

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 569 390**

51 Int. Cl.:

**H04N 5/232** (2006.01)

**H04N 5/225** (2006.01)

**H04N 5/247** (2006.01)

**F41G 3/22** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2013** **E 13198869 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.03.2016** **EP 2747418**

54 Título: **Procesador de imagen para procesar imágenes recibidas de una pluralidad de sensores de imagen**

30 Prioridad:

**20.12.2012 GB 201223051**

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

**10.05.2016**

73 Titular/es:

**THALES HOLDINGS UK PLC (100.0%)**  
**2 Dashwood Lang Road The Bourne Business Park**  
**Addlestone, Weybridge, Surrey KT15 2NX, GB**

72 Inventor/es:

**MILLWARD, ROBERT;**  
**FROSZTEGA, ED y**  
**WALKER, JOHN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 569 390 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**

Procesador de imagen para procesar imágenes recibidas de una pluralidad de sensores de imagen

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a un procesador de imagen para procesar imágenes recibidas de una pluralidad de sensores de imagen.

**Antecedentes**

10 Cuando se pilota o se opera un vehículo, es deseable mantener una vista tan extensa del entorno exterior del vehículo como sea posible. Esto es particularmente cierto en escenarios militares cuando se realiza vigilancia, por ejemplo, o durante situaciones de combate en las que es necesario que el operador o la tripulación esté alerta frente a amenazas que emanan de todas las direcciones. Lo mismo también es cierto para aeronaves y embarcaciones marítimas.

15 Con el fin de maximizar los datos visuales disponibles, se pueden fijar sensores de imagen en diversas partes de la plataforma. Las imágenes recibidas de cada sensor se pueden combinar para dar una única imagen del entorno circundante. A medida que aumenta el número de sensores de imagen, se vuelve posible construir una vista panorámica de los alrededores de la plataforma.

Con el fin de evitar introducir artefactos en la imagen combinada, es importante asegurar que las imágenes recibidas de cada sensor estén apropiadamente alineadas entre sí. Se desprende que existe una necesidad de asegurar que las imágenes recibidas de cada sensor permanezcan correctamente alineadas a lo largo de unos periodos de tiempo prolongados.

20 El documento US 2007/0188653 propone un sistema de captura de imagen que comprende una pluralidad de cámaras afianzadas a un soporte de cámara. Se capturan imágenes de forma sustancialmente simultánea con la pluralidad de cámaras y las imágenes capturadas se unen entre sí para formar una imagen colectiva.

25 El documento US2012/0306999 propone un procedimiento para unir o alinear múltiples imágenes para generar una imagen panorámica. Las imágenes se pueden alinear usando unos datos de movimiento que se capturan sustancialmente al mismo tiempo que los datos de imagen.

**Sumario de la invención**

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un procesador de imagen tal como se expone en la reivindicación 1.

30 Se puede entender que la expresión "plataforma" tal como se usa en la presente solicitud hace referencia a uno cualquiera de un vehículo, una aeronave (de alas giratorias o fijas) o una embarcación (por ejemplo, un barco). La expresión "plataforma" también puede hacer referencia a una estructura estática, tal como una estructura que protege una base militar.

35 Para cada sensor de imagen, la posición esperada puede ser la posición del sensor de imagen respectivo en el sistema local de coordenadas de la plataforma en el punto en el que el conjunto previo de datos de posición se calculó para ese sensor.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema tal como se expone en la reivindicación 9.

En algunas realizaciones, cada sensor de movimiento puede comprender uno o más acelerómetros y/o giróscopos. Por ejemplo, cada sensor de movimiento puede comprender un acelerómetro de tres ejes.

40 En algunas realizaciones, los sensores de imagen se pueden sincronizar para comenzar la captura de imágenes al mismo tiempo uno que otro. Los sensores de imagen se pueden sincronizar para emitir cada imagen capturada al mismo tiempo uno que otro. Cada uno de los sensores de imagen puede tener el mismo tiempo de exposición o de integración de cámara. Los sensores de imagen pueden ser accionados por un accionador común. El accionador común puede ser provisto por el procesador de imagen.

45 En algunas realizaciones, el procesador de imagen incluye un analizador de datos que está configurado para identificar el sensor de imagen a partir del cual se origina cada una de las imágenes recibidas. El analizador de datos se puede configurar para identificar con cuál de los sensores de imagen está asociado un lote particular de datos de movimiento. El analizador de datos puede emparejar los datos de imagen recibidos a partir de un sensor de imagen respectivo con los datos de movimiento que están asociados con ese sensor de imagen, para asegurar que el módulo de ajuste de imagen usa el lote correcto de datos de movimiento para procesar cada imagen recibida.

50 De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona una plataforma tal como se expone en la

reivindicación 13. La pluralidad de sensores de imagen se pueden disponer en diferentes ubicaciones en torno a la plataforma, con el fin de proporcionar una vista panorámica de los alrededores de la plataforma.

De acuerdo con un cuarto aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento tal como se expone en la reivindicación 14.

- 5 De acuerdo con un quinto aspecto de la presente invención, se proporciona un medio de almacenamiento legible por ordenador tal como se expone en la reivindicación 15.

En algunas realizaciones, el módulo de ajuste de imagen está configurado para usar los datos de posición para determinar un cambio en el campo de visión del sensor de imagen respectivo.

- 10 En algunas realizaciones, cada imagen que es capturada por los sensores de imagen se marca con indicaciones de tiempo para mostrar el instante en que se captura la imagen. La indicación de tiempo se puede corresponder con el comienzo o el final del periodo de integración de sensor de imagen respectivo.

- 15 Si el sistema está produciendo imágenes para ser vistas por seres humanos, no hay necesidad alguna de que la imagen combinada que es emitida por el procesador de imagen se actualice a una tasa por encima de aproximadamente 100 Hz. En su lugar, la frecuencia con la que se actualiza la imagen combinada solo necesita encontrarse por encima de la frecuencia de parpadeo. Por lo tanto, en los casos en los que los sensores de imagen emiten tramas individuales a unas tasas de más de 100 Hz, puede que no sea necesario combinar cada imagen individual que se recibe a partir de esos sensores. El marcado con indicaciones de tiempo de las imágenes es útil ya que este puede permitir que el procesador de imagen determine qué imágenes se van a combinar, y cuáles no es necesario combinar. El marcado con indicaciones de tiempo las imágenes también puede ayudar a que el procesador coordine diferentes procedimientos que se están llevando a cabo sobre tramas que se han capturado en instantes diferentes. Por ejemplo, mientras que algunas tramas de imagen se están combinando en el módulo de combinación de imágenes, el procesador de imagen puede realizar otras tareas de procesamiento sobre tramas de imagen que se han capturado en un punto diferente en el tiempo. Por ejemplo, el procesador de imagen puede superponer otros datos sobre las imágenes, tal como tipos de amenaza y ubicaciones usando una información que se obtiene de la totalidad de las imágenes captadas, no solo las imágenes que se combinan.
- 20
- 25

Cada sensor de imagen se puede cablear directamente con el procesador de imagen. Por ejemplo, los sensores de imagen se pueden cablear mediante un cableado de punto a punto. Como alternativa, los sensores y el procesador de imagen pueden, todos ellos, estar conectados con un bus de datos. Como una alternativa adicional, los sensores de imagen se pueden comunicar de forma inalámbrica con el procesador de imagen.

- 30 En algunas realizaciones, cada sensor de imagen comprende un chip de CCD o un dispositivo de CMOS. El chip de CCD o el dispositivo de CMOS puede tener una agrupación de 256 x 256 píxeles, por ejemplo. Con el fin de aumentar el campo de visión en una dirección, se puede usar una agrupación rectangular de píxeles. Por ejemplo, con el fin de aumentar las dimensiones del campo de visión en la dirección horizontal, el chip de CCD puede comprender una agrupación de 320 x 256 de píxeles. En algunas realizaciones, el chip de CCD puede ser configurable para usar una sub-agrupación de la agrupación física para la formación de imagen. Por ejemplo, el chip de CCD puede tener una agrupación física de 320 x 256 píxeles pero usar solo una sub-agrupación de 256 x 256 píxeles para la formación de imagen.
- 35

- 40 Los sensores de imagen pueden estar configurados para detectar una radiación que tiene una longitud de onda en el intervalo de 0,3  $\mu\text{m}$  a 30  $\mu\text{m}$ , siendo la atmósfera transparente a la radiación a estas longitudes de onda. Más en particular, los sensores de imagen pueden tener una sensibilidad relativa aumentada a las longitudes de onda en el intervalo de 0,3  $\mu\text{m}$  a 14  $\mu\text{m}$ . En algunas realizaciones, la sensibilidad de longitud de onda se puede obtener mediante la selección de materiales que tienen una banda prohibida adecuada para el chip de CCD. En algunas realizaciones, la sensibilidad de longitud de onda se puede proporcionar mediante el uso de filtros delante de la agrupación de sensores. Por ejemplo, se pueden usar filtros de interferencia que tengan bandas de paso en la región de infrarrojos del espectro.
- 45

En algunas realizaciones, el módulo de ajuste de imagen está configurado para realizar al menos uno de trasladar, rotar y ampliar cada imagen recibida en base a los datos de posición.

- 50 En algunas realizaciones, combinar las imágenes para dar una imagen de salida comprende generar una única agrupación de valores de intensidad de píxel y/o de tono. Cuando los campos de visión de los sensores de imagen se solapan parcialmente entre sí, combinar las imágenes puede comprender generar un único valor de intensidad de píxel y/o de tono para cada píxel en la región de solapamiento.

- 55 En algunas realizaciones, el sistema puede comprender cuatro sensores de imagen que están dispuestos sobre una plataforma, con sus ejes ópticos en un plano horizontal. En algunas realizaciones, cada sensor de imagen se puede disponer con su eje óptico con un ángulo de 45 grados con respecto a la dirección hacia delante del movimiento de la plataforma. Se pueden proporcionar sensores adicionales que tienen sus ejes ópticos dispuestos en sentido vertical, con uno apuntando arriba y uno apuntando abajo, por ejemplo. Cada sensor de imagen puede tener un campo de visión de 105 grados x 105 grados, proporcionando un solapamiento entre cada campo de visión de

sensor y eliminando de ese modo la posibilidad de puntos ciegos. Se pueden añadir sensores de imagen adicionales al sistema, en particular si el diseño de la plataforma es de tal modo que partes del casco obstruyen los campos de visión de algunos de los sensores de imagen. En algunas realizaciones, los sensores de imagen se pueden disponer de tal modo que la imagen combinada que se emite a partir del procesador de imagen comprenda la totalidad de los 4 pi estereorradianes de los alrededores de la plataforma.

En algunas realizaciones, para cada sensor de imagen, el procesador de imagen se puede configurar para usar el flujo óptico de características identificadas en la primera y la segunda imágenes para determinar una velocidad angular del sensor de imagen respectivo. Las mediciones de flujo óptico se pueden combinar con los datos recibidos de los sensores de movimiento respectivos para determinar de forma más precisa un desplazamiento del sensor de imagen en el intervalo entre la captura de la primera y la segunda imágenes.

Cada sensor de imagen y su sensor de movimiento asociado se pueden alojar de forma conjunta en una única unidad respectiva que se monta entonces en una ubicación específica sobre la plataforma.

### **Breve descripción de las figuras**

Unas realizaciones de la invención se describirán a continuación a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 muestra un ejemplo de una aeronave que incluye un procesador de imagen de acuerdo con una realización;

la figura 2 muestra un sistema que incluye un procesador de imagen de acuerdo con una realización;

la figura 3 muestra los componentes del procesador de imagen de la figura 2 con más detalle;

la figura 4 muestra un diagrama de flujo de las etapas que son implementadas por el procesador de imagen de la figura 1;

la figura 5 muestra un ejemplo de combinar imágenes recibidas de dos sensores para dar una única imagen usando un procesador de imagen convencional; y

la figura 6 muestra un ejemplo de combinar imágenes recibidas de dos sensores para dar una única imagen usando una realización que se describe en el presente documento.

### **Descripción detallada**

La figura 1 muestra un ejemplo de una aeronave de acuerdo con una realización. El casco de una aeronave se forma a partir de un número de partes discretas 1 a, 3a, 5a, 7a, 9a, 11 a, las cuales se muestran de forma esquemática mediante líneas de puntos. Las partes del casco pueden estar conectadas entre sí por uno de varios medios. Por ejemplo, las partes se pueden soldar o remachar entre sí. Cada parte del casco tiene un sensor de imagen respectivo 1 b, 3b, 5b, 7b, 9b, 11 b, el cual está unido a la parte exterior del casco. Los sensores de imagen son, por ejemplo, dispositivos de formación de imagen digital tales como cámaras de CCD. Los sensores de imagen se disponen de tal modo que el campo de visión de cualquier sensor individual se solapa al menos parcialmente con el de al menos uno de los otros sensores de imagen.

En el interior de la aeronave se incluye un procesador de imagen 13 que recibe unos datos de imagen a partir de cada sensor de imagen y combina los datos de imagen recibidos para dar una única vista panorámica de los alrededores de la aeronave. La imagen combinada puede ser vista entonces por el piloto en una pantalla de presentación visual. La pantalla de presentación visual puede contener información adicional así como imágenes, por ejemplo, caracteres alfanuméricos, símbolos, etc. En la presente realización, el procesador de imagen está conectado con cada uno de los sensores de imagen por medio de un bus o red local que media en la comunicación entre los diferentes subsistemas informáticos de la aeronave. No obstante, se prevén otras alternativas; por ejemplo, el procesador de imagen se puede comunicar de forma inalámbrica con cada sensor de imagen.

Durante el vuelo, las partes discretas del casco pueden experimentar tensiones en diferentes medidas, dando lugar a que estas vibren o se desplacen una en relación con otra. La alineación entre los sensores de imagen puede variar con el tiempo, cuando una parte del casco se mueve con respecto a otra. Como resultado, las imágenes capturadas a partir de cada sensor dejarán de registrarse correctamente. Con el fin de evitar la aparición de artefactos en la imagen combinada, por lo tanto, el procesador de imagen calibra el movimiento de los sensores de imagen antes de combinar las imágenes entre sí.

Se describirán a continuación ejemplos de cómo el procesador de imagen logra un registro correcto de las imágenes por referencia a las figuras 2 a 6.

La figura 2 muestra un sistema que incluye un procesador de imagen 21 de acuerdo con una realización. El procesador de imagen recibe unos datos de imagen a partir de una pluralidad de sensores de imagen 23a, 23b que están montados sobre una plataforma tal como la aeronave que se muestra en la figura 1. Los sensores de imagen

23a, 23b tienen unos campos de visión separados que se solapan parcialmente entre sí. El procesador de imagen 21 sirve para combinar las imágenes recibidas de cada sensor de imagen para dar una única imagen combinada.

5 Por simplicidad, el sistema que se muestra en el presente ejemplo solo incluye dos sensores de imagen 23a, 23b. No obstante, en la práctica, el procesador de imagen se puede configurar para recibir imágenes a partir de sensores de imagen adicionales, en donde el número total de sensores de imagen es tal como para asegurar un campo de visión combinado que cubre la totalidad de los 4 pi estereorradianes de los alrededores de la aeronave.

10 Durante el intervalo entre la captura de imágenes sucesivas, uno de los sensores de imagen 23a, 23b se puede mover en relación con el otro, por ejemplo como resultado de la vibración del motor/hélice/rotor, o variaciones en el empuje debido a la densidad variable del aire que entra en el motor de la plataforma. Con el fin de compensar tal movimiento, cada sensor de imagen tiene un sensor de movimiento asociado 25a, 25b que se dispone para supervisar desplazamientos en la posición del sensor de imagen durante el intervalo entre la captura de imágenes sucesivas. En la presente realización, cada sensor de movimiento comprende una pluralidad de acelerómetros que se usan para supervisar la aceleración del sensor de imagen en diferentes direcciones. La velocidad y el desplazamiento del sensor de imagen en cada dirección se pueden determinar mediante la integración de las mediciones de aceleración con respecto al tiempo.

15 Para definir plenamente el movimiento del sensor de imagen, es necesario determinar su movimiento lineal en tres ejes ortogonales y su rotación en torno a tres ejes ortogonales. En teoría, es posible hacer esto usando un mínimo de 6 mediciones. No obstante, un enfoque de ese tipo comporta un grado significativo de complejidad en el cálculo. Para simplificar el cómputo, se puede usar un enfoque alternativo tal como el sugerido por A. J. Padgaonkar y col. (véase "*Measurement of angular acceleration of a rigid body using linear accelerometers*", de A. J. Padgaonkar y col. en *J. Appl. Mech.*, septiembre de 1975, Volumen 42, Edición 3, p. 552-557). En este enfoque, se pueden hacer al menos 3 mediciones adicionales de aceleración (llevando el total a 9 mediciones). En la presente realización, cada sensor de movimiento comprende 4 acelerómetros de tres ejes, permitiendo 12 mediciones de la aceleración lineal, estando los 4 acelerómetros dispuestos en una configuración no plana (es decir, una configuración en la que no todos los acelerómetros están ubicados en un único plano). Entonces, mediante el uso del procedimiento divulgado por A. J. Padgaonkar, el movimiento tanto lineal como angular del sensor de imagen respectivo se puede determinar con una potencia de cálculo reducida.

20 Durante el vuelo de la aeronave, la totalidad del casco estará sometida a aceleraciones cuando la aeronave realiza diversas maniobras (alabeo, cabeceo, guiñada, etc.). Estas aceleraciones también pueden ser registradas por los sensores de movimiento que están asociados con los sensores de imagen individuales. Con el fin de registrar correctamente las imágenes a partir de cada sensor de imagen, el procesador de imagen ha de disociar el movimiento que experimenta cada sensor de imagen en relación con la aeronave (es decir, el que surge de las vibraciones y/o desplazamientos locales de la parte particular del casco a la cual está unido el sensor de imagen) del movimiento de la aeronave como un todo. Con el fin de lograr esto, el procesador de imagen incluye una entrada adicional que recibe unos datos de movimiento 27 a partir de un sensor de movimiento de referencia fijado a la aeronave. El sensor de movimiento de referencia puede comprender, por ejemplo, parte del sistema de navegación inercial de la aeronave.

25 Para cada sensor de imagen, el procesador de imagen usa los datos de movimiento de referencia junto con los datos de movimiento recibidos a partir del sensor de imagen respectivo para calcular un desplazamiento local que es experimentado por el sensor de imagen durante el intervalo entre la captura de la primera y la segunda imágenes. En efecto, se define un sistema local de coordenadas en el interior de la aeronave, y mediante la combinación de los datos de movimiento de referencia con los datos de sensor de imagen individuales, el procesador de imagen es capaz de determinar el desplazamiento en la posición del sensor de imagen en el sistema local de coordenadas.

30 La figura 3 muestra los componentes del procesador de imagen de la presente realización con más detalle. El procesador de imagen 21 tiene un primer puerto 31 a través del cual los datos de imagen a partir de los sensores de imagen se introducen en el procesador, y un segundo puerto 33 a través del cual los datos de movimiento a partir de los sensores de movimiento se introducen en el procesador. Se proporciona un tercer puerto 35 para recibir los datos de movimiento de referencia.

35 Un analizador de datos 37 se usa para identificar el sensor de imagen a partir del cual se ha recibido una imagen particular, y a partir de cuál de los dos sensores de movimiento se recibe un lote particular de datos de movimiento.

40 El analizador de datos reenvía cada lote de datos de movimiento a una unidad de determinación de movimiento 39, la cual también recibe los datos de movimiento de referencia. Para cada sensor de imagen, la unidad de determinación de movimiento 39 calcula el desplazamiento neto que ha experimentado el sensor de imagen en el sistema local de coordenadas de la aeronave en el intervalo desde que se capturó la última imagen. El desplazamiento se emite como datos de posición a un módulo de ajuste de imagen 41, el cual usa los datos para procesar las imágenes recibidas de una forma tal como para compensar el movimiento del sensor de imagen respectivo.

45 Para cada imagen, el módulo de ajuste de imagen 41 puede realizar uno o más de desplazar en sentido lateral las

filas o columnas de píxeles en la imagen, rotar la imagen o ajustar la ampliación de la imagen. Una vez que se ha realizado el ajuste de imagen, las imágenes ajustadas se emiten al módulo de combinación de imágenes 43 en el que estas se combinan para dar una única imagen 45 a emitir para su presentación visual al piloto.

5 La figura 4 muestra un diagrama de flujo de las etapas que son implementadas por el procesador de imagen de la presente realización.

10 En algunas realizaciones, los sensores de movimiento detectan el movimiento del sensor de imagen respectivo mediante el uso de acelerómetros y/o giróscopos. Los acelerómetros proporcionan mediciones de la aceleración instantánea (lineal) y los giróscopos proporcionan mediciones de la velocidad angular instantánea. Con el fin de obtener una información de posición angular, es necesario integrar una u otra de estas mediciones. No obstante, cuando un acelerómetro tiene un error de cero en uno o más ejes, el error se propagará a través del cálculo, dando como resultado una deriva en la posición angular aparente del sensor.

15 Con el fin de abordar este problema, las mediciones de aceleración pueden ser complementadas por mediciones de flujo óptico. El flujo óptico es una técnica establecida que puede proporcionar unas mediciones directas de la velocidad angular del sensor de imagen y el cual se puede usar para corregir derivas en la velocidad angular/posición tal como se calcula usando los datos procedentes de los acelerómetros. Mediante la medición de las posiciones angulares de objetos distantes en los campos de visión de más de un sensor (en la región de solapamiento entre dos sensores), esta corrección se puede transferir entre sensores.

20 En general, las mediciones de flujo óptico pueden proporcionar la posición angular de características en la escena, pero solo hasta una precisión de aproximadamente un píxel. El uso del flujo óptico proporciona unos datos adicionales que son complementarios con los que se obtienen a partir de los acelerómetros, debido a que el acelerómetro puede ser sensible a cambios rápidos que pueden ser demasiado pequeños para que sean visibles en las imágenes.

Un ejemplo de cómo un procesador de imagen se puede usar para eliminar los artefactos que resultan del movimiento de uno de los sensores de imagen se describirá a continuación por referencia a las figuras 5 y 6.

25 La figura 5A muestra una disposición en la que las imágenes 51, 53 que son capturadas por dos sensores de imagen 55, 57 en un primer punto en el tiempo se combinan en un procesador de imagen 59 convencional para formar una única imagen de salida 61. En el presente ejemplo, los sensores de imagen 55, 57 tienen unos campos de visión de solapamiento parcial; tal como se muestra mediante las líneas de puntos, una porción 63 del lado derecho de la imagen 51 a partir del primer sensor de imagen 55 se solapa con una porción 65 sobre el lado izquierdo de la imagen a partir del segundo sensor de imagen 57. De forma conjunta, las imágenes muestran la forma del horizonte tal como se ve desde una aeronave.

30 La figura 5B muestra un segundo par de imágenes 67, 69 que son capturadas por el primer 55 y el segundo 57 sensores de imagen en un momento posterior en el tiempo. Durante el intervalo entre la captura de cada par de imágenes, el segundo sensor de imagen 57 experimenta un desplazamiento en su posición. Como resultado, el campo de visión del segundo sensor de imagen 57 cambia, produciendo un artefacto en la imagen combinada 71. En concreto, las dos mitades de la imagen combinada 71 están desplazadas una con respecto a la otra, dando una impresión falsa del paisaje. El artefacto es particularmente evidente en la región de solapamiento 71 a entre las dos imágenes.

35 La figura 6 muestra un ejemplo de cómo las imágenes a partir de dos sensores 73, 75 se pueden procesar usando un procesador de imagen 77 de acuerdo con una realización. El procesador de imagen 77 se usa de nuevo para combinar pares de imágenes que son capturadas por los dos sensores de imagen. La figura 6A muestra un primer par de imágenes 79, 81 que son capturadas por los sensores de imagen 73, 75 en un primer punto en el tiempo, mientras que la figura 6B muestra un segundo par de imágenes 83, 85 que se han capturado en un punto posterior en el tiempo.

40 Como en la figura 5, el segundo sensor de imagen 75 experimenta un desplazamiento en la posición, el cual da lugar a un cambio en el campo de visión de la imagen 85 que se captura en el punto posterior en el tiempo. No obstante, en la presente realización, el procesador de imagen recibe unos datos de movimiento 87 que indican el movimiento de los sensores de imagen 73, 75 respectivos en el intervalo entre la captura de cada par de imágenes. Usando estos datos de movimiento 87, el procesador de imagen 77 es capaz de compensar el movimiento del segundo sensor de imagen 75 cuando se combinan las dos imágenes 83, 85 entre sí. Por lo tanto, en contraste con la figura 5B, la imagen de salida permanece libre de artefactos, incluso a pesar de que el campo de visión del segundo sensor de imagen 75 ha cambiado: tal como se puede ver en la figura 6B, las dos mitades de la imagen están perfectamente alineadas en la región de solapamiento.

45 Al asegurar que cada sensor de imagen está alineado correctamente, unas realizaciones que se describen en el presente documento pueden prever el uso de una corrección de paralaje para proporcionar una información de distancia adicional para objetos que se encuentran presentes en la región de solapamiento entre los campos de visión de los sensores de imagen respectivos. Por ejemplo, algunos objetos no aparecerán en la posición "correcta" para objetos distantes cuando sus posiciones se miden en más de un sensor. Estos serán objetos cercanos, los

cuales pueden incluir objetos que pasan por la plataforma y el suelo. Debido a que la línea base siempre es conocida para cualquier par de sensores, unas realizaciones permiten el uso de técnicas de paralaje para una medición de la distancia hasta estos objetos. Por ejemplo, se puede determinar la distancia de objetos cercanos usando el paralaje entre dos campos de visión de sensor adyacentes.

- 5 Una aplicación de esto podría ser en "áreas de aterrizaje polvorientos" en las que una plataforma de alas giratorias se ralentiza hasta un vuelo estacionario justo por encima del suelo y desciende en sentido vertical. En primer lugar, la altura por encima de la superficie se puede determinar mediante el uso de paralaje entre imágenes capturadas a partir de varios sensores de imagen. Entonces, el cambio en la altura a medida que desciende la plataforma se puede supervisar mediante el uso de unas mediciones de flujo óptico que ponen en correlación características superficiales en tramas de imagen sucesivas que son capturadas por un único sensor orientado hacia abajo. De esta forma, se puede realizar una determinación más precisa de la altura por encima del suelo y de la tasa de descenso.

- 10 Cuando se usa paralaje para determinar la altura de la plataforma de alas giratorias con respecto al suelo, es preferible que los dos sensores que capturan imágenes tengan unas integraciones simultáneas (es decir, los sensores de imagen deberían capturar sus imágenes respectivas de forma simultánea). En la práctica, con la condición de que la tasa de tramas de imagen sea lo bastante alta, puede ser posible obtener unos resultados satisfactorios usando unas integraciones no simultáneas para mediciones de paralaje de objetos estacionarios sobre el suelo, pero no para objetos que pasan por la plataforma. No es necesario que las mediciones de flujo óptico que se usan entonces para medir el cambio en la altura requieran unas integraciones simultáneas. Por ejemplo, una vez que se ha determinado la altura por encima del suelo usando paralaje, las mediciones de flujo óptico que se llevan a cabo entonces solo necesitan imágenes a partir de un sensor (es decir, el sensor que apunta hacia abajo) con el fin de determinar el cambio en la altura y, por lo tanto, la tasa de descenso.

- 15 A pesar de que se han descrito determinadas realizaciones, estas realizaciones se han presentado solo a modo de ejemplo, y no tienen por objeto limitar el alcance de la invención. De hecho, los procedimientos, dispositivos y sistemas novedosos que se describen en el presente documento se pueden realizar de una diversidad de formas.
- 20 Además, se pueden hacer diversas omisiones, sustituciones y cambios en la forma de los procedimientos y sistemas que se describen en el presente documento sin apartarse del espíritu de la invención. Las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes tienen por objeto cubrir tales formas o modificaciones según entren dentro del alcance de la invención.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un procesador de imagen (13, 21, 77) para procesar imágenes recibidas de una pluralidad de sensores de imagen (23A/B, 55, 57, 73, 75) fijados a una plataforma, teniendo cada sensor de imagen (23a, 55, 73) un campo de visión que se solapa al menos parcialmente con el campo de visión de otro de los otros sensores de imagen, (23b, 57, 75), comprendiendo el procesador de imagen:
- una entrada de datos de imagen (31) para recibir una primera imagen respectiva capturada por cada uno de la pluralidad de sensores de imagen y una segunda imagen respectiva subsiguientemente capturada por cada uno de la pluralidad de sensores de imagen;
- 10 una primera entrada de datos de movimiento (33) para recibir datos de movimiento a partir de una pluralidad de sensores de movimiento, (25a/b) estando cada sensor de movimiento asociado con uno respectivo de los sensores de imagen y configurado para detectar el movimiento del sensor de imagen respectivo,
- una segunda entrada de datos de movimiento (35) para recibir datos de movimiento de referencia a partir de un sensor de movimiento de referencia (27) que está ubicado a bordo de la plataforma;
- 15 una unidad de determinación de movimiento (39) configurada para determinar, para cada sensor de imagen, si el sensor de imagen respectivo se ha movido o no con respecto a una posición esperada durante el intervalo entre la captura de la primera y la segunda imágenes, estando basada la determinación en los datos de movimiento de referencia y los datos de movimiento recibidos a partir del sensor de movimiento asociado con el sensor de imagen respectivo, estando configurada adicionalmente la unidad de determinación de movimiento para emitir datos de posición que indican el cambio en la posición del sensor de imagen respectivo con respecto a su posición esperada;
- 20 un módulo de ajuste de imagen (41) configurado para usar los datos de posición para ajustar la segunda imagen recibida a partir del sensor de imagen respectivo, para proporcionar de ese modo una imagen ajustada respectiva; y
- 25 un módulo de combinación de imágenes (43) para combinar cada una de las imágenes ajustadas para formar una única imagen de salida.
2. Un procesador de imagen de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el módulo de ajuste de imagen está configurado para determinar un cambio en el campo de visión de un sensor de imagen respectivo en base a los datos de movimiento que están asociados con el sensor de imagen.
3. Un procesador de imagen de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el módulo de ajuste de imagen está configurado para realizar al menos uno de trasladar, rotar y ampliar la segunda imagen en base a los datos de posición recibidos.
- 30 4. Un procesador de imagen de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los sensores de imagen se sincronizan para comenzar la captura de imágenes al mismo tiempo uno que otro.
5. Un procesador de imagen de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los sensores de imagen se sincronizan para emitir cada imagen capturada al mismo tiempo uno que otro y/o en el que cada uno de los sensores de imagen puede tener el mismo tiempo de exposición o de integración de cámara.
- 35 6. Un procesador de imagen de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 5, en el que el procesador de imagen está configurado para accionar los sensores de imagen para comenzar la captura de cada imagen.
7. Un procesador de imagen de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el módulo de combinación de imágenes está configurado para combinar las imágenes ajustadas para dar una imagen de salida mediante la generación de una única agrupación de valores de intensidad de píxel y/o de tono.
- 40 8. Un procesador de imagen de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que para cada sensor de imagen, el procesador de imagen está configurado para usar el flujo óptico de características identificadas en la primera y la segunda imágenes para determinar una velocidad angular del sensor de imagen respectivo.
- 45 9. Un sistema para combinar imágenes recibidas de unos sensores de imagen situados en diferentes puntos en torno a una plataforma con el fin de generar una imagen de los alrededores de la plataforma, comprendiendo el sistema:
- una pluralidad de sensores de imagen, estando configurado cada sensor de imagen para emitir una primera y una segunda imagen respectivas;
- 50 una pluralidad de sensores de movimiento, estando cada sensor de movimiento asociado con uno respectivo de los sensores de imagen y configurado para detectar el movimiento del sensor de imagen asociado durante el intervalo entre la captura de la primera y la segunda imágenes; y
- un módulo de procesamiento de imagen de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
- 55 10. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en el que cada sensor de movimiento comprende uno o más acelerómetros.

11. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 9 o 10 en el que los sensores de imagen se sincronizan para capturar y emitir imágenes de forma simultánea entre sí y/o en el que cada sensor de imagen comprende un chip de CCD o un dispositivo de CMOS.
- 5 12. Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que los sensores de imagen están configurados para detectar una radiación que tiene una longitud de onda en el intervalo de 0,3  $\mu\text{m}$  a 30  $\mu\text{m}$ .
13. Una plataforma que comprende un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12.
14. Un procedimiento de procesamiento de imágenes recibidas de una pluralidad de sensores de imagen fijados a una plataforma, teniendo cada sensor de imagen un campo de visión que se solapa al menos parcialmente con el campo de visión de otro de los otros sensores de imagen, comprendiendo el procedimiento:
- 10 recibir una primera imagen respectiva capturada por cada uno de la pluralidad de sensores de imagen y una segunda imagen respectiva subsiguientemente capturada por cada uno de la pluralidad de sensores de imagen; recibir datos de movimiento a partir de una pluralidad de sensores de movimiento, estando cada sensor de movimiento asociado con uno respectivo de los sensores de imagen y configurado para detectar el movimiento del sensor de imagen respectivo,
- 15 recibir datos de movimiento de referencia a partir de un sensor de movimiento de referencia que está ubicado a bordo de la plataforma;
- determinar, para cada sensor de imagen, si el sensor de imagen respectivo se ha movido o no con respecto a una posición esperada durante el intervalo entre la captura de la primera y la segunda imágenes, estando basada la determinación en los datos de movimiento de referencia y los datos de movimiento recibidos a partir
- 20 del sensor de movimiento asociado con el sensor de imagen respectivo;
- emitir datos de posición que indican el cambio en la posición del sensor de imagen respectivo con respecto a su posición esperada;
- usar los datos de posición para ajustar la segunda imagen recibida a partir del sensor de imagen respectivo, para proporcionar de ese modo una imagen ajustada respectiva; y
- 25 combinar cada una de las imágenes ajustadas para formar una única imagen de salida.
15. Un medio de almacenamiento legible por ordenador que almacena un código ejecutable por ordenador que, cuando sea ejecutado por un ordenador, dará lugar a que el ordenador realice un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14.

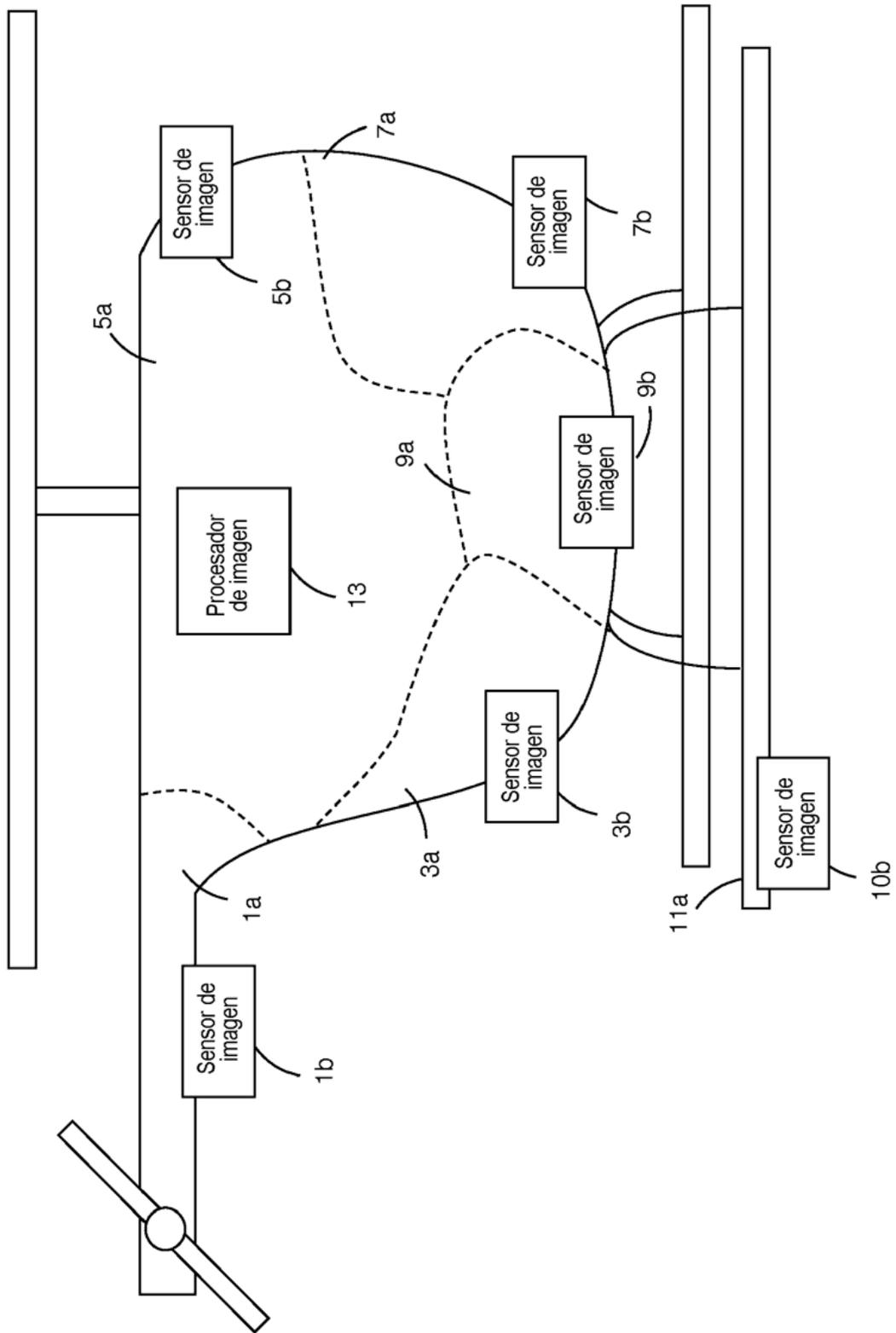


Fig. 1

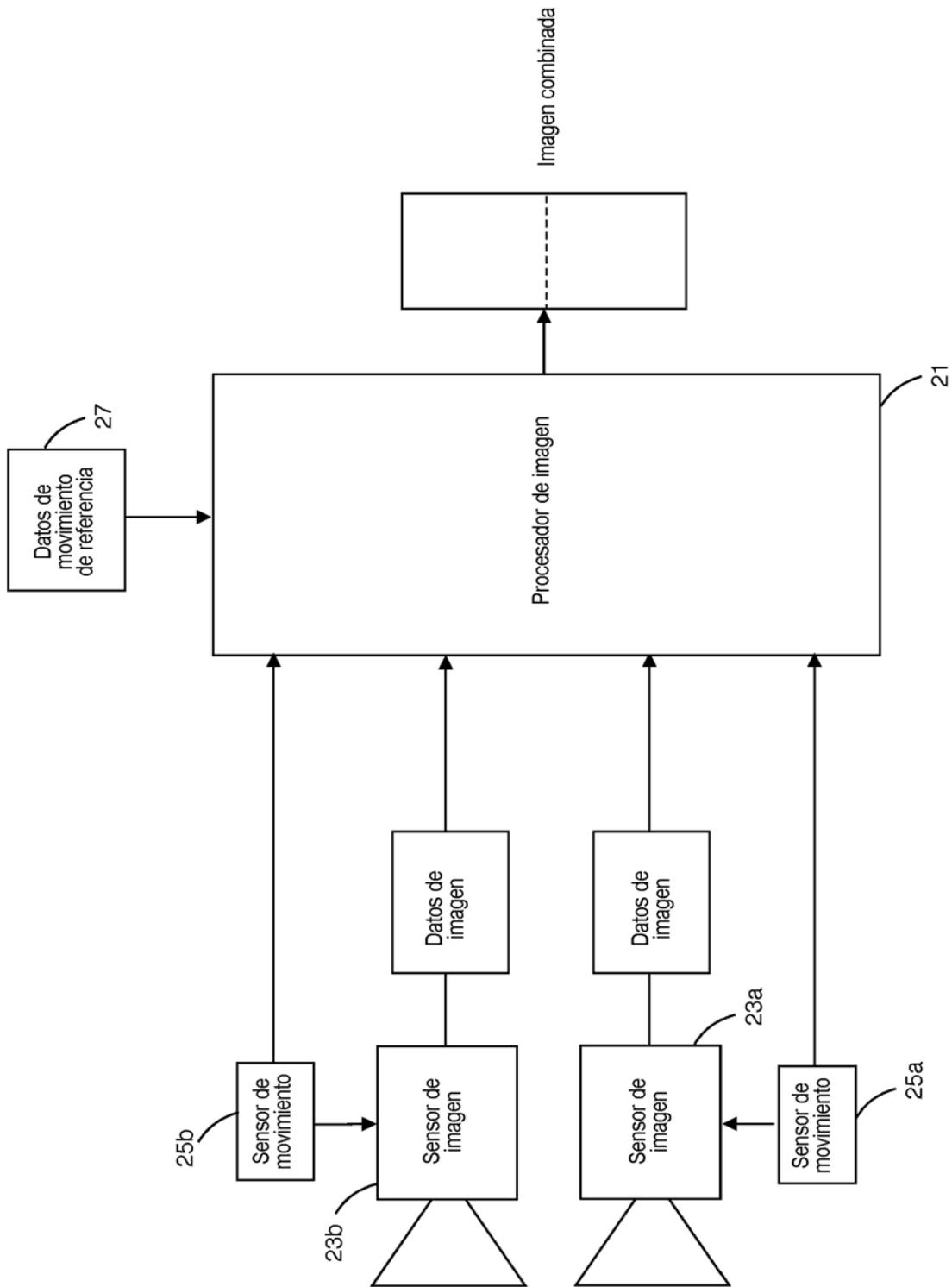


Fig. 2

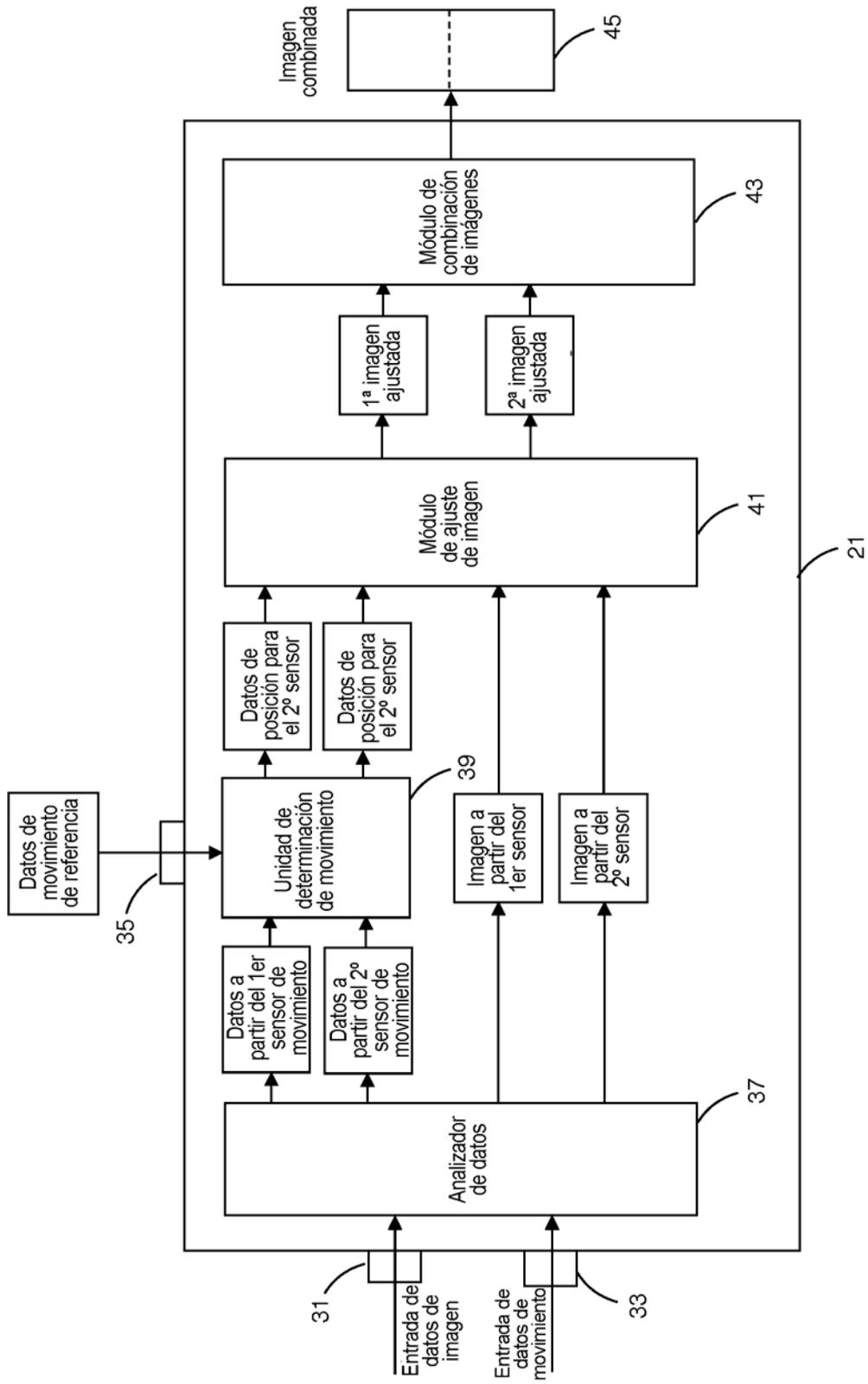


Fig. 3

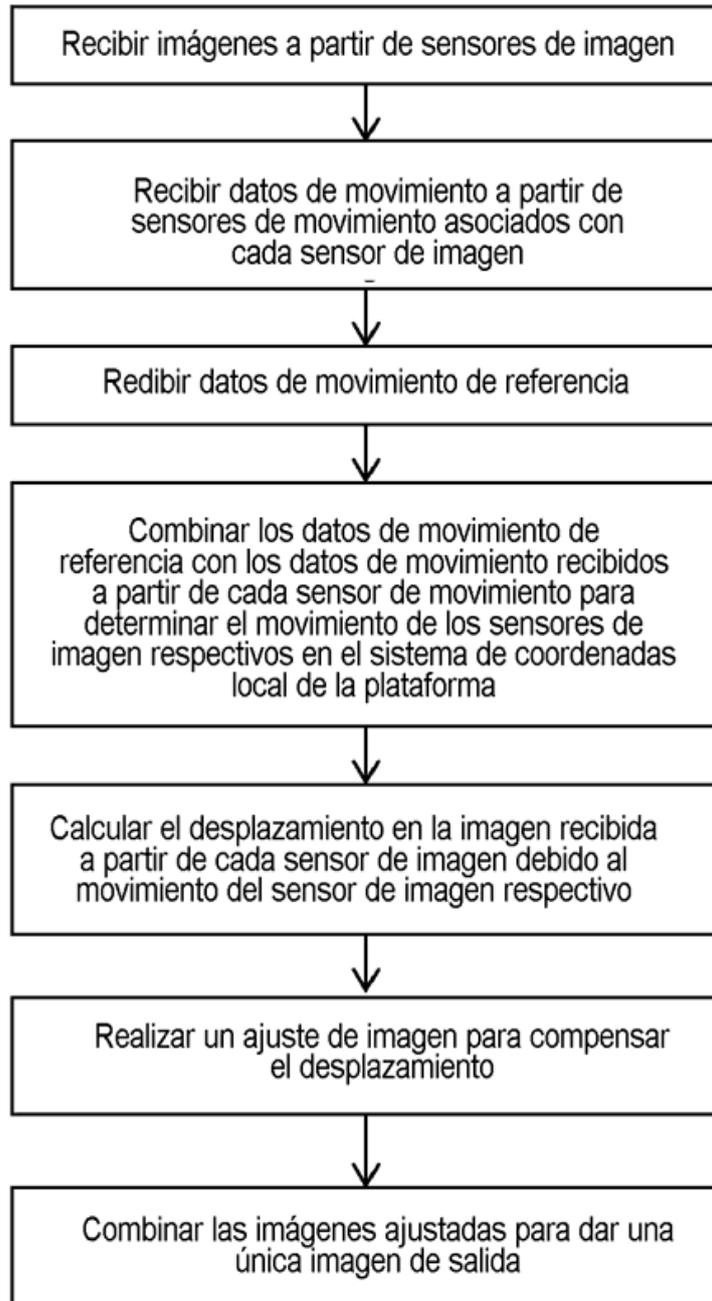


Fig. 4

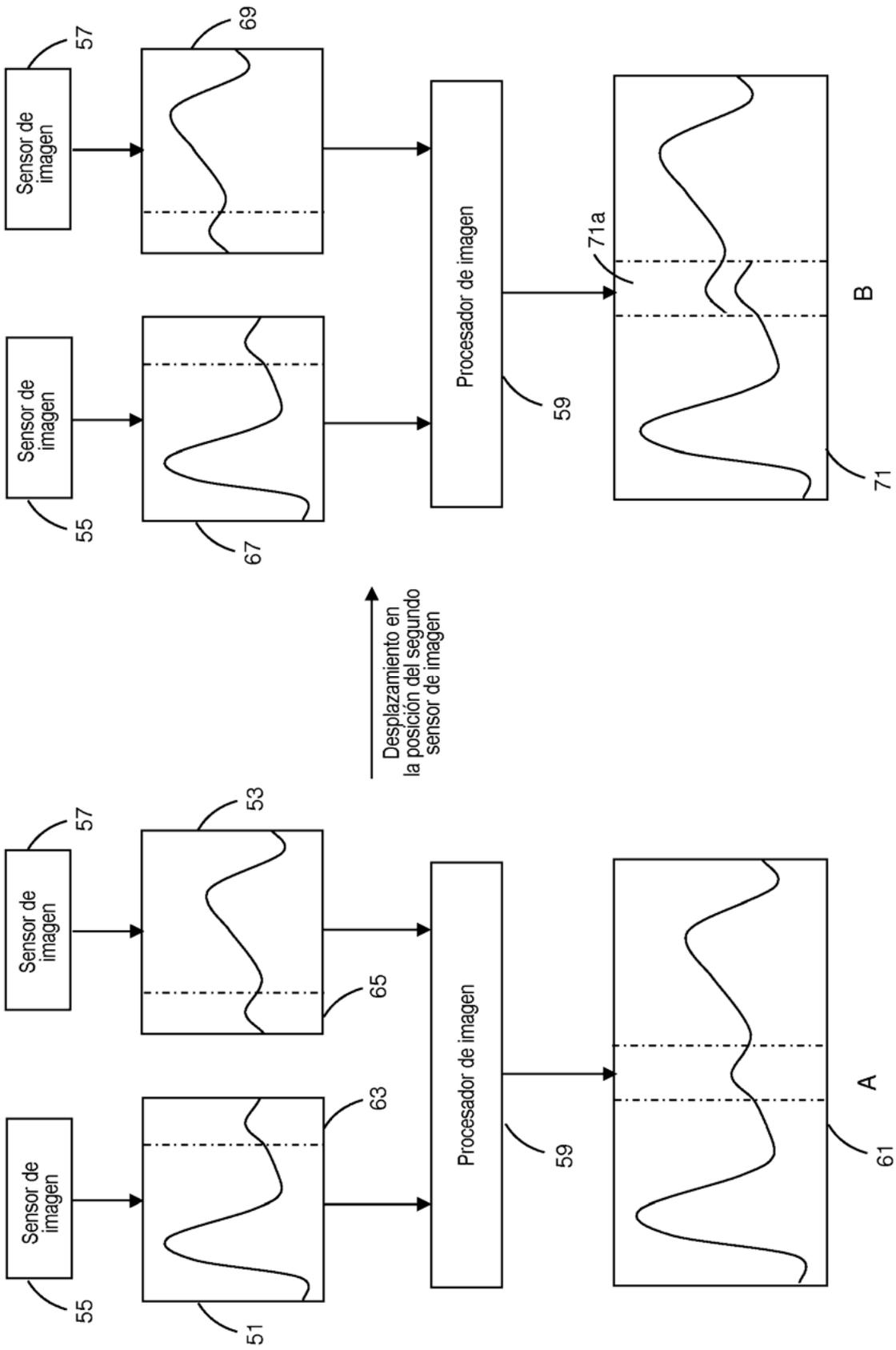


Fig. 5

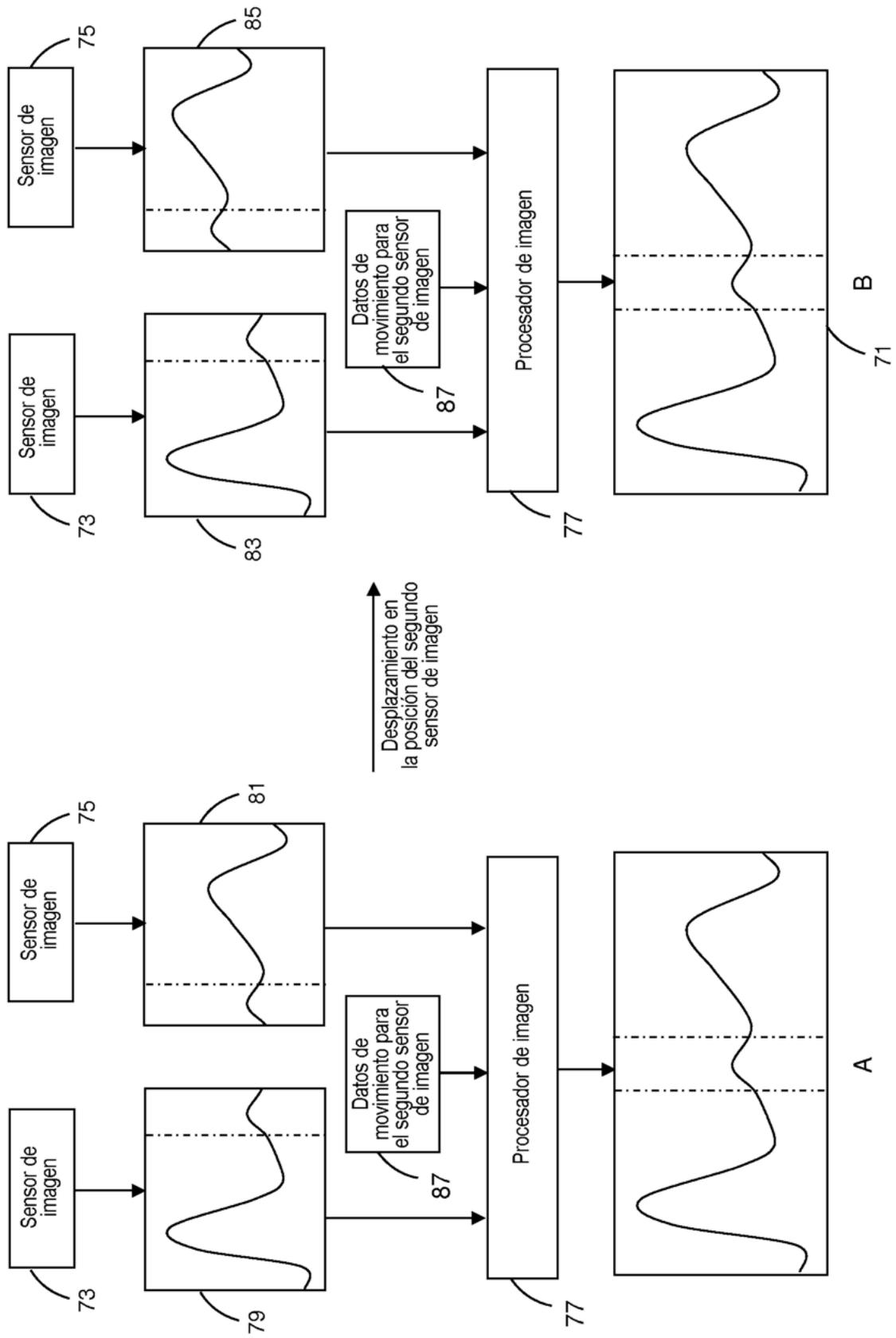


Fig. 6