



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 325 582**

51 Int. Cl.:  
**G02B 27/58** (2006.01)  
**G06T 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04292895 .2**  
96 Fecha de presentación : **06.12.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1544667**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.06.2005**

54 Título: **Completamiento frecuencial de imágenes adquiridas por un dispositivo de adquisición con síntesis de apertura óptica atenuada, mediante combinación de imágenes frecuencialmente complementarias.**

30 Prioridad: **15.12.2003 FR 03 14753**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**09.09.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**09.09.2009**

73 Titular/es: **THALES**  
**45, rue de Villiers**  
**92200 Neuilly sur Seine, FR**

72 Inventor/es: **Blanc, Philippe**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 325 582 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

Completamiento frecuencial de imágenes adquiridas por un dispositivo de adquisición con síntesis de apertura óptica atenuada, mediante combinación de imágenes frecuencialmente complementarias.

La invención se refiere al ámbito de la adquisición de imágenes, y más precisamente a la adquisición de imágenes con la ayuda de un dispositivo de adquisición con síntesis de apertura óptica.

Como lo conoce el experto en la materia, la adquisición de ciertas imágenes puede necesitar la utilización de instrumentos de observación de grandes, incluso muy grandes, diámetros, o la utilización de interferómetros productores de imagen. En este último caso, el instrumento de observación constituye lo que se denomina un dispositivo de adquisición con síntesis de apertura óptica, cuya pupila está compuesta por varias subpupilas recogiendo cada una una parte del frente de onda incidente; recombiniéndose este último de forma coherente de modo que el dispositivo de adquisición proporcione imágenes cuya resolución espacial dependa a la vez de los diámetros de los telescopios y de su espaciamiento.

Se recuerda aquí que la resolución espacial de un instrumento óptico de observación fuera de consideración de la detección, guarda relación con su frecuencia de interrupción óptica, definida por la frecuencia espacial más alta que percibe, en el sentido de Fourier.

Cuando se trata de obtener una resolución espacial elevada pero cuando el número de telescopios, las dimensiones de los telescopios y su espaciamiento están limitados, se define inevitablemente un dispositivo de adquisición con síntesis de apertura óptica de tipo "atenuado", es decir cuya función de transferencia de modulación (o FTM) presenta una o varias zonas de anulación de frecuencias espaciales ( $Z_1$ ,  $Z_2$ ) ante su frecuencia espacial de interrupción, como se ha ilustrado por una interrupción de la FTM representada en la figura 1.

Se entiende aquí por "zona de anulación de frecuencias espaciales", tanto una zona en la cual la FTM presenta un valor nulo o casi nulo, como una zona en la cual la FTM presenta un valor bajo teniendo en cuenta el ruido de medición.

Se recuerda aquí que la FTM de un instrumento de observación puede definirse como el módulo de la transformada de Fourier de su respuesta impulsional. Por otro lado, se recuerda que, para una resolución espacial dada, la calidad de una imagen solo puede ser óptima cuando la FTM del instrumento de observación que adquiere la imagen no comprende zona de anulación de frecuencias espaciales. En otras palabras, para una misma frecuencia de interrupción óptica, cuanto más comprenda una FTM frecuencias espaciales faltantes menos buena será la calidad de imagen asociada.

Para obtener una FTM sin zona de anulación hasta la frecuencia espacial de interrupción con la ayuda de un dispositivo de adquisición con síntesis de apertura óptica, el espaciamiento dos a dos entre sus subpupilas de entrada debe ser inferior a la suma de los radios de las indicadas subpupilas de entrada. En otras palabras, la obtención de una FTM sin zona de anulación impone la utilización de una pupila compuesta compacta. Ahora bien, eso degrada la relación voluminosidad/resolución espacial, y por consiguiente limita el interés de la interferometría en términos de adquisición de imágenes de resolución elevada, particularmente en el caso de observaciones espaciales dirigidas hacia el espacio como hacia la tierra.

La invención tiene por consiguiente por objeto mejorar la situación en el caso de una adquisición de imágenes con la ayuda de un dispositivo de adquisición con síntesis de apertura óptica.

La invención propone a este respecto una instalación de adquisición de imágenes que comprende:

- al menos un primer dispositivo de adquisición con síntesis de apertura óptica, con resolución espacial seleccionada y que comprende una función de transferencia de modulación (FTM) que presenta una o varias zonas de anulación de frecuencias espaciales y capaz de proporcionar primeros datos de imagen representativos de una zona de observación, según frecuencias espaciales fuera de las zonas de anulación,
- al menos una fuente que proporciona segundos datos de imagen cuya resolución espacial es inferior a la del primer dispositivo y que son representativos sustancialmente de la zona de observación, según frecuencias espaciales que pertenecen al menos a una parte al menos de una al menos de las zonas,
- medios de tratamiento encargados de combinar los primeros y segundos datos de imagen con el fin de proporcionar una imagen de la zona de observación completada en componentes de frecuencias espaciales.

En otras palabras, la invención propone enriquecer (o completar al menos parcialmente) con componentes de frecuencias espaciales, la imagen de una zona proporcionada por un primer dispositivo de adquisición con síntesis de apertura óptica, del tipo atenuado, con la ayuda de frecuencias espaciales complementarias contenidas en una imagen, sustancialmente de esta misma zona, proporcionada por una fuente que puede ser por ejemplo una base de datos de imágenes preexistentes o un segundo dispositivo de adquisición de imágenes.

## ES 2 325 582 T3

De preferencia, la fuente proporciona segundos datos de imagen según frecuencias espaciales que abarcan al menos cada zona de anulación con el fin de que los medios de tratamiento proporcionen una imagen de la zona de observación completa en términos de frecuencias espaciales.

5 La instalación según la invención puede comprender otras características que podrán ser tomadas por separado o en combinación, y particularmente:

- 10 - los medios de tratamiento pueden estar encargados de filtrar por descircunvolución los primeros y/o segundos datos de imagen y combinarlos, teniendo en cuenta sus niveles de FTM y/o sus niveles de ruido. Es importante apreciar que la descircunvolución puede ser realizada antes de la combinación o bien después,
- 15 - los medios de tratamiento pueden estar encargados de extraer primeros y/o segundos datos de imagen los que corresponden a una base de resolución espacial, con el fin de hacer corresponder geoméricamente las imágenes asociadas antes de proceder al filtrado y/o a la combinación,
- 20 - el segundo dispositivo de adquisición de imágenes presenta por ejemplo una resolución espacial menos fina que la del primer dispositivo de adquisición de imágenes,
- 25 - el segundo dispositivo de adquisición de imágenes puede ser, por ejemplo, de tipo multiespectral,
- 30 - el primer dispositivo de adquisición de imágenes puede ser, por ejemplo, de tipo pancromático,
- 35 - el primer dispositivo de adquisición de imágenes puede comprender al menos dos telescopios que definen cada uno una subpupila de entrada,
- 40 - los primero y segundo dispositivos de adquisición de imágenes pueden implantarse sustancialmente en un mismo lugar, como por ejemplo en una misma plataforma espacial, como por ejemplo un satélite de observación,
- 45 - en variante, los primero y segundo dispositivos de adquisición pueden implantarse en ingenios espaciales diferentes comunicándose los dos con los medios de tratamiento,
- 50 - los medios de tratamiento pueden instalarse en un ingenio espacial o bien en una estación terrestre (en este caso se comunican por vía de ondas con cada ingenio espacial de observación).

Otras características y ventajas de la invención aparecerán en el examen de la descripción detallada dada a continuación, y de los dibujos adjuntos, en los cuales:

- 40 - la figura 1 ilustra de forma esquemática una interrupción de una función de transferencia de modulación (FTM), que presenta dos zonas de anulación de frecuencias espaciales (Z1, Z2, en función de la frecuencia espacial,
- 45 - la figura 2 ilustra de forma esquemática un ejemplo de realización de una instalación de adquisición de imágenes según la invención,
- 50 - la figura 3 ilustra de forma esquemática el mapa bidimensional de las frecuencias espaciales percibidas por el primer dispositivo de adquisición (D1) de la instalación de la figura 2, según un contraste normalizado en uno (1) para la frecuencia nula (las frecuencias espaciales se normalizan por la frecuencia de muestreo de D1, definida como la inversa del paso de muestreo),
- 55 - la figura 4 ilustra de forma esquemática el mapa bidimensional de las frecuencias espaciales (manteniendo la misma normalización que la de la figura 3) percibidas por el segundo dispositivo de adquisición (D2) de la instalación de la figura 2, según un contraste normalizado en uno (1) para la frecuencia nula.

Los dibujos adjuntos podrán no solamente servir para completar la invención, sino también para contribuir a su definición, llegado el caso.

La invención tiene por objeto permitir la adquisición de imágenes de resolución elevada, incluso alta, y de buena calidad a partir de un dispositivo de adquisición con síntesis de apertura óptica de tipo atenuado.

60 Se hace referencia primeramente a la figura 2 para describir un ejemplo de realización de una instalación de adquisición de imágenes 1 que permite realizar la invención.

Una instalación según la invención comprende primeramente al menos un primer dispositivo de adquisición con síntesis de apertura óptica (o SOO) D1 encargado de observar una zona seleccionada con el fin de proporcionar primeros datos de imagen representativos de esta zona. Los primeros datos de imagen son preferentemente datos de imagen en luminancia cuya transformada de Fourier presenta, como se verá más adelante, componentes frecuenciales nulas antes de la frecuencia de interrupción del primer dispositivo de adquisición D1. Comprende aquí cuatro telescopios, materializados por sus pupilas de entrada P1 a P4 y por las obturaciones centrales O asociadas. Bien entendido, el

número de telescopios del primer dispositivo D1 puede ser diferente de cuatro. En efecto, basta con que sea superior o igual a dos.

5 Estos cuatro telescopios, muy precisamente posicionados, constituyen la pupila compuesta del interferómetro productor de imagen.

10 Por otro lado, el primer dispositivo de adquisición D1 es del tipo llamado atenuado. Presenta una función de transferencia de modulación (ó FTM) que comprende por ejemplo, como se ha ilustrado en la figura 3, cuatro zonas de anulación de frecuencias espaciales Z antes de su frecuencia espacial de interrupción. La figura 3 ilustra más precisamente el mapa bidimensional (2D) de las frecuencias espaciales, percibidas por el primer dispositivo de adquisición D1, normalizadas por su frecuencia de muestreo (inverso del paso de muestreo), aquí elegida igual a dos veces la frecuencia de interrupción óptica del primer dispositivo D1. Para las frecuencias espaciales percibidas, la figura 3 re-  
15 presenta una decena de curvas de niveles de la FTM, medición del contraste, normalizado en uno (1) para la frecuencia nula, con el cual el primer dispositivo D1 percibe las frecuencias espaciales. La banda situada en la parte derecha de la figura 3 representa la escala del contraste normalizado.

20 El primer dispositivo de adquisición D1 proporciona por ejemplo imágenes de alta resolución espacial, según un paso de muestreo de dos metros. Por consiguiente, percibe elevadas frecuencias espaciales. Percibe igualmente frecuencias espaciales bajas. Aquí las zonas de anulación Z están situadas en frecuencias espaciales intermedias comprendidas entre las altas y bajas frecuencias espaciales.

25 Como se ha indicado en la parte introductiva, debido a estas zonas de anulación Z, las imágenes proporcionadas por el primer dispositivo D1 no comprenden todas las componentes de frecuencias espaciales inferiores a su frecuencia de interrupción. Por consiguiente, estas imágenes son desde luego de alta resolución, pero su calidad no es buena.

30 Para remediar este principal inconveniente, la instalación I según la invención comprende, como complemento al primer dispositivo D1, al menos una fuente que proporciona segundos datos de imagen cuya resolución espacial es inferior a la del primer dispositivo de adquisición D1 y que son representativos sustancialmente de la zona que observa el indicado primer dispositivo de adquisición D1. Estos segundos datos de imágenes son preferentemente del mismo tipo que los primeros datos de imagen, es decir de los datos de imagen en luminancia. Además, estos segundos datos de imagen corresponden a frecuencias espaciales que pertenecen al menos a una parte al menos de una al menos de las zonas de anulación Z de la FTM del primer dispositivo de adquisición D1.

35 Esta fuente puede ser una base de datos de imágenes pre-existentes. Pero, como se ha ilustrado en la figura 2 la misma puede igualmente presentarse en forma de un segundo dispositivo de adquisición de imágenes D2 que presenta una resolución espacial inferior a la del primer dispositivo de adquisición D1. Dicho segundo dispositivo D2 está por ejemplo constituido por un solo telescopio, materializado por su pupila de entrada P' y la obturación O' asociada.

40 El segundo dispositivo de adquisición D2 proporciona por ejemplo imágenes de resolución espacial degradada con relación al primer dispositivo de adquisición D1, aquí por un factor dos. Debido a su configuración, su FTM no presenta zona de anulación de frecuencias espaciales. Es sin embargo importante apreciar que la FTM del segundo dispositivo de adquisición D2 podría presentar una o varias zonas de anulación de frecuencias espaciales, una vez que las mismas difieren al menos en parte de la del primer dispositivo de adquisición D1. En otras palabras, el segundo dispositivo de adquisición D2 puede ser igualmente con síntesis de apertura óptica atenuada.

45 Preferentemente y como se ha ilustrado en la figura 4, la FTM del segundo dispositivo de adquisición D2 no presenta zona de anulación de frecuencias espaciales y abarca completamente las zonas de anulación de la FTM del primer dispositivo de adquisición D1. La figura 4 ilustra más precisamente el mapa bidimensional (2D) de las frecuencias espaciales percibidas por el segundo dispositivo de adquisición D2 e indica, para estas últimas, el contraste correspondiente (i.e la FTM) normalizado en uno (1) para la frecuencia nula. La banda situada en la parte derecha de la figura 4 representa la escala del contraste normalizado.

50 Es aún más preferible, igualmente como se ha ilustrado en la figura 4, que el segundo dispositivo de adquisición D2 perciba lo más posible frecuencias espaciales en común con el dispositivo de adquisición D1, de este lado de las zonas de anulación Z, es decir, aquí, hacia las bajas frecuencias espaciales.

55 El primer dispositivo de adquisición D1 y el segundo dispositivo de adquisición D2 son, en el ejemplo ilustrado en la figura 2, reagrupados en el seno de una misma plataforma. Esta plataforma está por ejemplo instalada en un ingenio espacial, como por ejemplo un satélite de observación o una estación espacial en órbita alrededor de la tierra (o de cualquier otro astro) y encargado de observar la tierra o bien el espacio.

60 En este caso, los primero D1 y segundo D2 dispositivos de adquisición pueden bastante fácilmente adquirir el mismo campo, pero siguiendo resoluciones espaciales y sensibilidades espectrales diferentes (ámbito de longitudes de onda de observación). Por ejemplo, el primer dispositivo de adquisición D1 adquiere el "paisaje" en la modalidad pancromática, mientras que el segundo dispositivo de adquisición D2 adquiere este mismo paisaje en la modalidad multiespectral y con una resolución espacial menos buena. Idealmente, la definición de los patrones espectrales del segundo dispositivo de adquisición D2 es tal que su suma (o la de un subconjunto), eventualmente ponderada, es exactamente igual al patrón espectral del primer dispositivo de adquisición D1. Se recuerda aquí que la luminancia

## ES 2 325 582 T3

percibida por un sensor es la resultante de la integración de la luminancia espectral (función de la longitud de onda) ponderada por la sensibilidad espectral (patrón espectral) del instrumento de adquisición.

5 Pero, los primero D1 y segundo D2 dispositivos de adquisición podrían ser instalados en ingenios espaciales diferentes en cuanto que observan sustancialmente la misma zona.

En este caso, el segundo dispositivo de adquisición D2 es por ejemplo un instrumento de observación de campo amplio que permite una observación (o vigilancia) global de una zona extensa de mediana o baja resolución espacial, y transmite al primer dispositivo de adquisición D1, por vía de ondas, el emplazamiento de zonas de interés de campo  
10 claramente más limitado para realizar imágenes con una resolución más importante.

Se puede igualmente considerar que los primero D1 y segundo D2 dispositivos de adquisición estén instalados en una misma estación terrestre o bien en estaciones terrestres diferentes en cuanto observen sustancialmente la misma zona. Por otro lado, cuando la fuente es una base de datos de imágenes de baja o mediana resolución espacial, esta se  
15 implanta preferentemente en una estación terrestre, siendo el primer dispositivo de adquisición D1 entonces instalado bien sea en un ingenio espacial, o en una estación terrestre, eventualmente la misma que aquella donde se encuentra instalada la base de datos.

La instalación según la invención comprende por último un módulo de tratamiento MT encargado de combinar  
20 los primeros y segundos datos de imagen proporcionadas respectivamente por el primer dispositivo de adquisición D1 y la fuente (aquí el segundo dispositivo de adquisición D2), con el fin de proporcionar una imagen de la zona de observación que está enriquecida con componentes de frecuencias espaciales.

En el ejemplo ilustrado en la figura 2, el módulo de tratamiento MT está instalado en el mismo ingenio espacial que los primero D1 y segundo D2 dispositivos de adquisición, a los cuales está por consiguiente conectado físicamente, eventualmente por mediación de equipos electrónicos, eléctricos u ópticos. Pero, el módulo de tratamiento MT  
25 puede separarse de los primero D1 y segundo D2 dispositivos de adquisición. Eso puede incluso mostrarse ventajoso por cuestiones de consumo energético, incluso necesario si las capacidades de tratamiento y de almacenado no son suficientes. En este caso, el módulo de tratamiento MT está instalado en una estación terrestre y recibe primeros y  
30 segundos datos de imagen del ingenio espacial, por vía de ondas.

El módulo de tratamiento MT puede en algunas circunstancias muy favorables no tener que combinar, es decir sumar (o fusionar), las contribuciones frecuenciales (en el sentido de Fourier) de las imágenes proporcionadas por los  
35 primero D1 y segundo D2 dispositivos de adquisición.

Eso necesita sin embargo que las imágenes proporcionadas por los primero D1 y segundo D2 dispositivos de adquisición correspondan sustancialmente a una misma zona, sean coincidentes (o casi coincidentes) y compatibles en términos de ámbitos de longitudes de onda de observación, y se correspondan geoméricamente, es decir que estén  
40 sustancialmente a la misma escala y repuestos geoméricamente.

Para obtener una calidad de imagen óptima, eso necesita igualmente que los FTM de los primero D1 y segundo D2 dispositivos de adquisición sean complementarios y sin recubrimiento de su soporte, y que los niveles de ruido de las imágenes proporcionadas por los primero D1 y segundo D2 dispositivos de adquisición sean comparables.

45 En efecto, las imágenes contienen siempre informaciones de bajas frecuencias que cuando se combinan producen una ligera degradación de la calidad de imagen. Por consiguiente, una simple suma de las contribuciones frecuenciales de las imágenes proporcionadas por los primero D1 y segundo D2 dispositivos de adquisición conduce desde luego a una mejora de la calidad de imagen, pero no a una calidad de imagen óptima.

50 Cuando los niveles de ruido no son comparables y/o cuando los FTM no son exactamente complementarios, el módulo de tratamiento MT debe por consiguiente realizar un filtrado. Los niveles de ruido y los niveles de FTM son habitualmente conocidos. Este filtrado consiste más precisamente en desenrollar los primeros y/o segundos datos de imagen teniendo en cuenta sus niveles de FTM y/o de sus niveles de ruido respectivos.

55 Cuando las dos imágenes han sido tratadas para corresponder sustancialmente al mismo ámbito de longitudes de onda de observación y corregidas geoméricamente (recaladas entre si y puestas a escala más fina), se puede definir las por dos funciones (indicadas  $m_1$  y  $m_2$ ) que corresponden a la circunvolución de la luminancia procedente de la zona de observación o por su respuesta impulsional (respectivamente  $h_1$  y  $h_2$ ) a la cual se añade un ruido de medición (respectivamente  $b_1$  y  $b_2$ , supuestos independientes entre si):  
60

$$m_1 = h_1 * o + b_1$$

$$m_2 = h_2 * o + b_2$$

65 El operador \* designa aquí la circunvolución.

La descircunvolución trata de estimar el objeto o a partir de las observaciones conjuntas  $m_1$  y  $m_2$ .

## ES 2 325 582 T3

Se determinan entonces los filtros de descircunvolución  $g_1$  y  $g_2$  tales como el estimador  $\hat{o}$  compuesto por la suma de las dos imágenes convolucionadas respectivamente por  $g_1$  y  $g_2$  o sea lo más próximo posible de  $o$ . Seleccionar el criterio digital que permita definir el grado de error entre  $\hat{o}$  y  $o$  conduce a métodos de descircunvolución diferentes.

5 Se elige por ejemplo como medición del error entre  $\hat{o}$  y  $o$  el error cuadrático medio.  $g_1$  y  $g_2$  son por consiguiente tales que  $E(\|\hat{o} - o\|^2)$  es mínimo.

E designa aquí la esperanza matemática, y  $\|u\|$  designa la norma euclidiana de la imagen  $u$ .

10 Eso viene a determinar el filtro de Wiener de dos componentes que corresponde a las dos FTM complementarias. El filtro de Wiener es el método de filtrado lineal inverso óptimo en el sentido del error cuadrático medio. Un filtro de este tipo se describe particularmente en el documento "Signal Analysis", McGraw-Hill International Editions, Electrical & Electronical Engineering Series, Singapur, Malasia, ISBN 0-07-048460-0, 431 pp., Papoulis A., 1987.

15 Cuando las imágenes de una misma zona son coincidentes y coherentes con relación al ámbito de las longitudes de onda de observación, pero que no están a la misma escala, el módulo de tratamiento MT debe realizar una puesta en correspondencia geométrica antes de proceder a la combinación de sus componentes de frecuencias espaciales. Más precisamente, debido a las diferencias de resolución espacial entre los primero D1 y segundo D2 dispositivos de adquisición, la imagen bruta IM2B proporcionada por el segundo dispositivo de adquisición D2 debe ser al menos  
20 ampliada ("Zoom"), con el fin de estar a la misma escala que la imagen bruta IM1B proporcionada por el primer dispositivo de adquisición D1. Además, en el caso general, las características geométricas del toma vistas son *a priori* diferentes para los dispositivos D1 y D2 (implantación de los detectores diferentes, diferencias de ángulo de mira, etc.). Estas diferencias inducen deformaciones geométricas que se añaden al efecto de escala que es preciso corregir antes de proceder a la combinación.

25 Por ejemplo, la operación de puesta en correspondencia consiste en extraer de las dos imágenes sus bajas frecuencias espaciales con el fin de compararlas y en deducir la ley de escalas y eventualmente de deformación a aplicar a una para que corresponda con la otra.

30 Es importante apreciar que el módulo de tratamiento MT debe realizar la puesta en correspondencia geométrica de las imágenes, proporcionadas por los primero D1 y segundo D2 dispositivos de adquisición, antes de proceder al filtrado (o descircunvolución). Resulta igualmente importante apreciar que el módulo de tratamiento MT puede realizar una puesta en correspondencia geométrica seguida del filtrado, sin proceder a la descircunvolución si esta no es necesaria. Por otro lado, el módulo de tratamiento MT puede realizar una descircunvolución seguida del filtrado,  
35 sin proceder a la puesta en correspondencia geométrica si esta no es necesaria. Por último, como se ha indicado anteriormente, cuando las condiciones son óptimas el módulo de tratamiento MT puede solo realizar un filtrado.

Es importante apreciar que la descircunvolución puede ser realizada antes de la combinación o bien después.

40 Una vez las imágenes filtradas, el módulo de tratamiento MT puede proceder a su combinación (o fusión).

Esta combinación consiste en la mayor parte de los casos en realizar la suma de las imágenes filtradas, particularmente cuando una descircunvolución ha sido previamente realizada.

45 Pero, en algunas circunstancias, la combinación de imágenes puede ser más compleja. Es particularmente el caso cuando las imágenes no pueden ser exactamente consideradas como procedentes de un mismo paisaje (coherencias temporal, espacial y espectral). En esta situación, la combinación de imágenes no consiste en una simple fusión, tal como se ha descrito antes. La misma requiere lo que el experto en la materia llama una restauración. Esta consiste en encontrar la información a partir de conocimientos *a priori* (por ejemplo modelos físicos), mediciones físicas  
50 disponibles, incluso parciales, bajo la obligación de observar criterios matemáticos sobre la imagen (en general basados en consideraciones de regularidad y positividad de las imágenes). Por ejemplo, el módulo de tratamiento MT utiliza las imágenes procedentes de la fuente (D2) como informaciones *a priori* que alimentan un algoritmo de reconstrucción de las componentes frecuenciales que faltan en las imágenes proporcionadas por el primer dispositivo de adquisición D1.

55 El resultado de la fusión de las imágenes filtradas IM1F e IM2F proporciona una imagen final IMF (proporcionada por el módulo de tratamiento MT) cuya calidad de imagen se ha mejorado muy claramente debido a la puesta en práctica de la invención.

60 El módulo de tratamiento MT puede ser realizado en forma de circuitos electrónicos, de módulos lógicos (o informáticos), o de una combinación de circuitos y de lógicos.

Gracias a la invención, en adelante es posible obtener imágenes de buena, incluso aún de muy buena, calidad y de resolución espacial elevada, incluso mismo de elevada resolución espacial, utilizando instrumentos de observación de poca voluminosidad y por consiguiente de fuerte "atenuación".

65 La invención no se limita a los modos de realización de la instalación de adquisición de imágenes descritas antes, solamente a título de ejemplo, sino que abarca todas las variantes que podrá considerar el experto en la materia dentro del marco de las reivindicaciones dadas a continuación.

## ES 2 325 582 T3

Así, en lo que antecede se ha descrito una instalación en la cual se combinan imágenes procedentes de dos fuentes de imágenes, de las cuales al menos una fuente está constituida por un dispositivo de adquisición con síntesis de apertura óptica atenuada. Pero, la invención se aplica más generalmente a la combinación de N Imágenes (siendo N superior o igual a 2), procedentes de N fuentes de imágenes diferentes, de las cuales una al menos es un dispositivo de adquisición con síntesis de apertura óptica atenuada.

Por otro lado, en lo que antecede se han descrito zonas de anulación en las cuales la FTM presentaba un valor nulo o casi nulo. Pero, como se ha indicado en la parte introductiva, la invención se aplica igualmente a las situaciones en las cuales la FTM no es idénticamente nula sino lo suficientemente baja habida cuenta del ruido de medición.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Instalación de adquisición de imágenes (I), que comprende al menos un primer dispositivo de adquisición (D1) de síntesis de apertura óptica con resolución espacial seleccionada y que comprende una función de transferencia de modulación que presenta al menos una zona de anulación de frecuencias espaciales y adecuada para proporcionar primeros datos de imagen representativos de una zona de observación, según frecuencias espaciales fuera de la indicada zona, **caracterizada** porque comprende además i) al menos una fuente (D2) de segundos datos de imagen de resolución espacial inferior a la de dicho primer dispositivo (D1) y representativos sustancialmente de la indicada zona de observación, según frecuencias espaciales que pertenecen al menos a una parte al menos de la indicada zona, y ii) medios de tratamiento (MT) dispuestos para combinar los indicados primeros y segundos datos de imagen con el fin de proporcionar una imagen de la indicada zona de observación completada con componentes de frecuencias espaciales.
- 15 2. Instalación según la reivindicación 1, **caracterizada** porque la indicada fuente (D2) proporciona segundos datos de imagen representativos sustancialmente de la indicada zona de observación, según frecuencias espaciales que comprenden al menos las de la indicada zona de anulación de forma que los indicados medios de tratamiento (MT) proporcionen una imagen de la indicada zona de observación completada en términos de frecuencias espaciales.
- 20 3. Instalación según una de las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizada** porque los indicados medios de tratamiento (MT) están dispuestos para filtrar por descircunvolución los indicados primeros y/o segundos datos de imagen y para combinarlos, en función de sus niveles de función de transferencia de modulación y/o de sus niveles de ruido.
- 25 4. Instalación según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada** porque los indicados medios de tratamiento (MT) están dispuestos para extraer de los indicados primeros y/o segundos datos de imágenes los que corresponden a una baja resolución espacial, con el fin de hacer corresponder geoméricamente las imágenes asociadas antes de proceder al indicado filtrado y/o a la indicada combinación.
- 30 5. Instalación según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada** porque la indicada fuente (D2) es una base de datos que comprende los indicados segundos datos de imagen(es).
- 35 6. Instalación según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada** porque la indicada fuente (D2) es un segundo dispositivo de adquisición de imágenes.
- 40 7. Instalación según una de las reivindicaciones 6, **caracterizada** porque el indicado segundo dispositivo de adquisición de imágenes (D2) es de resolución espacial menos fina que el mencionado primer dispositivo de adquisición de imágenes (D1).
- 45 8. Instalación según una de las reivindicaciones 6 y 7, **caracterizada** porque el indicado segundo dispositivo de adquisición de imágenes (D2) es del tipo de espectro múltiple.
- 50 9. Instalación según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada** porque el indicado primer dispositivo de adquisición de imágenes (D1) es del tipo pancromático.
- 55 10. Instalación según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizada** porque el indicado primer dispositivo de adquisición de imágenes (D1) comprende al menos dos telescopios.
- 60 11. Instalación según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizada** porque los indicados primero (D1) y segundo (D2) dispositivos de adquisición de imágenes están instalados sustancialmente en un mismo lugar.
- 65 12. Instalación según la reivindicación 11, **caracterizada** porque los indicados primero (D1) y segundo (D2) dispositivos de adquisición están instalados en un mismo ingenio espacial que se comunica con los indicados medios de tratamiento (MT).
13. Instalación según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada** porque los indicados primero (D1) y segundo (D2) dispositivos de adquisición están instalados en ingenios espaciales diferentes que se comunican con los indicados medios de tratamiento (MT).
14. Instalación según una de las reivindicaciones 12 y 13, **caracterizada** porque los indicados medios de tratamiento (MT) están instalados en uno de los indicados ingenios espaciales.
15. Instalación según una de las reivindicaciones 12 y 13, **caracterizada** porque los indicados medios de tratamiento (MT) están instalados en una estación en tierra dispuesta para comunicarse por vía de ondas con cada ingenio.
16. Instalación según una de las reivindicaciones 12 a 15, **caracterizada** porque cada ingenio espacial es un satélite de observación.

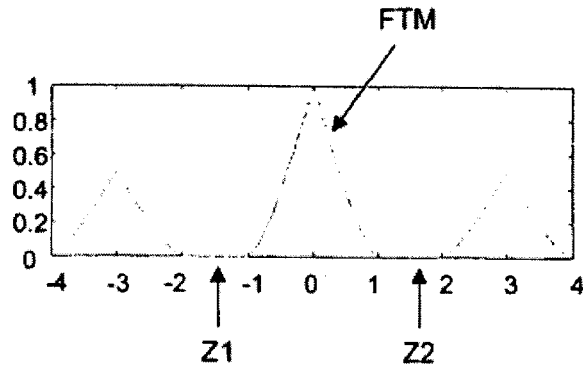


FIG.1

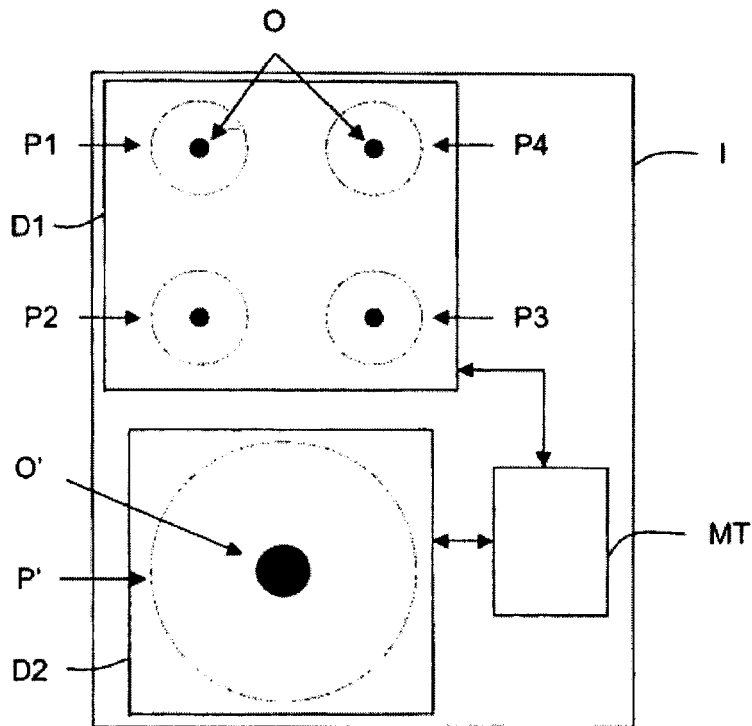


FIG.2

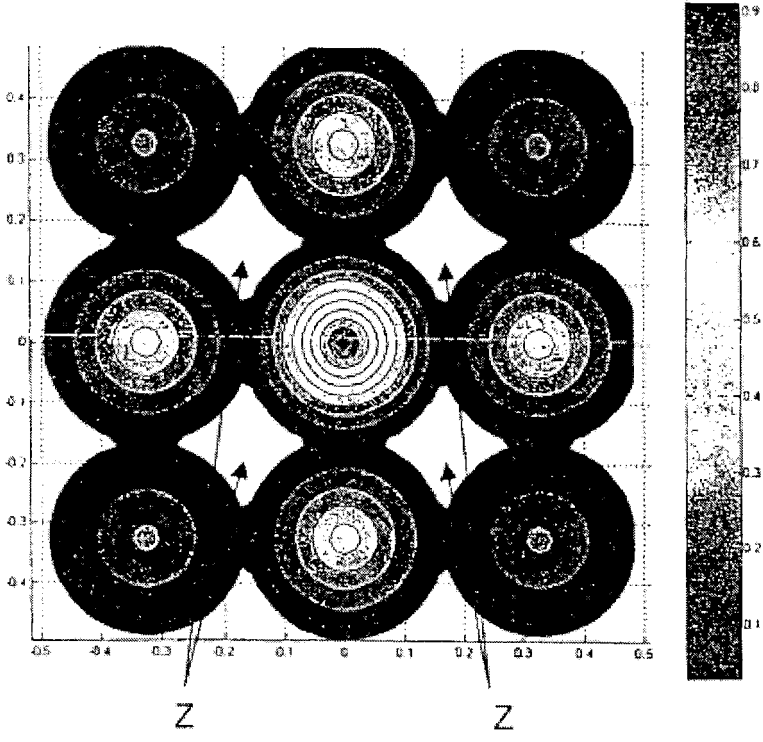


FIG.3

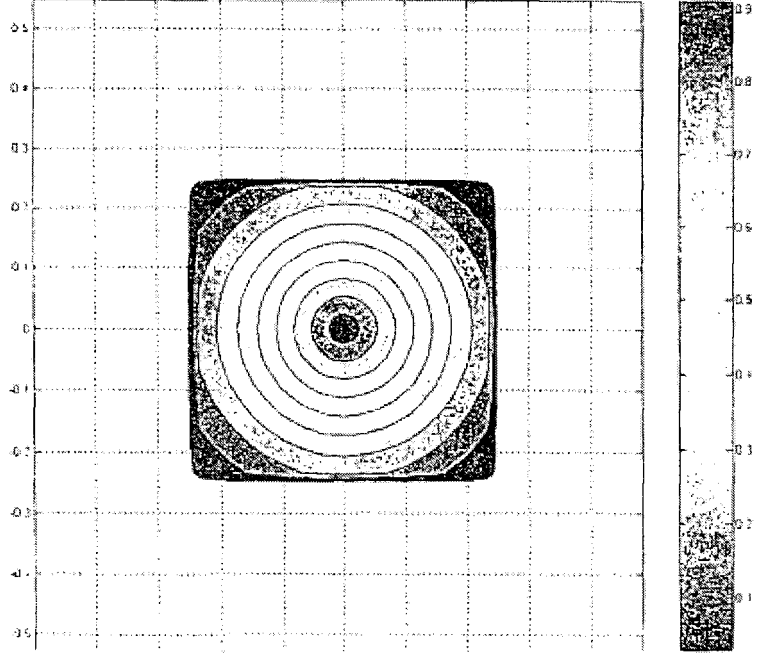


FIG.4