

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 821 349**

51 Int. Cl.:

G06T 5/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.01.2017** **E 17000039 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.09.2020** **EP 3200149**

54 Título: **Método para la detección de un objeto en una imagen de búsqueda**

30 Prioridad:

27.01.2016 DE 102016000873

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

26.04.2021

73 Titular/es:

DIEHL DEFENCE GMBH & CO. KG (100.0%)
Alte Nußdorfer Strasse 13
88662 ÜBERLINGEN, DE

72 Inventor/es:

GAGEL, FLORIAN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 821 349 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

Método para la detección de un objeto en una imagen de búsqueda

5 La invención se refiere a un método para el control de un misil, en el que se reconoce un objeto en una imagen de búsqueda, en donde el objeto y un entorno alrededor del objeto son registrados a través de una óptica de una cámara.

Para el reconocimiento de vehículos, por ejemplo, aviones, desde una distancia grande, se utilizan cámaras de infrarrojos, que examinan un entorno para localizar una signatura de infrarrojos. Para poder identificar un objeto con una signatura de infrarrojos reducida en un entorno ruidoso, se pueden utilizar ópticas de alto rendimiento con una abertura de entrada grande. Si se desea un tipo de construcción compacto de la cámara, entonces se reduce el campo de visión de la cámara con la misma intensidad de la luz y se puede explorar una zona de exploración previamente establecida del entorno con una pluralidad de imágenes pequeñas. En el caso de un número alto de imágenes para una exploración de búsqueda, este procedimiento es costoso de tiempo, de manera que la búsqueda de una zona de exploración grandes dura mucho tiempo.

Se conoce a partir del documento WO 03/102505 A1 un sistema de reconocimiento aerotransportado. El sistema dispone, entre otras cosas, de una matriz de sensores de luz pivotables por medio de dos bastidores cardánicos, medios de memoria para el almacenamiento de una tarjeta de perfiles digitales de una zona de interés y una unidad selectora para la selección sucesiva de zonas parciales de la zona de interés. Además, el sistema dispone con preferencia de dos sistemas de navegación inercial, uno para la aeronave y uno para el sistema de reconocimiento propiamente dicho, cuyos sensores están dispuestos con preferencia sobre los bastidores cardánicos. Por medio de los bastidores cardánicos se exploran continuamente columnas / series de la zona de interés. Tan pronto como se ha conseguido una alineación exacta sobre el centro de una zona parcial, se inicia la iluminación de la matriz y un llamado espejo de "retro-exploración" compensa durante este periodo de integración el movimiento de exploración continua de los bastidores cardánicos.

Se conocen a partir del estado de la técnica métodos y dispositivos que se ocupan de la eliminación de borrosidades en imágenes: el documento EP 2 560 368 A1 publica un dispositivo, que dispone de una instalación para la generación de informaciones borrosas sobre la base de datos de sensor, que se basan en movimientos de la cámara. Además, el dispositivo dispone de una unidad de corrección de borrosidades para la corrección de borrosidades en una imagen registrada. Se propone someter la imagen registrada y la función de dispersión de puntos a una Transformación de Fourier y entonces realizar en el espacio de frecuencia un proceso de división con la imagen registrada y la función de dispersión de puntos. El Artículo "Image Deblurring using Inertial Measurement Sensors" de Neel Josh et al. (publicado en ACM SIGGRAPH CONFERENCE PROCEEDINGS, 1.1.2010, páginas. 1 - 8) propone para la eliminación de borrosidades en imágenes la utilización de sensores inerciales. Una cámara de consumidor final se provee a tal fin con sensores inerciales para estimar una función de borrosidad durante una toma de la imagen.

Se conoce a partir del documento EP 2 466 247 A1 un método para controlar un cuerpo misil, en el que una escena del objeto es reproducida sobre un detector con una pluralidad de células de detector, se evalúa la imagen obtenida y se controla un sistema de control del misil con la ayuda de datos de la evaluación de la imagen. Para poder controlar el misil también sobre un blanco pequeño y muy alejado, se realiza la reproducción sobre el detector junto a una óptica de entrada pivotable sobre un objetivo de detector que comprende varias lentes. Para que un blanco reproducido en forma de puntos sobre la superficie del detector no se reproduzca sólo sobre un borde insensible de una célula de detector, se adapta la reproducción al detector de tal manera que, en el caso de la reproducción de una fuente de puntos, la superficie cuadrática, que está simétrica alrededor de la reproducción de puntos, es mayor que la superficie reticular de un elemento de imagen del detector.

Un cometido de la presente invención es indicar un método mejorado para el control de un misil, en el que se reconoce un objeto con una signatura óptica debilitada en una imagen de búsqueda.

Este cometido se soluciona por un método según las características de la reivindicación 1 de la patente, en el que se pivota la óptica durante la integración de una imagen registrada en el entorno y se recalcula la imagen de búsqueda a partir de la imagen registrada por una unidad de procesamiento de la imagen utilizando la función de dispersión de puntos y el movimiento de articulación de la óptica.

La invención parte de la consideración de que se puede reducir el tiempo total de toma de una exploración con varias imágenes frente a una exploración habitual del entorno, cuando la óptica de la cámara durante la integración de la imagen registrada no está descansando y sólo se pivota hacia atrás entre dos imágenes registradas, sino que se pivota ya durante la integración de la imagen registrada en el entorno. El periodo de tiempo entre la integración de dos imágenes registradas sucesivas se puede reducir y se puede acelerar el proceso de exploración. En este caso es un inconveniente que la signatura de la imagen del objeto se vuelve borrosa a través de la articulación de la óptica en la imagen registrada. Esta borrosidad articulada se puede recalcular, sin embargo, en el caso de un movimiento de articulación conocido para obtener una imagen en reposo del objeto. De esta manera, se puede compensar en gran

medida el inconveniente de la borrosidad de la imagen que se produce a través del movimiento articulado y se puede acelerar el método de exploración.

Para la compensación de la borrosidad de la imagen es necesario el re-cálculo de la imagen registrada borrosa en la imagen de búsqueda mejorada. En este re-cálculo se puede registrar al mismo tiempo la borrosidad de la imagen de puntos provocada a través de la dispersión de los puntos de la óptica de una manera sencilla. De este modo se vuelve nítida la imagen del objeto y se puede reconocer mejor en la imagen de búsqueda también en el caso de una signatura debilitada. La combinación de la función de dispersión de los puntos y del movimiento de articulación de la óptica se puede tener en cuenta en el re-cálculo en una única convolución inversa, de manera que el cálculo es muy eficiente y el resultado es muy ventajoso a través de la combinación. A través del re-cálculo doble de la función de dispersión de los puntos y del movimiento de articulación se pueden reconocer también objetos con signatura de imagen debilitada ante un fondo ruidoso en el entorno.

De acuerdo con la invención, se toman varias imágenes registradas inmediatamente unas después de las otras durante un movimiento continuado, es decir, ininterrumpido de la óptica, es decir, que se pivota la óptica durante la integración de cada imagen registrada en el entorno. La integración tiene lugar durante un tiempo de integración, es decir, desde un comienzo de la integración hasta un final de la integración. El tiempo de la integración es el tiempo de integración de las celdas de la imagen de la cámara o bien de un detector de la cámara para una imagen registrada y se puede considerar similar a un tiempo de iluminación de una imagen. El tiempo de integración puede estar preajustado o se puede seleccionar en función de una intensidad de la luz del entorno, de manera similar a un ajuste automático de la iluminación.

De manera más conveniente, la cámara es una cámara infrarroja y la imagen registrada se toma en particular exclusivamente en el espectro infrarrojo. El método es especialmente adecuado para la búsqueda de un vehículo, en particular de una aeronave en el entorno, de manera que el objeto es un vehículo o bien una aeronave. La invención se refiere a un método para el control de un misil, en donde la cámara es componente de una cabeza de búsqueda del misil y/o de un aparato de arranque del misil. La imagen de búsqueda es creada especialmente antes de un arranque del misil y el objeto es reconocido en la imagen de búsqueda. El objeto en la imagen de búsqueda o bien su posición en la imagen de búsqueda se marca de acuerdo con la invención, de manera que el objeto es marcado de esta manera como blanco del misil. El misil puede controlar el objeto especialmente de manera automática.

En una forma de realización ventajosa de la invención, para el re-cálculo se utiliza el núcleo de la convolución de la función de dispersión de los puntos y de la borrosidad de los puntos a través del movimiento de articulación, de manera que se calcula la imagen de búsqueda especialmente a través de la convolución inversa con el núcleo de la convolución. El núcleo de la convolución puede contener en este caso una integral de la función de dispersión de los puntos sobre la curva local de la articulación. La convolución inversa tiene lugar de manera más conveniente en el espacio de frecuencia.

Para la localización del objeto en un entorno de superficie grande está previsto según la invención que se cubra totalmente un espacio de búsqueda con una secuencia de imágenes registradas, que son registradas durante una articulación continua de la cámara. La articulación se puede realizar en dirección-S por varias series de imágenes adyacentes o superpuestas. La articulación no tiene que ser en este caso continua en la velocidad de articulación, sino que se puede acelerar durante una toma de imagen, es decir, durante la integración de una imagen registrada.

Para la reducción de la probabilidad de una identificación errónea de un objeto en la imagen de búsqueda es ventajoso que el objeto, es decir, un punto o figura en la imagen de búsqueda, sea reproducido por varias imágenes de búsqueda. Si se cubre cada punto, por ejemplo, de un espacio de búsqueda por al menos dos imágenes de búsqueda, entonces se puede verificar la presencia de un objeto cubierto en una primera imagen de búsqueda en la segunda imagen de búsqueda. A tal fin, es ventajoso que el movimiento de articulación sea durante la toma de la imagen, es decir, durante la integración de la toma de la imagen, como máximo 50 % del diámetro de la imagen de búsqueda, en particular de la imagen registrada, en la dirección de articulación, es decir, por ejemplo, del Campo de Visión (FOV) de la cámara en la imagen registrada. Para poder recorrer lo más eficazmente posible a pesar de todo el espacio de búsqueda, es ventajoso que el movimiento de articulación sea al menos 10 %, en particular al menos 30 % del diámetro de la imagen en la dirección de articulación.

Según que la función de dispersión de los puntos de la óptica sea continuamente sobre toda la superficie de la imagen o bien FOV, son ventajoso diferentes métodos de re-cálculo. En el caso de la función de dispersión de los puntos constante, el re-cálculo es especialmente ventajoso por medio de filtro de Wiener. La densidad espectral y/o la distribución del ruido se pueden tener en cuenta de manera sencilla en el filtro de Wiener, de manera que la convolución inversa es más robusta contra ruido. Especialmente en el caso de la función de dispersión de los puntos no constante, es ventajoso un re-cálculo por medio de métodos de iteración. Por ejemplo, es posible y conveniente la iteración de Landweber, un método de iteración según Richardson-Lucy, van Cittert o Tikhonov-Miller. Los métodos de regularización enumerados presentan una incidencia reducida a errores de la convolución inversa contra ruidos del entorno del objeto en la imagen.

Especialmente en el caso de objetos luminosos muy débiles, el ruido de fondo en la imagen registrada junta un papel importante, de manera que el objeto se puede hallar tanto mejor cuantos más detalles se conozcan sobre el ruido. Tal mejora del método de reconocimiento se puede conseguir cuando se utiliza un ruido provocado por la óptica en el espacio de frecuencia como parámetro en el re-cálculo. El ruido de la óptica se puede medir previamente y se puede utilizar como parámetro del filtro de Wiener o de un método de iteración.

Con la misma ventaja se utiliza un ruido de lectura provocado por la electrónica de lectura de la cámara como parámetro en el re-cálculo. También es posible y ventajosa la utilización de un ruido de detector de la cámara como parámetro en el re-cálculo. En el caso de una toma de infrarrojos, es especialmente importante el ruido térmico del detector y se utiliza de manera más conveniente como parámetro en el re-cálculo. Tal parámetro se puede utilizar como parámetro del filtro de Wiener o de un método de iteración.

Puede suceder que una búsqueda de un objeto se pierda sin éxito en el entorno, por ejemplo, por que el objeto está todavía demasiado alejado o la radiación de fondo sea demasiado fuerte. Si se conoce ahora en una segunda búsqueda un parámetro del ruido de fondo real, por ejemplo, radiación infrarroja del cielo tomado al mismo tiempo alrededor del objeto, entonces este parámetro se puede utilizar en el re-cálculo, de manera que se reduce su perturbación en la búsqueda siguiente. De manera correspondiente, se propone que un ruido de fondo determinado a partir de una toma de imagen anterior del entorno o parámetro del mismo sea utilizado como parámetro en el re-cálculo, por ejemplo, como parámetro del filtro de Wiener o de un método de iteración.

Durante una exploración sobre un espacio mayor de un entorno es ventajoso que el ruido de fondo o bien un parámetro del mismo se calcule en función del lugar, especialmente sobre una secuencia de imágenes registradas. Para suprimir en un objeto inmóvil frente al fondo a través de la consideración dependiente del local del ruido de fondo una radiación no medida específica del objeto durante el re-cálculo, es ventajoso que el ruido de fondo sea calculado sobre al menos una superficie parcial de una imagen registrada y sea tenido en cuenta en el re-cálculo.

La invención se refiere, además, a un dispositivo para el reconocimiento y marcación de un objeto en una imagen de búsqueda para el control de un misil según las características de la reivindicación 10 de la patente. El dispositivo comprende una cámara, que presenta una óptica, un detector y un accionamiento para la articulación de la óptica en el entorno. Se propone que el dispositivo presente, además, una unidad de detección de la articulación y una unidad de procesamiento de imágenes, que está preparada para controlar una toma de la imagen durante una articulación accionada de la óptica y para detectar por medio de la unidad de detección de la articulación la articulación durante la toma de la imagen, estando preparada la unidad de procesamiento de la imagen para re-calcular utilizando la función de dispersión de los puntos y el movimiento articulado detectado de la óptica una imagen de búsqueda a partir de la imagen registrada y para buscar la imagen de búsqueda sobre el objeto.

La descripción dada hasta ahora de configuraciones ventajosas de la invención contiene numerosas características, que están reproducidas en algunas reivindicaciones dependientes agrupadas combinadas. Sin embargo, estas características se consideran también de manera más conveniente individualmente y se agrupan en otras combinaciones convenientes, especialmente en interrelaciones de reivindicaciones, de manera que una característica individual de una reivindicación dependiente se puede combinar con una, varias o todas las características de otra reivindicación dependiente. Además, estas características se pueden combinar, respectivamente individuales y en combinación adecuada discrecional tanto con el método según la invención como también con el dispositivo según la invención según las reivindicaciones independientes. Así, por ejemplo, características del método se pueden formular objetivamente también como propiedades de la unidad de dispositivo correspondiente y características funcionales del dispositivo se pueden formular también como características correspondientes del método.

Las propiedades, características y ventajas descritas de esta invención, así como el tipo como se pueden conseguir, se explicarán con más detalle y se comprenderán más claramente en conexión con la siguiente descripción de los ejemplos de realización, que se explican en detalle en relación con los dibujos. Los ejemplos de realización sirven para la explicación de la invención y no limitan la invención a la combinación de características indicada allí, tampoco con relación a características funcionales. Además, las características adecuadas de cada ejemplo de realización se pueden considerar también explícitas aisladas, separadas de un ejemplo de realización, introducidas en otro ejemplo de realización para completarlo y/o se pueden combinar con cualquiera de las reivindicaciones.

La figura 1 muestra un dispositivo para el reconocimiento de un objeto luminoso débil con una cámara, que explora un espacio de búsqueda con cuatro series de imágenes registradas adyacentes, a partir de las cuales se generan cuatro series de imágenes de búsqueda.

La figura 2 muestra tres imágenes registradas es un esquema de ciclo de espacio y tiempo y

La figura 3 muestra un movimiento de la dirección de la visión de la óptica de la cámara de la figura 1 durante la toma de una imagen con una dispersión de la imagen de puntos generada por ella en una representación esquemática.

La figura 1 muestra un dispositivo 2 para el reconocimiento de un objeto 4, que comprende una cámara 6 para la toma del objeto 4. La cámara 6 está configurada con una óptica 8, con un detector 10, con una electrónica de lectura 12 y con una unidad de procesamiento de imágenes 14. La cámara 6 es una cámara de infrarrojos, de manera que la óptica 8 es una óptica de infrarrojos y el detector 10 es un detector de infrarrojos, por ejemplo, un bolómetro. El detector 10 es un detector de matriz con una pluralidad de elementos de detector para la representación de resolución de la imagen del objeto 4 y su entorno.

La cámara 6 sirve para escanear un espacio de búsqueda 24, por ejemplo, un semi-espacio de un entorno con dilatación de elevación de 90° y dilatación azimutal de 180° o de una parte del mismo, con una pluralidad de imágenes de búsqueda. Para el escaneo del entorno, la cámara 6 es pivotable totalmente o sólo su óptica 8, pudiendo detectarse la articulación en el entorno, de manera que se conoce la dirección de la articulación momentánea de la cámara 6 o bien de su óptica 8. Para la articulación de al menos la óptica 8 en el entorno, el dispositivo 2 - o en concreto la cámara 6 en el ejemplo de realización mostrado en la figura 1 - comprende un accionamiento 16 para la articulación de la cámara 6 o bien en el ejemplo mostrado sólo de la óptica 8. Para la detección del movimiento articulado está presente una unidad de detección de la articulación 18, que detecta la dirección de la visión momentánea de la cámara 6 o bien de la óptica 8, por ejemplo, a partir de una dirección de referencia conocida. Para la asociación de imágenes de búsqueda 20 a direcciones en el espacio de búsqueda 24, la unidad de detección de la articulación 18 está conectada según la técnica de señales con la unidad de procesamiento de imágenes 14, de manera que una imagen registrada se puede posicionar en el espacio de búsqueda 24 o bien se conoce su posición en el espacio de búsqueda 24. Las imágenes de búsqueda 20, por ejemplo, varias series de imágenes de búsqueda 20 adyacentes o sucesivas, con las que está cubierto, en general, totalmente el espacio de búsqueda 24, se pueden insertar de esta manera como en un tapiz de imagen del espacio de búsqueda 24.

En el ejemplo de realización representado en la figura 1, el campo de visión 22 indicado de forma esquemática en la figura 1, llamado también Campo de Visión (FOV) explora todo el espacio de búsqueda 24 imagen por imagen. A tal fin, se pivota el campo de visión 22 de la cámara 6 en el espacio de búsqueda 24, como se representa a través de la flecha de trazos en forma de S en la figura 1. El espacio de búsqueda 24 se cubre totalmente de esta manera con una pluralidad de imágenes registradas que se recubren entre sí, a partir de las cuales se generan posteriormente imágenes de búsqueda 20 que se recubren entre sí. La dirección de la articulación momentánea 26, que es la dirección de la flecha de trazos en función de la posición momentánea del campo de visión 22 en el espacio de búsqueda 24, se representa en la figura 1 por medio de una flecha continua pequeña.

La figura 2 muestra en una representación esquemática tres imágenes registradas 28a, 28b, 28c, a partir de las cuales se genera, respectivamente, una imagen de búsqueda 20. A continuación se considera en primer lugar la primera imagen de búsqueda 28a, cuya integración comienza en el instante t_0 . En el instante t_0 se inicia la toma de la imagen y el tiempo de iluminación de la primera imagen registrada 28a. El campo de visión 22, es decir, la sección de la imagen en el espacio de búsqueda 24, que se cubre a través de la primera imagen registrada 28a, se identifica en la figura 2 por medio de un rectángulo continuo. Durante la integración de la imagen se pivota continuamente la óptica 8 o bien la cámara 6 en el espacio de búsqueda 24. En el instante final t_1 de la integración, el campo de la imagen 22 se ha movido en la dirección de la articulación 26 alrededor del trayecto Δx_1 . En el ejemplo de realización mostrado, el campo de la imagen 22 de la cámara 6 es pivotado durante la toma de las tres imágenes 28 registradas de manera continua y constante, de manera que el tiempo de integración $T_1 = t_1 - t_0$ corresponde a trayecto de articulación Δx_1 . No obstante, también es posible que la articulación del campo de visión 22 de la cámara 6 se acelere dentro del tiempo de integración, de manera que el tiempo y el espacio no están lineales entre sí.

Después de un tiempo muerto T_T , durante el que se leen los elementos del detector 10 y de esta manera estos no detectan ninguna radiación evaluable, se inicia la toma de la segunda imagen registrada 28b. La imagen registrada 28b cubre la imagen registrada 28a más de la mitad. En la figura 2 se muestran tres imágenes registradas 28 una debajo de la otra sólo para mejor representación. No obstante, en realidad están dispuestas adyacentes y superpuestas en la dirección de articulación 26, de manera que el borde superior de todas las imágenes 28 forman juntos una línea recta. Se puede ver que también la tercera imagen registrada 28c cubre todavía parcialmente la primera imagen registrada 28a. Dos imágenes registradas 28 vecinas se cubren más del 50 % y menos del 90 % en el ejemplo de realización mostrado 55 %. El movimiento articulado durante la integración de una imagen registrada 28 es 40 % del diámetro de la imagen en la dirección de la articulación 26, es decir, de la longitud de la imagen registrada 28 en la dirección de articulación 26.

Con la ayuda del objeto 4, que migra en la figura 2 de manera ejemplar a la tercera imagen 28c registrada durante la toma o bien la integración, se muestra claramente que cada punto del espacio de búsqueda migra sobre una pluralidad de imágenes 28 registradas, es decir, que en cada una de la pluralidad de las imágenes 28 registradas se registra borrosa en la dirección de articulación 26. En el ejemplo de realización de la figura 2, cada punto aparece exactamente como el objeto 4, en al menos tres imágenes 28 registradas, de manera que el trayecto borroso se obtiene totalmente en al menos una imagen 28b registrada y está contenido al menos parcialmente en las imágenes 28a y 28c registradas vecinas.

A partir de cada imagen 28 registrada se calcula una imagen de búsqueda 20. También las imágenes de búsqueda 20 se cubren entre sí dentro del espacio de búsqueda 24 de acuerdo con las imágenes 28 registradas. Para el cálculo de la imagen 20 buscada se re-calcula la borrosidad de un objeto de puntos en las imágenes 28 registradas, provocada por la articulación en la dirección de articulación 26 durante la integración de la imagen, de tal manera que se representa un objeto de puntos en la imagen buscada 20 como punto. Esto se explica a continuación con la ayuda de la representación de la figura 3.

En el re-cálculo de una imagen 28 registrada en una imagen de búsqueda 20 se tiene en cuenta todo el espacio de una imagen 28 registrada en la imagen de búsqueda 20. El espacio de una imagen de búsqueda 20 tiene en este caso el tamaño del campo de la imagen 22, que es igual al tamaño de la imagen registrada, más el espacio cubierto adicionalmente por la articulación del campo de visión 22, que se representa en la figura 2 por el espacio adicional punteado a la derecha del campo de la imagen 22. Aunque el objeto 4 en la tercera imagen 28 registrada en el instante t_0 , es decir, al comienzo de la toma de la imagen o bien de la integración de la imagen, no es visible todavía en el campo de la imagen 22, de manera que el objeto 4 migra durante la articulación al campo de la imagen 22, es decir, la imagen 28 registrada, la imagen del objeto 4 migra en este caso desde la derecha al campo de visión 22. De esta manera está presente o bien se reproduce en el lado derecho del campo de la imagen de búsqueda 20.

La figura 3 muestra un vector de articulación 30 del movimiento de articulación en la dirección de articulación 26, que es una línea curvada en la representación de la figura 3, por ejemplo, como en las zonas de inversión de la flecha de trazos de la figura 1. Se representa simplificado un campo de visión 22 con una matriz de puntos de imagen 32 o bien de píxeles del detector 10. A través de una convolución inversa de la imagen 28 registrada con el vector de articulación 30 se puede genera a partir de la imagen 28 registrada con la imagen de puntos borrosa de acuerdo con el vector de articulación 30 una imagen de búsqueda 20, en la que el objeto de puntos está reproducido en forma de puntos.

Las imágenes de búsqueda 20 se cubren entre sí más que se recubren las imágenes 28 registradas pequeñas. El espacio de una imagen 28 registrada corresponde a una zona parcial, en reposo en el espacio de búsqueda 24, del espacio de búsqueda 24, que se cubre por el campo de visión 22 en el curso de un tiempo de integración o bien de un periodo de toma. Es mayor que la propia imagen 28 registrada. Cada punto 32 de una imagen de búsqueda 20 descansa, por lo tanto, en el espacio de búsqueda 24 y se cubre por una pluralidad de píxeles de la imagen 28 registrada. Los puntos de la imagen 32 y los píxeles o bien elemento de la imagen del detector 10 son del mismo tamaño y son equivalentes entre sí. A partir de aquellos píxeles o bien datos de los elementos del detector, que han cubierto o bien traspasado un punto de imagen estático se calcula el punto 32 de la imagen de búsqueda 20, de manera que durante el ensanchamiento a través de la dispersión de los puntos 34 se tienen en cuenta también elementos de detector lateralmente vecino o bien píxeles de la imagen 28 registrada. A partir de éstos se realiza un re-cálculo a través de la convolución inversa, por ejemplo, por medio de desenfoque, se calcula el contenido del punto de la imagen 32, en el caso más sencillo su claridad o bien saturación del valor gris.

La cámara 6 y especialmente su óptica 8 genera errores de reproducción, a través de los cuales se reproduce un objeto de puntos borroso en la superficie en la imagen 28 registrada. Tales errores de reproducción se pueden reproducir en una función de dispersión de los puntos, que indica cómo se representa una imagen de puntos borrosa en la superficie bidimensionalmente en dirección-x-y. La función de dispersión de los puntos, también llamada Point Spread Function (PSF) indica la dispersión de los puntos 34, con la que debe convolucionarse un objeto de puntos o bien imagen de puntos, para obtener el objeto de puntos borroso en la imagen 28 registrada, que es ampliado en la imagen 28 registrada de acuerdo con la dispersión de los puntos 34 y se representa borroso. En la figura 3 se indica la dispersión de los puntos 34 con un punto y con una ampliación de puntos, que estiliza por medio de una curva de Gauß. De esta manera se ensancha un objeto de puntos, como se representa esquematizado por medio del círculo y se representa borroso.

También esta dispersión de puntos 34 se puede re-calcular a través de una convolución inversa, de manera que se eliminan errores ópticos de la cámara 6 en cualquier caso parcialmente y de manera predominante en gran medida a través del re-cálculo. Un objeto de puntos se reproduce de esta manera con una borrosidad menos en la imagen de búsqueda 20 que en la imagen 28 registrada. A través del movimiento de articulación de la cámara 6, indicado por el vector de articulación 30, tiene lugar una borrosidad doble, a saber, a través de la dispersión de los puntos y a través de la articulación. Por lo tanto, durante el re-cálculo hay que tener en cuenta ambos factores. Por lo tanto, para el re-cálculo se utiliza el núcleo de convolución de la función de dispersión de los puntos y de la borrosidad de los puntos a través del movimiento de articulación. La imagen de búsqueda 20 se calcula a través de convolución inversa con el núcleo de convolución. En forma sencilla, el núcleo de convolución se puede indicar como núcleo de desenfoque como

$$K(\vec{x}, \vec{y}) = \frac{1}{t} \int \sigma(\vec{s}(\tau) + \vec{x} - \vec{y}) d\tau$$

K: núcleo de desenfoque,

t: tiempo

$\sigma = \sigma(\vec{x})$: función de dispersión de los puntos

x, y: coordenadas de la articulación en el instante t_0 , es decir, al comienzo del vector de articulación 30 o bien al comienzo de la integración,

5 s = s(t): movimiento de escaneo de acuerdo con el vector de articulación 30.

Si la función de dispersión de los puntos es uniforme sobre todo el campo de visión bidimensional 22, como es el caso, por ejemplo, aquí a través del campo de visión 22 relativamente pequeño de la cámara 6, entonces se puede utilizar para el re-cálculo el filtro de Wiener. Una aplicación del filtro de Wiener es la llamada desconvolución de Wiener, con la que se puede tener en cuenta un ruido de la imagen en el despliegue. En el caso de reconocimiento especialmente de un objeto 4 sólo débilmente iluminado, el ruido de la imagen en el fondo del objeto 4 juega un papel importante. El objeto 4 se eleva en su signatura sólo un poco desde el fondo de la imagen, cuyo ruido cubre en gran medida el objeto 4 en la imagen 28 registrada. Con el filtro de Wiener se puede reducir la influencia el ruido en el espacio de frecuencia durante el despliegue, de manera que su aplicación es ventajosa en el caso de una relación de señal-ruido mala. En el filtro de Wiener o bien en la desconvolución de Wiener, se puede incluir la densidad espectral media de la potencia del ruido en función de la frecuencia en el espacio de frecuencia. Durante el re-cálculo se pueden incluir y re-calcular, además de la función de dispersión de los puntos y el vector de articulación 30, como tercer factor el ruido. De esta manera, se puede mejorar más la calidad de la imagen del objeto 4 en la imagen de búsqueda.

Un ruido en la imagen puede tener varias causas. La causa ponderada la mayoría de las veces será, en general, el ruido de fondo, es decir, el ruido de la radiación real de fondo en el entorno del objeto 4. Este ruido de fondo 36 se representa simbólicamente en la figura 1. En un primer escaneo del espacio de búsqueda 24 se determina a partir de las imágenes 28 registradas el ruido de fondo en función del lugar sobre una secuencia de imágenes 28 registradas, en el ejemplo de realización mostrado de la figura 1 sobre la superficie de una pluralidad de imágenes de búsqueda 20, en donde para mayor claridad en la figura 1 se ha prescindido de una cobertura de las imágenes de búsqueda 20 y sólo se representa una secuencia de tres imágenes de búsqueda 20 como espacio de cálculo del ruido de fondo dependiente del lugar. Igualmente sería posible un espacio de cálculo de $m \times n$ imágenes de búsqueda 20 o bien imágenes 28 registradas, en el caso mostrado 3×4 imágenes 20, 28. Este ruido de fondo 36 se puede tener en cuenta en el escaneo siguiente de la misma zona de cálculo como parámetro en el re-cálculo, por ejemplo, por medio de desconvolución de Wiener, de modo que aparece allí visible un objeto 4 eventualmente visible.

Otra variable que no debe omitirse en el ruido representa el ruido 38 del detector 10. También el ruido 38 del detector se puede calcular en imágenes precedentes y se puede utilizar como parámetro en el re-cálculo, de manera que el factor de interferencia a través del ruido 38 del detector se reduce durante el re-cálculo de las imágenes 28 registradas en las imágenes de búsqueda 20. Puesto que también la electrónica de lectura 12 puede provocar un ruido de lectura 40, es ventajoso utilizar también el ruido de lectura 40 como parámetro en el re-cálculo. Lo mismo se puede aplicar también para una interferencia causada por la óptica 8 a través de un ruido de la óptica 42, de manera que también su consideración en el re-cálculo es ventajosa.

En una aplicación posible de la invención, el dispositivo 2 es parte de una cabeza de búsqueda de un misil 44. La cabeza de búsqueda comprende la óptica 8 pivotable con relación a un revestimiento exterior del misil 44, con la que se puede escanear el espacio de búsqueda 24 antes del arranque del misil 44 imagen por imagen. Si se reconoce el objeto 4 en el espacio de búsqueda 24, se puede marcar éste o bien su posición en el espacio de búsqueda 24, en una imagen de búsqueda 20 y/o en un tapiz de la imagen y de esta manera se puede detectar como blanco. El misil 44 se puede arrancar a continuación y vuela automáticamente sobre el blanco o bien el objeto 4.

Lista de signos de referencia

	2	Dispositivo
50	4	Objeto
	6	Cámara
	8	Óptica
	10	Detector
	12	Electrónica de lectura
55	14	Unidad de procesamiento de imágenes
	16	Accionamiento
	18	Unidad de detección de la articulación
	20	Imagen de búsqueda
	22	Campo de la imagen
60	24	Espacio de búsqueda
	26	Dirección de articulación
	28	Imagen registrada
	30	Vector de articulación

	32	Imagen de puntos
	34	Dispersión de los puntos
	36	Ruido de fondo
	38	Ruido del detector
5	40	Ruido de lectura
	42	Ruido óptico
	44	Misil
	t_i	Instante
	Δ_{xi}	Trayecto
10	T_i	Tiempo de integración
	T_T	Tiempo muerto
	X	Longitud de la imagen

REIVINDICACIONES

1. Método para controlar un misil (44), en el que se reconoce un objeto (4) en una imagen de búsqueda (20), en donde

- 5 a) el objeto (4) y el entorno alrededor del objeto (4) son registrados por medio de una óptica (8), pivotable por medio de un accionamiento (16), de una cámara (6), que es componente de una cabeza de búsqueda del misil (44) o de un aparato de arranque del misil (44),
b) un espacio de búsqueda (24) se cubre totalmente con una secuencia de imágenes (28) registradas inmediatamente en sucesión, que son registradas durante una articulación continuada de la óptica (8), de
10 tal manera que la óptica (8) se pivota durante la integración de cada imagen (28) registrada en el entorno,
c) la imágenes de búsqueda (20) son re-calculadas a partir de las imágenes (28) registradas por una unidad de procesamiento de imágenes (14) utilizando la función de dispersión de los puntos y utilizando el movimiento de articulación de la óptica (8) detectado por una unidad de detección de la articulación (18) y las imágenes de búsqueda (20) son investigadas para el objeto (4) y en el caso de reconocimiento del
15 objeto (4), éste es marcado en la imagen de búsqueda (20) correspondiente como blanco del misil (44).

2. Método según la reivindicación 1, en donde para el re-cálculo se utiliza el núcleo de convolución de la función de dispersión de los puntos y de la borrosidad de los puntos a través del movimiento de articulación y se calcula la imagen de búsqueda (20) a través de convolución inversa con el núcleo de convolución.

3. Método según la reivindicación 1 o 2, en donde el movimiento de articulación durante la integración de la imagen (28) registrada es al menos 10 % y como máximo 50 % del diámetro de la imagen en la dirección de articulación (26).

4. Método según una de las reivindicaciones anteriores, en donde en el re-cálculo se utiliza el filtro de Wiener.

5. Método según una de las reivindicaciones anteriores, en donde se utiliza un ruido (42) provocado por la óptica (8) en el espacio de frecuencia como parámetro en el re-cálculo.

6. Método según una de las reivindicaciones anteriores, en donde se utiliza un ruido de lectura (40) provocado por la electrónica de lectura (12) de la cámara (6) como parámetro en el re-cálculo.

7. Método según una de las reivindicaciones anteriores, en donde se utiliza un ruido del detector (38) de la cámara (6) como parámetro en el re-cálculo.

8. Método según una de las reivindicaciones anteriores, en donde se utiliza un ruido de fondo (36) del entorno, calculado a partir de una toma anterior de la imagen como parámetro en el re-cálculo.

9. Método según la reivindicación 8, en donde el ruido de fondo (36) se calcula en función del lugar sobre una secuencia de imágenes (28) registradas.

10. Dispositivo (2) para el reconocimiento y marcación de un objeto (4) en una imagen de búsqueda (20) para el control de un misil (44) con

- a) una cámara (6), que es componente de una cabeza de búsqueda del misil (44) o de un aparato de arranque del misil (44), que presenta una óptica (8), un detector (10) y un accionamiento (16) para la articulación continuada de la óptica (8) en un entorno para la cobertura completa de un espacio de búsqueda (24) con una secuencia de imágenes (28) registradas inmediatamente en sucesión, de tal manera que la óptica (8) es articulada durante la integración de cada imagen (28) registrada en el entorno,
b) una unidad de detección de la articulación (18) y
50 c) una unidad de procesamiento de imágenes (14), que está preparada para controlar un registro de una imagen (28) registrada durante la articulación accionada de la óptica (8) y para detectar por medio de la unidad de detección de la articulación (18) la articulación durante el registro de la imagen (28) registrada y que está preparada para re-calcular una imagen de búsqueda (20) a partir de la imagen (28) registrada utilizando la función de dispersión de los puntos y utilizando el movimiento de articulación de la óptica (8) detectado por la unidad de detección de la articulación (18) y para buscar la imagen de búsqueda (20) en el
55 objeto (4) y cuando se reconoce el objeto (4), para marcarlo en la imagen de búsqueda (20) como blanco del misil (44).

FIG 1

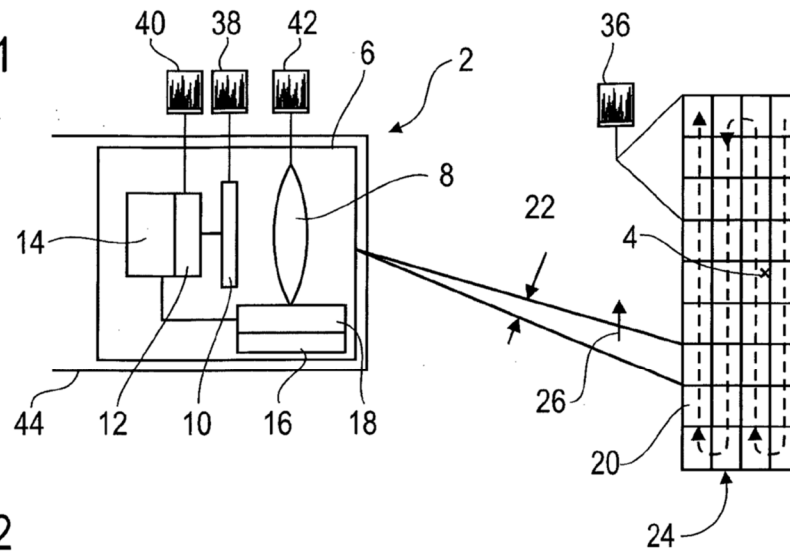


FIG 2

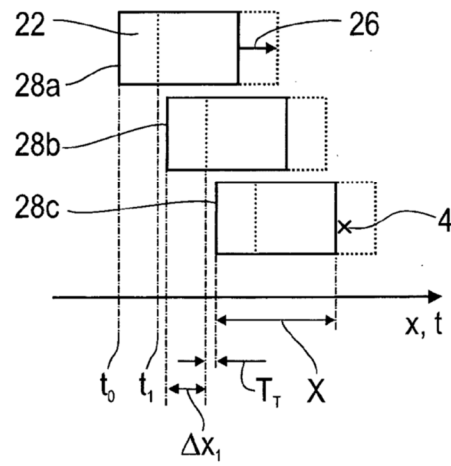


FIG 3

