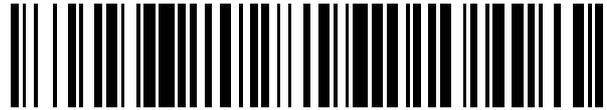


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 609 229**

51 Int. Cl.:

H04N 5/357 (2011.01)

H04N 7/18 (2006.01)

H04N 5/372 (2011.01)

H04N 5/374 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2013** **E 13193194 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016** **EP 2733929**

54 Título: **Procedimiento y sistema de determinación en tiempo real de un número de señales a sumar**

30 Prioridad:

16.11.2012 FR 1203072

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

19.04.2017

73 Titular/es:

THALES (100.0%)
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade Nord
92400 Courbevoie, FR

72 Inventor/es:

PIGOUCHE, OLIVIER;
BLANC, JEAN-FRANÇOIS;
RENARD, CHRISTOPHE y
MUR, JEAN-PHILIPPE

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 609 229 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y sistema de determinación en tiempo real de un número de señales a sumar

La presente invención se refiere al campo de la adquisición de imágenes ópticas. Se aplica en particular a los satélites para los cuales la adquisición de imagen se realiza mediante un sensor óptico constituido por un conjunto de detectores ópticos colocados uno junto a otro y formando una matriz.

Es habitual, en el estado de la técnica, utilizar la expresión píxel para designar la información, representativa de una porción de la imagen, recibida de uno de estos detectores.

En el marco de esta invención se consideran, de manera más particular, los sistemas conocidos con el nombre inglés de "push-broom". En estos sistemas, representados en la figura 1, la imagen 101 adquirida por el sensor 102 desfila en una dirección conocida con una velocidad 103 conocida. Este desfile de la imagen lo provoca, por ejemplo, el desplazamiento del satélite. Cada detector óptico pertenece a una columna que lleva la referencia i y a una línea que lleva la referencia j . Debido al desplazamiento de la imagen, una porción de la imagen la ven sucesivamente los detectores de una misma columna i . Un dispositivo de tratamiento permite sumar, por columna, la información recibida procedente de diferentes líneas y según un tiempo de adición dado. También es habitual en el estado de la técnica hablar de integración para esta suma. Esta funcionalidad también se conoce con el nombre de TDI, acrónimo de "Time Delay Integration" en inglés (tiempo de retardo de integración, en español).

Se conocen unos sistemas de adquisición óptica cuyo sensor utiliza una tecnología de fabricación de tipo CCD, acrónimo de "Charge-Coupled Device" en inglés (dispositivo de carga acoplada, en español). Sin embargo, estos sistemas de adquisición óptica no permiten hacer que varíe el número de líneas que sirven para efectuar la suma en función de la localización de la columna en la matriz que tiene una funcionalidad TDI. Además, los sistemas de adquisición óptica que utilizan esta tecnología de fabricación no permiten tener en cuenta de forma precisa las variaciones y distorsiones presentes en particular en las lentes colocadas delante del sensor óptico. En efecto, con esta tecnología el número de líneas sumadas es idéntico para todas las columnas de la matriz que tienen una funcionalidad TDI y no tiene en cuenta las variaciones de calidad de imagen en la longitud de los detectores.

También se conocen unos sistemas de adquisición óptica cuyo sensor utiliza la tecnología de fabricación de tipo CMOS, acrónimo de "Complementary Metal Oxide Semiconductor" en inglés (semiconductor complementario de óxido metálico, en español). Es habitual seleccionar el tiempo de adición con el fin de maximizar la calidad de la imagen adquirida. En el caso de que la información recibida del detector de la primera línea no sea representativa de la información recibida de los demás detectores de la imagen, la determinación no es por tanto buena para el resto de la imagen. También es habitual determinar el tiempo de suma con el fin de maximizar una función constituida por el par formado por la función de transferencia de modulación conocida también con el acrónimo de FTM y de la relación señal/ruido o SNR, por *Signal to Noise Ratio* en inglés, para un valor de luminancia de referencia dado. La función de transferencia de modulación o FTM califica la claridad de la imagen, y la relación señal/ruido califica el ruido de la imagen. Sin embargo, como esta determinación se realiza en fábrica a partir del detector del sistema de adquisición óptica que corresponde a la calidad de imagen media o mínima en el detector, la transmisión de la óptica por lo tanto el SNR así como su FTM varían a lo largo del detector. Esta determinación no permite adaptarse a las variaciones de las condiciones de recepción.

Además, el documento US 2003/0193589 A1 da a conocer un sensor de imagen de tipo "time delay integration" y da a conocer cómo optimizar los parámetros ligados a un sensor de este tipo.

La invención pretende, por lo tanto, proponer un procedimiento alternativo para la determinación del tiempo de adición asociado a un detector.

Con esta finalidad, la invención tiene por objeto un procedimiento según la reivindicación 1.

El procedimiento consta de una etapa de determinación de un valor representativo de una función de transferencia de modulación y de una relación señal/ruido o SNR de la porción de imagen, a partir de una localización de uno de los detectores y de una señal representativa de una porción de imagen obtenida de dichos detectores. Este valor representativo depende del número. El procedimiento consta también de una etapa de búsqueda del número y del tiempo que maximiza el valor representativo.

Por lo tanto, el procedimiento permite obtener un valor del número de sumas que permiten llegar a un equilibrio entre la claridad de la imagen y la relación señal/ruido final de la imagen.

De manera ventajosa, el valor representativo se obtiene mediante la multiplicación de la función de transferencia de modulación y de la relación señal/ruido asociadas a la imagen.

De manera ventajosa, el procedimiento consta, además, de una etapa de desplazamiento del sensor óptico con respecto a la imagen. El desplazamiento se realiza en un eje cuyo valor absoluto del ángulo entre el eje y una columna del sensor óptico es inferior a un umbral. La etapa de determinación está adaptada para la determinación del valor representativo, además de a partir de la velocidad.

El umbral tiene un valor preferente de 5°.

De manera ventajosa, el procedimiento consta de una etapa de memorización del número y del tiempo asociada a la localización del detector y a un valor representativo de una señal representativa de una porción de imagen obtenida del detector.

5 De manera ventajosa, la etapa de determinación está adaptada para utilizar unos datos procedentes de un Sistema de Control de Actitud y de Órbita y/o procedentes de sensores que difunden unos datos representativos de una distorsión óptica de al menos una lente y/o de al menos un espejo colocados aguas arriba de dicho sensor óptico, de un valor representativo de una función de transferencia de modulación de dicha lente y/o de dicho espejo, del pilotaje de un satélite, a bordo del cual está instalado dicho sensor óptico, y/o del seguimiento de dichas consignas de pilotaje.

De manera ventajosa, la señal representativa de una porción de imagen se obtiene, además, a partir de al menos otro sensor óptico que adquiere dicha señal en otra banda de frecuencia y/o utilizando otra etapa de adquisición.

Esta selección de una banda de frecuencia se realiza mediante un filtro óptico colocado delante del sensor.

La presente invención también tiene por objeto un sistema según la reivindicación 7.

15 Se entenderá mejor la invención y se mostrarán mejor otras ventajas con la lectura de la descripción detallada de las formas de realización dadas a título de ejemplo en las siguientes figuras:

- la figura 1 presenta un sistema de adquisición óptica;
- la figura 2 presenta el procedimiento según un primer aspecto de la invención;
- la figura 3 presenta el procedimiento según un segundo aspecto de la invención;
- 20 la figura 4 presenta el inicio de una columna de un detector CMOS.

El procedimiento, tal como se presenta en la figura 1, permite por lo tanto determinar un parámetro $K_t(i)$ que depende del número de sumas, según la columna i del sensor que tiene una funcionalidad TDI, del tiempo de muestreo y del tiempo de integración de la escena en las $N(i) - N_0$ píxeles físicos de la columna i de la matriz que tiene una funcionalidad TDI. N_0 es el número de primeras líneas que sirven para tener una evaluación de la señal de la porción de imagen observada. El tiempo de muestreo se obtiene mediante la división del intervalo en la dirección de las columnas por la velocidad de avance de la escena. El procedimiento también permite determinar un parámetro $N(i)$ que representa el número de líneas utilizadas para hacer la suma según la columna i del sensor. En efecto, para una zona de la escena que corresponde a la superficie de un píxel que avanza en la columna i de la matriz que tiene una funcionalidad TDI, la iluminación recibida se supone que es idéntica en esta columna pero que varía en el campo. $K_t(i)$ se define de manera más precisa como la relación entre el tiempo de integración T_{int} asociado a una columna i y el tiempo de muestreo T_e para el detector de la columna i del sensor.

La elección de estos dos parámetros $K_t(i)$ y $N(i)$ se realiza para maximizar un parámetro que depende de la función de transferencia de modulación o FTM y de la relación señal/ruido o SNR. Cuando el tiempo de integración o el número de líneas utilizadas para hacer esta suma aumentan, la relación señal/ruido aumenta y la función de transferencia de modulación disminuye. Esta optimización se realiza para cada columna de píxel físico de la matriz que tiene una funcionalidad TDI del sensor que lleva la referencia i para el número de la columna del sensor y j para el número de la línea de la imagen.

La FMT está compuesta por una parte que depende de la función de transferencia de modulación de al menos una lente y/o de al menos un espejo colocados aguas arriba de dicho sensor óptico y por una parte que depende de las señales que hay que sumar.

Dicho de otro modo, la FTM no depende, en efecto, de la señal que se observa (linealidad supuesta de primer orden), sino que depende de:

- la FTM óptica depende de toda la óptica del telescopio aguas arriba de la matriz;
- 45 - la FTM de movimiento depende del desplazamiento teórico de la escena con respecto a la matriz;
- la FTM de desincronización depende del tiempo pasado en la columna i de la matriz que hay que sumar y, por lo tanto, del número de detectores que hay que sumar $N(i)$ en la columna y del desplazamiento real de la escena.

Entre los métodos utilizados para realizar esta optimización, se pueden utilizar varios métodos de análisis digitales, también se puede discretizar el campo de búsqueda, calcular los valores de la función que hay que optimizar en estos puntos y deducir de estos una aproximación de los parámetros óptimos.

El procedimiento se implementa en un dispositivo de tratamiento de imágenes. Este dispositivo está conectado al sensor óptico con el fin de recibir la información representativa de la imagen.

De una manera general se optimiza una función que depende de la SNR y de la FTM con la condición de que la SNR sea superior a un valor mínimo SNR_{min} y que la FTM esté comprendida entre dos límites mínimo y máximo, lo

que implica que los valores de los parámetros $K_i(i)$ y $N(i)$ están limitados y deben pertenecer respectivamente a un intervalo $[K_{\min} K_{\max}]$ y a un intervalo $[N_{\min} N_{\max}]$, siendo $N_{\min} > N_0$. N_0 es el número de líneas físicas de la matriz que tiene una funcionalidad TDI utilizada para evaluar la señal recibida, utilizándose a continuación esta evaluación de la señal recibida en la columna i de la matriz que tiene una funcionalidad TDI en el cálculo de la SNR.

5 El procedimiento tal como se presenta en la figura 2 consta de dos etapas. Una etapa 201 de determinación de un valor representativo de una función de transferencia de modulación y/o de una relación señal/ruido de la imagen. Este valor representativo se obtiene para cada detector y depende de la localización del detector y de la señal representativa de la porción de imagen recibida del detector. El valor representativo depende también del parámetro $K_i(i)$ que depende del tiempo de integración, tiempo durante el cual el píxel físico i del detector adquiere los fotones que sirven para la evaluación de la señal de imagen, según la columna i del sensor y del tiempo de muestreo de la
10 señal de imagen. El valor depende también del parámetro $N(i)$ que representa el número de líneas físicas utilizadas para hacer la suma según la columna i del sensor. El procedimiento consta también de una etapa 202 de búsqueda del valor del parámetro $K_i(i)$ y/o del parámetro $N(i)$ que maximiza el valor representativo de una función de transferencia de modulación y/o de una relación señal/ruido de la imagen.

15 El procedimiento tal como se presenta en la figura 3 consta también de una etapa 301 de desplazamiento del sensor óptico con respecto a la imagen y de una etapa 302 de memorización de la suma asociada (de manera más precisa el parámetro $K_i(i)$ y/o el parámetro $N(i)$) en la localización del detector y con un valor representativo de una señal representativa de una porción de imagen obtenida del detector.

20 El valor del parámetro FTM, para un detector de una columna i , depende del valor de los parámetros $K_i(i)$ y $N(i)$, y de unos parámetros conocidos en el momento de la adquisición de la imagen a causa de la distorsión óptica, cuyo impacto se puede calcular mediante unos análisis ópticos en tierra y descargarse en el dispositivo antes de la adquisición de la escena, en el ángulo de visión, en la ley de pilotaje, cuyo impacto se puede calcular mediante unos análisis cinemáticos y descargarse en el dispositivo antes de la adquisición de la escena, siguiendo la ley de pilotaje por medio de unos datos que pueden bien proceder en tiempo real del Sistema de Control de Actitud y de Órbita del portador o bien provenir de análisis cinemáticos y descargarse antes de la adquisición de la escena, y en las
25 microvibraciones, por medio de unos datos que pueden proceder de unos análisis mecánicos y se pueden descargar antes de la adquisición de la escena o que pueden provenir en tiempo real de los sensores presentes a bordo del satélite.

30 El valor del parámetro SNR, para un detector de una columna i , depende del valor de los parámetros $K_i(i)$ y $N(i)$, de unos parámetros de sistemas que llevan las referencias $A(i)$, $B(i)$ y $C(i)$ y del valor de la señal de imagen $S(i,j)$. $S(i,j)$ se obtiene mediante la transformación de la información representativa de una porción de la imagen recibida del detector de la columna i y de la línea j . $A(i)$ es el coeficiente que representa la componente del ruido frente a la componente del ruido proporcional a la señal, $B(i)$ representa el coeficiente frente a la componente del ruido proporcional a la raíz cuadrada de la señal, $C(i)$ representa el coeficiente de la componente independiente de la
35 señal.

El dispositivo que implementa el procedimiento de la invención dispone, por lo tanto, de un medio de evaluación de la señal $S(i,j)$ obtenido antes del ajuste del valor de los parámetros $K_i(i)$ y $N(i)$. Este medio de evaluación suministra una medición de la señal $S(i,j)$ que se puede resolver peor o con más ruido que la medición después de la adición. $S(i,j)$ puede, por ejemplo, ser la señal obtenida en la o las N_0 primeras líneas (N_0 se conoce y lo fija el diseño del sistema) del sensor óptico y que ha experimentado una suma con un número fijo de líneas que dependen del parámetro K_{t0} . K_{t0} es un parámetro del sistema de detección y representa el tiempo de integración elemental (que corresponde a una línea) en el tiempo de muestreo para las N_0 primeras líneas.
40

$S(i,j)$ también puede ser una señal suministrada por otro sensor que puede adquirir una señal en otra banda de frecuencia y cuya adquisición se hace antes de la adquisición por el sensor CMOS. Por ejemplo, en el caso de que los detectores de este otro sensor estén colocados antes de los detectores CMOS, gracias a sus posiciones en el plano focal y debido a la orientación y a la velocidad de avance de la escena.
45

Por lo tanto, como consecuencia de la adquisición de una información representativa de una porción de la imagen por un detector (detector localizado columna i línea j), esta información se transforma con el fin de obtener la señal $S(i,j)$ y se determinan a continuación los valores de los parámetros $K_i(i)$ y $N(i)$ que optimizan la función $F(\text{FTM}, \text{SNR})$. La FTM depende de las variables de frecuencias espaciales f_x y f_y expresadas en pixel^{-1} y de i el número de la columna a la cual pertenece el detector. En general, se calcula el valor de FTM para los pares $(f_x = 0,5 \text{ pixel}^{-1}, f_y = 0)$ y $(f_x = 0, f_y = 0,5 \text{ pixel}^{-1})$ pero se pueden seleccionar otros valores de frecuencias para optimizar la calidad de la imagen.
50

$\text{FTM}(i, f_x, f_y) = \text{FTM}_{\text{óptica}}(i, f_x, f_y) \cdot \text{FTM}_{\text{estática}}(f_x, f_y) \cdot \text{FTM}_{\text{movimiento}}(f_x, f_y) \cdot \text{FTM}_{\text{desincronización}}(i, f_x, f_y)$ siendo $\text{FTM}_{\text{óptica}}(i, f_x, f_y)$ la FTM de la óptica que depende del telescopio montado a bordo del satélite. Los valores de FTM de la óptica pueden proceder de mediciones, de análisis ópticos o de sensores colocados a bordo del satélite.
55

$$\text{FTM}_{\text{estática}}(f_x, f_y) = \text{FTM}_{\text{difusión}}(i, f_x, f_y) * \text{sinc} \left(\pi \frac{P_x}{P_{\text{ref}}} f_x \right) *$$

$$\text{sinc} \left(\pi \frac{P'_{\text{adq}}}{P_{\text{ref}}} f_y \right) \text{ siendo } (x) = \frac{\text{sen } x}{x}$$

La figura 4 presenta el inicio de una columna de un detector CMOS, la zona en blanco representa la superficie fotosensible del detector y los parámetros P_{adq} , P_x y P_{ref} se representan en esta figura. $FTM_{\text{difusión}}(i, f_x, f_y)$ es la FTM de difusión. El valor de la FTM de difusión se conoce mediante unas mediciones que se realizan en el satélite antes de su puesta en órbita.

$$FTM_{\text{mov}}(f_x, f_y) = \text{sinc}(\pi * K_{\text{tmed}}(i) * f_y)$$

Se define entonces $K_t(i)$ como la relación entre el tiempo de integración T_{int} de una línea y el tiempo de muestreo T_e que corresponde a P_{ref} para el detector de la columna i del sensor.

$$K_{\text{tmed}}(i) = \frac{N_0 K_{t0} + (N(i) - N_0) K_t(i)}{N(i)}$$

Se plantea entonces $K_{\text{tmed}}(i)$ siendo $N(i)$ el número de líneas utilizadas para la suma de la información recibida de los detectores de la columna i del sensor.

$$FTM_{\text{desincronización}}(i, f_x, f_y) = G_x(i, N(i), f_x) * G_y(i, N(i), f_y)$$

$FTM_{\text{desincronización}}$ representa la FTM debida a la desincronización de la velocidad de la escena con respecto al funcionamiento del TDI.

$G_x(i, N(i), f_x)$ viene dado por el eje x (perpendicular a una columna) del plano focal, el detector i y el número de píxeles que hay que sumar N , para la frecuencia espacial f_x (no olvidemos que el valor de FTM (función de transferencia de modulación) viene dado por cada frecuencia espacial).

$G_x(i, N(i), f_x)$ es la componente de la FTM de desincronización según este eje debida al hecho de que la velocidad de avance real y su orientación durante la duración de integración y de adición para los $N(i)$ píxeles en la columna de la señal de la escena que avanza en la matriz, se aleja del valor y de la dirección teórica en la que esta velocidad está perfectamente sincronizada con el avance de este punto y la dirección perfectamente a lo largo de la columna de la matriz $G_y(i, N(i), f_y)$: lo mismo para el eje y (a lo largo de una columna).

Dicho de otro modo, una aproximación de G_x y G_y se da a continuación en el caso en el que la señal $S(i,j)$ proviene de las N_0 primeras líneas adquiridas con el parámetro K_{t0} .

$$G_x(i, N, f_x) \sim \frac{\text{sen} \left(\pi \tan(g(i)) N(i) K_{\text{tmed}}(i) f_x \right)}{N(i) \text{sinc} \left(\pi \tan(g(i)) K_{\text{tmed}}(i) f_x \right)}$$

En esta ecuación $g(i)$ es el ángulo de deslizamiento total. Este ángulo representa el ángulo con respecto a la columna i de la matriz que tiene una funcionalidad TDI de la velocidad de avance de la escena en el plano focal del instrumento. Este ángulo es la suma de la influencia de los siguientes términos elementales:

- la distorsión óptica descargada antes de la adquisición de la escena a partir de unos análisis ópticos y de unas mediciones efectuadas antes del lanzamiento;
- el pilotaje de la línea de visión cuyas características se pueden descargar antes de la adquisición de la escena a partir de unos análisis cinemáticos;
- el seguimiento de las consignas de pilotaje de la línea de visión cuyas características se pueden descargar antes de la adquisición de la escena a partir de unos análisis cinemáticos o pueden proceder de unos datos en tiempo real del Sistema de Control de Actitud y de Órbita (conocido también con el nombre inglés de *Attitude and Orbit Control System* o AOCs) del vector portador. El sistema de Control de Actitud y de Órbita es un conjunto de equipos y de softwares de a bordo que garantiza la función de pilotaje de un vehículo espacial con vistas a imponerle la actitud deseada y a ajustar su órbita a las exigencias de la misión.
- las microvibraciones cuyas características pueden proceder de unos análisis mecánicos descargados antes de la adquisición de la escena o de unos datos en tiempo real de unos sensores instalados a bordo del vector portador.

Dicho de otro modo, la distorsión óptica del telescopio, el pilotaje del satélite y el seguimiento de las consignas devuelven directamente a la expresión de la FTM de desincronización en los términos G_x y G_y ya que intervienen directamente en el cálculo de la velocidad real de avance $V(i)$ y de su orientación (ángulo de deslizamiento $g(i)$).

G_y se puede calcular aproximadamente de la siguiente manera:

$$G_y(i, N, f_y) \sim \frac{\text{sen} \left(\pi (V(i) - 1) N(i) K_{t\text{med}}(i) f_x \right)}{N(i) \text{sinc} \left(\pi (V(i) - 1) K_{t\text{med}}(i) f_x \right)}$$

$V(i)$ es la velocidad de avance de la escena en la matriz que tiene una funcionalidad TDI, para un detector de la columna i del sensor, y se representa en la figura 1 con el elemento 103. Teniendo en cuenta la distorsión óptica del instrumento esta velocidad depende del número i de la columna en la matriz que tiene una funcionalidad TDI. Esta velocidad se expresa en píxeles divididos por un tiempo. Esta velocidad se obtiene a partir de la velocidad del satélite en su órbita, de la ley de pilotaje, de las velocidades angulares de los ángulos de Euler del satélite que se pueden descargar antes de la adquisición de la escena a partir de unos análisis u obtenidos en tiempo real por el Sistema de Control de Actitud y de Órbita a bordo del vector portador, de las características de las microvibraciones descargadas antes de la adquisición de la escena a partir de unos análisis mecánicos u obtenidos por unos sensores a bordo del vector portador en tiempo real y de las características de la óptica, focal y distorsión, descargadas antes de la adquisición de la escena a partir de análisis ópticos y de mediciones efectuadas antes del lanzamiento.

Considerando que a la señal $S(i,j)$ la recibe el detector localizado en la columna i y procedente de la línea j , de la escena, entonces el parámetro SNR se modeliza así, Esta señal se adquiere con un parámetro K_{t0} , para las N_0 primeras líneas. El ruido en la señal depende de la siguiente suma cuadrática:

$$\sqrt{A(i) \left(\frac{K_t(i)}{K_{t0}} S(i,j) \right)^2 + B(i) \left(\frac{K_t(i)}{K_{t0}} S(i,j) \right) + C(i)^2}$$

Esta expresión representa un ruido de lectura que es proporcional al valor de la señal, al ruido fotónico y a un ruido independiente de la señal. Este ruido independiente incluye el ruido de oscuridad y el ruido de cuantificación. Por lo tanto, para las $N(i)$ líneas que se utilizan en la suma, el ruido tiene el siguiente valor:

$$\begin{aligned} & \text{Ruido } (N(i), K_t(i), S(i,j)) \\ &= \sqrt{(N(i) - N_0) \left[A(i) \left(\frac{K_t(i)}{K_{t0}} S(i,j) \right)^2 + B(i) \left(\frac{K_t(i)}{K_{t0}} S(i,j) \right) + C(i)^2 \right] + N_0 [A(i) S(i,j)^2 + B(i) S(i,j) + C(i)^2]} \end{aligned}$$

Por consiguiente, el valor de la relación señal/ruido es el siguiente:

$$SNR(N(i), K_t(i), S(i,j)) = \left[N_0 + (N(i) - N_0) \frac{K_t(i)}{K_{t0}} \right] \frac{S(i,j)}{\text{Ruido } (N(i), K_t(i), S(i,j))}$$

Si la función $F(FTM, SNR)$ que hay que optimizar es el producto $FTM * SNR$, entonces las expresiones de $FTM_{\text{óptica}}(i, f_x, f_y)$ y $FTM_{\text{estática}}(f_x, f_y)$ son independientes de $N(i)$ y de $K_t(i)$. Esto puede permitir simplificar la expresión que hay que optimizar que se obtiene a partir del producto de las funciones anteriores.

Los valores de los parámetros $K_t(i)$ y $N(i)$ son discretos y el número de valores es finito. Es, por lo tanto, posible calcular la función $F(FTM, SNR)$ para el conjunto de estos valores y a continuación encontrar el par $(K_t(i), N(i))$ que maximiza la función $F(FTM, SNR)$, dependiendo este par de $S(i,j)$ y de i . Como esta optimización debe realizarse en tiempo real, también es posible calcular, para el conjunto de los valores de $S(i,j)$ y de i , el valor óptimo del par $(K_t(i), N(i))$ como se ha descrito con anterioridad. Estos datos se colocan entonces en una tabla y para acelerar la lectura de estas tablas se puede considerar que los valores del par del par $(K_t(i), N(i))$ son constantes para un intervalo de índices i próximos y para un intervalo de valores de la señal $S(i,j)$ próximos.

También es posible que el dispositivo que utiliza este procedimiento transmita, además, una información representativa de la imagen, las características de adquisición del detector (i,j) . Es decir, en particular el número de líneas $N(i)$ que ha servido para la suma o bien el parámetro $K_t(i)$ que ha servido para hacer esta suma durante la adquisición de la información por el detector (i,j) . La transmisión de estos datos es útil para el calibrado y la ecalización radiométrica que corrige las disparidades radiométricas entre los píxeles de la imagen.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de determinación en tiempo real;

- 5
- de un número de señales a sumar entre un conjunto de señales representativas de una porción de imagen respectivamente recibidas de un conjunto de detectores que pertenece a un mismo sensor óptico, estando dichos detectores organizados en una matriz constituida por líneas y por columnas, recibándose dichas señales a sumar en una misma columna
 - y del tiempo de integración durante el cual dichos detectores deben adquirir dichas señales a sumar,

constando dicho procedimiento de:

- 10
- una etapa (201) de determinación de un valor representativo, implementada en cada dicha columna, de una función de transferencia de modulación y de una relación señal/ruido de porción de imagen, a partir de una localización de uno de los detectores y de una señal representativa de una porción de imagen obtenida de dichos detectores, dependiendo dicho valor representativo de dicho número,
 - 15 - una etapa (202), implementada en cada dicha columna, de búsqueda de dicho número y de dicho tiempo que maximiza dicho valor representativo

2. Procedimiento según la reivindicación 1 en el que dicho valor representativo se obtiene mediante la multiplicación de dicha función de transferencia de modulación y de dicha relación señal/ruido de dicha porción de imagen.

20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2 que comprende:

- una etapa (301) de desplazamiento de dicho sensor óptico con respecto a la imagen, realizándose dicho desplazamiento en un eje cuyo valor absoluto del ángulo entre dicho eje y una columna del sensor óptico es inferior a un umbral;

25 estando dicha etapa de determinación adaptada para la determinación de dicho valor representativo, además a partir de la velocidad de avance de la escena.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3 que consta, además, de;

- una etapa (302) de memorización de dicho número y de dicho tiempo asociada a dicha localización de dicho detector y a un valor representativo de dicha señal representativa de una porción de imagen obtenida de dicho detector

30 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4 en el que dicha etapa de determinación está adaptada para utilizar unos datos procedentes de un Sistema de Control de Actitud y de Órbita y/o procedentes de sensores que difunden unos datos representativos:

- 35
- de una distorsión óptica de al menos una lente y/o de al menos un espejo colocados aguas arriba de dicho sensor óptico,
 - de un valor representativo de una función de transferencia de modulación de dicha lente y/o de dicho espejo,
 - del pilotaje de un satélite a bordo del cual está instalado dicho sensor óptico y/o
 - del seguimiento de consignas de pilotaje.

40 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores en el que dicha señal representativa de una porción de imagen se obtiene, además, a partir de al menos otro sensor óptico que adquiere dicha señal en otra banda de frecuencia y/o utilizando otra etapa de adquisición.

7. Sistema que consta de:

- al menos un sensor óptico constituido por un conjunto de detectores
- unos medios de tratamiento capaces de implementar el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6.

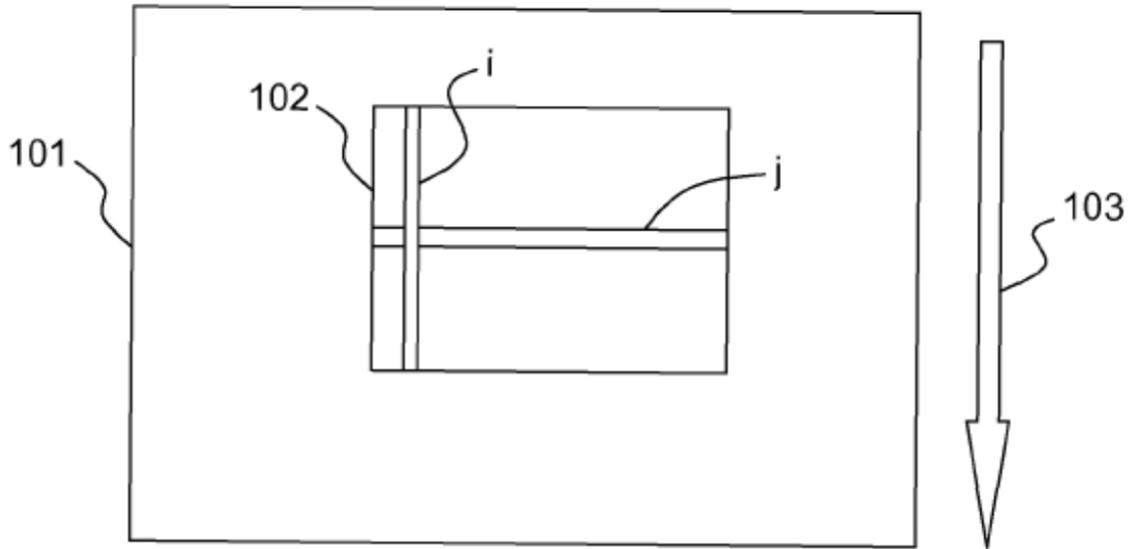


FIG.1

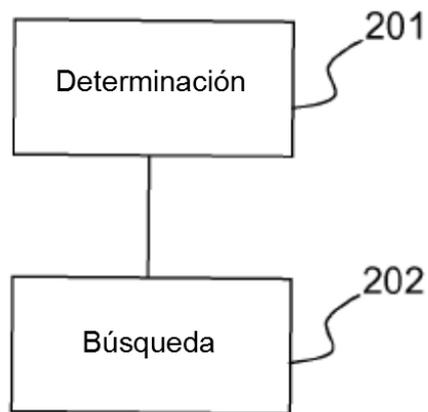


FIG.2

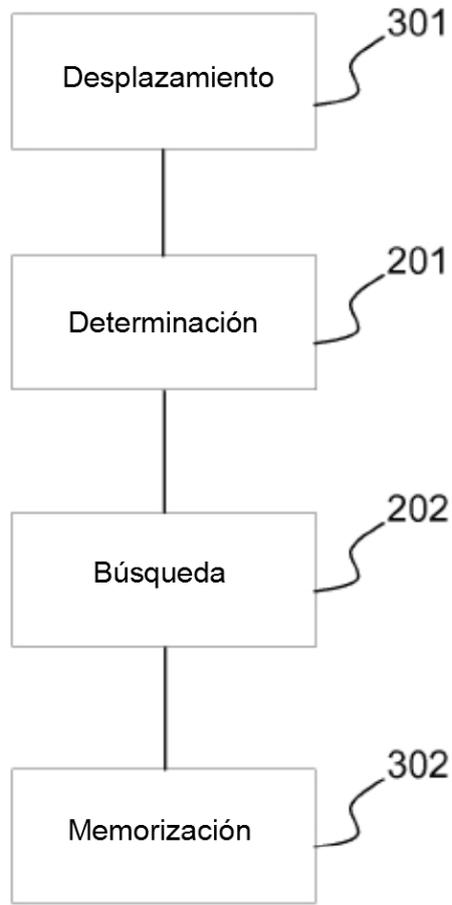


FIG.3

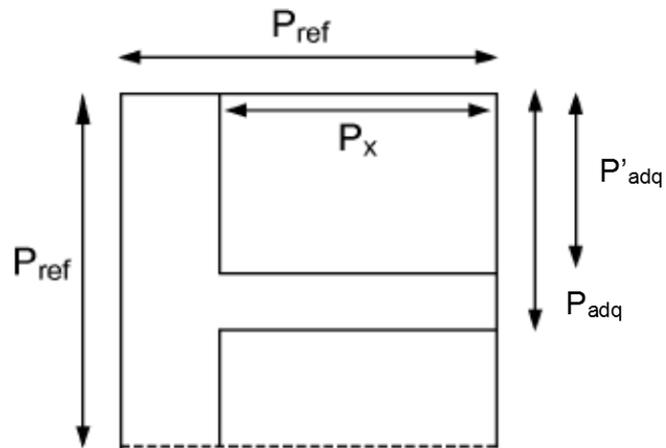


FIG.4