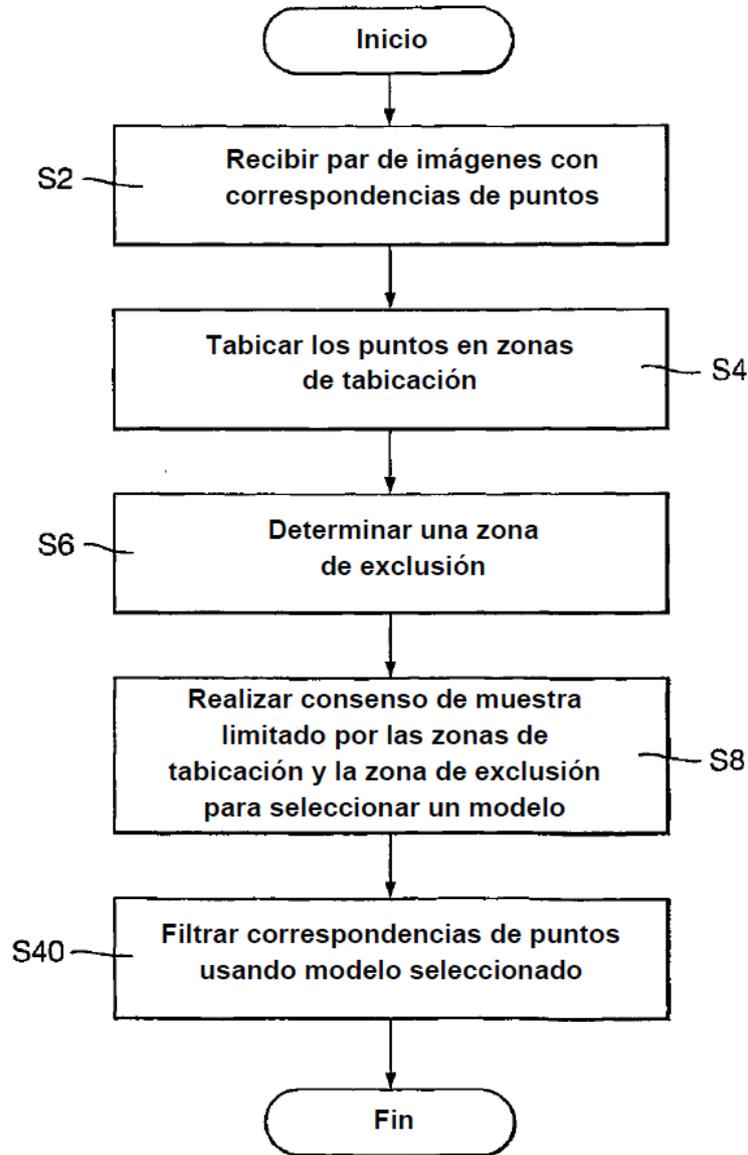


Fig.8.

