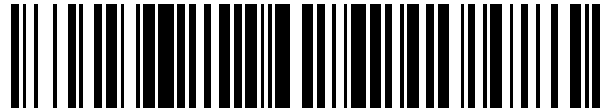


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 273**

51 Int. Cl.:

G06T 7/20 (2006.01)

H04N 5/232 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07747982 .2**

96 Fecha de presentación: **04.04.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2047426**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.04.2009**

54 Título: **Método para el acondicionamiento de señales**

30 Prioridad:

25.04.2006 SE 0600892

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

07.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

07.12.2012

73 Titular/es:

**FLIR SYSTEMS AB (100.0%)
BOX 3
182 11 DANDERYD, SE**

72 Inventor/es:

HÖGASTEN, NICHOLAS

74 Agente/Representante:

DURÁN MOYA, Luis Alfonso

ES 2 392 273 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 el acondicionamiento de señales

5 La presente invención se refiere a un método para el acondicionamiento de señales de una imagen bidimensional mediante el cálculo del desplazamiento de la imagen con respecto a un plano de la imagen, siendo correlacionadas cada una de las imágenes recibidas separadas en el tiempo, utilizando transformaciones de Radon calculadas todas sobre la imagen, por lo menos para dos ángulos, para reducir la correlación de una imagen bidimensional a la correlación de, por lo menos dos proyecciones unidimensionales, estando diferenciadas las proyecciones unidimensionales con el objeto de obtener los gradientes de las proyecciones como la base para la correlación de imágenes separadas en el tiempo y en el acondicionamiento de la señal.

15 Para el acondicionamiento de la señal, en señales bidimensionales en general y en señales de video procedentes de detectores de IR en particular, es valioso poder calcular el desplazamiento de la imagen en relación con el plano de la imagen. El desplazamiento puede surgir como resultado del movimiento de la cámara o como el resultado de algo que se desplace en la escena representada. Si se conoce el desplazamiento relativo entre imágenes de la misma escena tomadas en momentos diferentes, pueden realizarse un cierto número de operaciones con el objeto de mejorar la calidad de la imagen. De este modo, puede obtenerse una imagen visualmente más atractiva para el operador y, en condiciones favorables, es posible asimismo extraer más información de la imagen que la que habría sido posible si el desplazamiento no fuera conocido.

25 En el caso de aplicaciones de video, es particularmente interesante poder mejorar la imagen en tiempo real, con un retraso mínimo, antes de que la imagen esté a disposición del operador. Por consiguiente, es necesario que un algoritmo efectivo de estimación del desplazamiento pueda calcular el desplazamiento en tiempo real. Con el objeto de que esto sea posible, es necesario que el algoritmo esté adaptado con el objeto de poder ser aplicado en un equipo tal como el disponible en un sistema de video. Normalmente se utiliza un FPGA (Field Programmable Gate Array) o Disposición de campo con puertas programables, ó un DSP (Digital Signal Processing) o Procesado digital de señales, para llevar a cabo las operaciones matemáticas sobre los datos de la imagen.

30 Los métodos más comunes de estimación del desplazamiento se basan en la correlación entre estructuras bidimensionales en la imagen. Estos métodos se definen habitualmente como que son del tipo de "correspondencia de bloques" y consisten simplemente en imágenes parciales ("bloques") en una imagen que son identificados en otra imagen mediante el cálculo de la correlación entre bloques en las dos imágenes. Se supone que se ha hallado la posición verdadera de esta imagen parcial cuando se consigue la mejor correlación. De este modo, se puede calcular el desplazamiento. Estos métodos son sencillos pero precisan relativamente una gran cantidad de cálculos. Asimismo, son considerados en general inadecuados para IR, ya que, con la utilización de bloques pequeños, son relativamente sensibles a las perturbaciones. Los métodos fallan generalmente en escenas con bajo contraste en las que muchos bloques carecen de un contenido de la señal que pueda ser correlacionado.

40 Un modo de reducir la carga de cálculo y hacer al mismo tiempo que la estimación del desplazamiento sea menos sensible a las perturbaciones, es utilizar la transformación de Radon. La transformación de Radon es la línea integral por un punto particular en un ángulo determinado. Si solamente se utilizan los ángulos de 0° y de 90°, la transformación reduce una imagen bidimensional a dos proyecciones unidimensionales. El primer vector de proyección es simplemente la suma de los valores calculados columna por columna, y la segunda proyección es la suma de los valores calculados fila por fila. En el caso de una imagen bidimensional con M x N puntos de imagen, el problema de realizar la correlación de M*N valores queda sustituido en este caso por la correlación de solamente M + N datos. Esto tiene como resultado una considerable reducción en el número de operaciones que es necesario llevar a cabo. Además, las variaciones en forma de perturbación temporal de una imagen a otra no ejercen habitualmente ningún efecto, ya que la suma de una columna o de una fila contiene un gran número de puntos de imagen con perturbaciones temporales mutuamente independientes.

55 El método descrito anteriormente es conocido desde hace mucho tiempo. En las publicaciones científicas se describen un gran número de variantes del principio mencionado anteriormente. Se describen ejemplos de métodos que utilizan la transformación de Radon, por ejemplo, en las publicaciones SEYEDIN S.A.: "Moving object area identification using the Radon transform in image sequences" (Identificación de la zona de objetos que se desplazan utilizando la transformación de Radon en secuencias de imágenes) IEEE COMPUT. SOC. PRESS, 1995, páginas 199 a 204, MILANFAR P. y otros: "Fast global and local projection-based methods for affine motion estimation" (Métodos rápidos globales y locales basados en proyecciones para afinar la estimación del desplazamiento) JOURNAL OF MATHEMATICAL IMAGING AND VISION, (Revista de visión y representación matemática de imágenes) KLUWER ACADEMIC PUBLISHER, Holanda; vol. 18, nº 1, Enero 2003 (2003-01), páginas 35 a 54, S. Alliney y C. Morandi, "Digital Image Registration Using Projections" (Registro digital de imágenes utilizando proyecciones), IEEE Transactions, Pattern Analysis, Machine Intelligence (Análisis de disposiciones, Máquinas inteligentes), Vol. 8, Nº 2, 1986, páginas 223 a 233, MILANFAR P. "Model of the effect of image motion in the Radon transform domain" (Modelo del efecto de la transformación de imágenes en el campo de la transformación de Radon) IEEE, Transactions on Image Processing (Actas sobre tratamiento de imágenes), 1999, Vol. 8 nº 9, páginas 1276 a 1281, ISSN 1057-7149, CRAWFORD A J y otros: "Gradient based dominant motion estimation with integral

projections for real time video stabilisation" (Estimación del desplazamiento dominante basada en el gradiente, con proyecciones integrales para la estabilización del video en tiempo real) 2004, Vol. 5, páginas 3371 a 3374, ISBN 0-7803-8554-3 y el documento U.S.A. 6 259 396 B1.

- 5 Un problema de los métodos de proyección es que los cambios locales en la escena pueden distorsionar la proyección, por ejemplo cuando uno o varios objetos en la imagen tienen un desplazamiento con respecto al fondo. Esto es particularmente obvio en las aplicaciones de IR en que objetos móviles tales como personas, automóviles, aviones, etc. tienen a menudo una temperatura elevada y por ello dan origen a una señal elevada en el detector con respecto al fondo. Cuando se utiliza la medida de correlación más simple, esto es, la distancia del vector o la suma de las diferencias absolutas, el desplazamiento de objetos con una alta potencia de la señal proporcionará un valor elevado en la correlación. Por consiguiente, existe el riesgo de que se calcule el desplazamiento del objeto en vez del desplazamiento del fondo o de la cámara, lo que hace más difícil el filtrado temporal para la mejora de la imagen, ya que el mismo punto en la escena no puede ser identificado en imágenes tomadas en momentos diferentes.
- 10
- 15 Un objetivo de la presente invención es conseguir un método que sea menos sensible a la influencia de objetos con desplazamientos respecto al fondo, en las situaciones descritas en el párrafo anterior.

La invención está definida mediante las reivindicaciones adjuntas. De este modo, el objetivo de la invención se alcanza mediante un método caracterizado porque el acondicionamiento de la señal se aplica a aplicaciones de infrarrojo y porque los valores del signo de los gradientes son utilizados para la representación binaria como la base para la correlación de imágenes separadas en el tiempo. Por medio de la diferenciación de las proyecciones, los valores se hacen independientes de la potencia absoluta de la señal para las diferentes partes de la escena. Los dos vectores unidimensionales son sustituidos por dos vectores que trazan el gradiente de la proyección. Si se supone que el detector tiene una respuesta lineal, estos valores del gradiente serán independientes del nivel/desviación de la señal. Las simulaciones que han realizado muestran asimismo que los valores del gradiente son más sólidos cuando existen objetos móviles en la escena.

20

25

Cuando los objetos móviles abarcan una gran parte de la zona de imagen, sucede a menudo que la dinámica interna de los objetos es asimismo más elevada que la del fondo. Los objetos móviles tienen de este modo unos gradientes internos más pronunciados. El problema de estos objetos que tienen unos valores desproporcionadamente grandes en la correlación con respecto a su tamaño, sigue manteniéndose, pero en una magnitud menor. Una solución a esto es ignorar la magnitud de los gradientes y utilizar una representación binaria de dicho gradiente.

30

Según otro desarrollo ventajoso adicional del método, se asigna el valor binario 1 cuando el gradiente es positivo y se asigna el valor binario 0 a un gradiente negativo y a un gradiente nulo. Como resultado de este desarrollo adicional, sucede que:

35

1. El algoritmo es independiente de la temperatura absoluta/potencia de la señal o de las diferencias globales repentinas en la potencia de la señal.
 2. El algoritmo es independiente de los cambios globales en la respuesta del detector. Esto es particularmente valioso en el caso de sistemas IR no estabilizados en cuanto a temperatura o en sistemas con una perturbación global $1/f$ considerable.
 3. El algoritmo es muy sólido frente al desplazamiento relativo de los objetos, siempre que éstos no abarquen una parte muy grande de la escena representada. Esto es con el objeto de que cada elemento en las dos proyecciones unidimensionales, transformadas y convertidas en valores binarios, tengan un peso igual en la correlación, el peso -1 . Cuando los objetos con desplazamiento con respecto al fondo son muy grandes, quizás es su desplazamiento el que se detecta cuando el fondo está oculto en gran parte.
 4. El algoritmo es particularmente adecuado para su puesta en práctica en un equipo, ya que entonces se trabaja con datos binarios en la correlación que normalmente precisa una gran cantidad de cálculos. El problema se reduce de la correlación de números $M \times N$ de 16 bits a la correlación de $M + N$ números de 1 bit cada uno. Esto corresponde a una reducción en la cantidad de datos del orden de más de 4.000 veces. Con el objeto de calcular el desplazamiento entre dos imágenes, debe considerarse todo posible desplazamiento en la dirección horizontal y vertical y, de este modo, los cálculos de correlación necesitan ser repetidos un gran número de veces. Por consiguiente, el número total de operaciones que es necesario llevar a cabo para calcular el desplazamiento es muy grande y la reducción que se puede conseguir por medio de la reducción de la cantidad de datos es, por consiguiente, de una gran importancia.
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60

Mediante la introducción de la diferenciación y la conversión a valores binarios de proyecciones unidimensionales obtenidas por medio de transformaciones de Radon, se mantiene la ventaja original, es decir, que el método puede hacer frente a una gran cantidad de perturbaciones cuando se trabaja con conjuntos muy grandes de datos en los que los efectos de las perturbaciones inofensivas normalmente distribuidas se anulan, en principio, unas a otras.

65

A este respecto, debe tenerse en cuenta que la representación binaria que utiliza los valores de los signos es conocida "per se", tal como se da a conocer en el documento U.S.A. 5 291 560 A, que aplica dicha representación en relación con sistemas de identificación.

5 El acondicionamiento de señales, según el método, se realiza de forma ventajosa en señales de video procedentes de detectores de IR. Además, el método se lleva a cabo en tiempo real.

A continuación, se describirá la invención con mayor detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

10 La figura 1 muestra un ejemplo de una imagen y de las proyecciones horizontal y vertical asociadas con dicha imagen.

15 La figura 2 muestra los gradientes en el caso de las proyecciones horizontal y vertical según la figura 1.

La figura 3 muestra los gradientes según la figura 2 convertidos en valores binarios con sólo los valores 0 ó 1.

20 La figura 4 muestra, en forma de tabla, un ejemplo de datos convertidos a valores binarios a partir de dos imágenes con desplazamiento entre ellas, y su correlación.

La figura 5 muestra esquemáticamente, en forma de un esquema de bloques, las etapas del proceso que pueden ser incluidas en un método para el acondicionamiento de la señal, según los principios de la invención.

25 La figura 1 muestra una imagen bidimensional. La proyección vertical de la imagen se muestra debajo de la imagen. La proyección vertical se obtiene mediante una transformación de Radon para el ángulo de 90° , creando un vector de proyección que es la suma de los valores de la imagen calculados columna a columna. A la derecha de la imagen se muestra una proyección horizontal de la imagen. La proyección horizontal se obtiene por medio de una transformación de Radon para el ángulo 0° , creando un vector de proyección que es la suma de los valores de la imagen calculados fila por fila.

30 Según el método preferente, se diferencian dos vectores de proyección del tipo mostrado en la figura 1 y obtenidos mediante la transformación de Radon, por lo menos en dos direcciones (por ejemplo, 0 y 90 grados). En la figura 2, se muestran los gradientes de las proyecciones después de la diferenciación.

35 Después de la diferenciación, los vectores de proyección son convertidos en valores binarios, de tal modo que al gradiente en un punto n en la proyección horizontal y al gradiente en un punto m en la proyección vertical se les asigna el valor binario 1 si el gradiente es positivo y el valor binario 0 si el gradiente es negativo o nulo. En la figura 3, se muestra el resultado de convertir los vectores de la proyección diferenciada a valores binarios.

40 La tabla de la figura 4 (fila 1) muestra ejemplos de cómo a una proyección horizontal (o vertical) en una imagen se le asignan los valores binarios 1 ó 0, y (fila 2 en la tabla), valores correspondientes de la misma proyección desde una imagen tomada en un momento diferente. Se utiliza un operador especializado NO O (NOT OR) (XNOR) como operador efectivo de correlación.

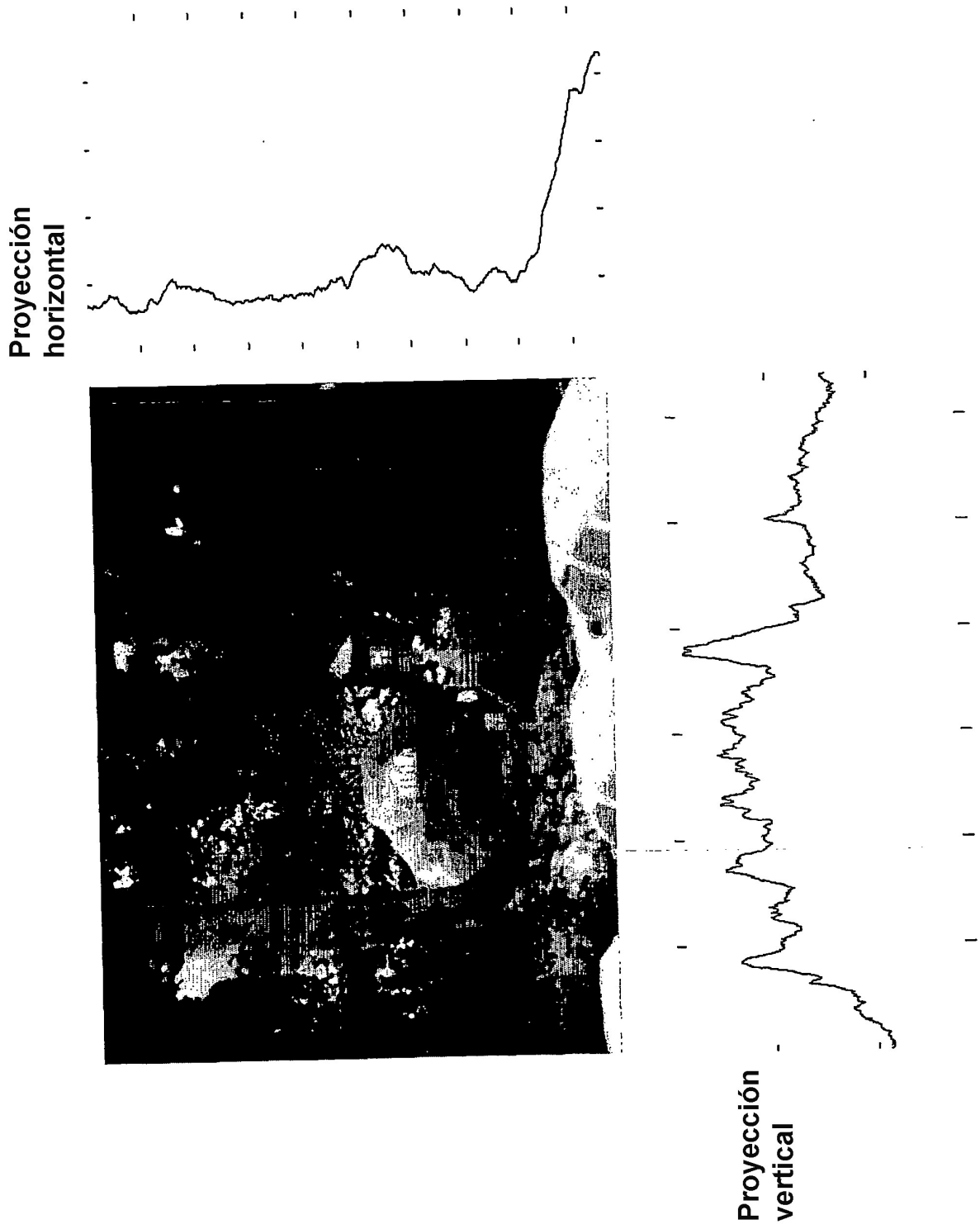
45 La figura 5 muestra esquemáticamente, en forma de un esquema de bloques, las etapas del proceso que pueden ser incluidas en el método para el acondicionamiento de señales. En este caso, existe un detector -1- de IR para el registro de imágenes. En el bloque -2-, la imagen proporcionada por el detector de IR en forma bidimensional sufre una transformación de Radon, en dos o posiblemente en más direcciones y, por ejemplo, se puede obtener una proyección vertical y horizontal. En el bloque -3-, las proyecciones experimentan una diferenciación. Después de la diferenciación, en una etapa adicional mostrada mediante el bloque -4-, los valores de los signos de las derivadas pueden ser determinados y utilizados como la base para una conversión a valores binarios en los que un valor positivo del signo puede corresponder al valor binario 1, y un valor negativo o nulo puede corresponder al valor binario 0. Utilizando como base los valores obtenidos del signo, se pueden correlacionar imágenes separadas en el tiempo, lo cual se muestra en el bloque -5-. En el bloque -6- se utiliza a continuación la información de la correlación de la imagen para el acondicionamiento de la señal de la imagen en cuestión, y la imagen se visualiza a continuación, en el bloque -7-, por ejemplo, en una pantalla.

La invención no está limitada a las realizaciones descritas anteriormente como ejemplos, sino que puede ser modificada dentro del marco de las reivindicaciones siguientes que definen el ámbito de la invención.

60

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para el acondicionamiento, de señales procedentes de una imagen bidimensional, mediante el cálculo del desplazamiento de la imagen en relación con el plano de una imagen, siendo correlacionadas las imágenes recibidas, separadas en el tiempo, utilizando transformaciones de Radon (2) calculadas sobre toda la imagen, por lo menos en dos ángulos, con el objeto de reducir una correlación bidimensional de la imagen a una correlación de, por lo menos dos proyecciones unidimensionales, siendo diferenciadas las proyecciones unidimensionales (3) con el objeto de obtener los gradientes de las proyecciones como la base para la correlación de imágenes separadas en el tiempo y el acondicionamiento de la señal, **caracterizado porque** el acondicionamiento de la señal se aplica a aplicaciones infrarrojas y porque los valores (4) de los signos de los gradientes son utilizados para una representación binaria como base para la correlación de imágenes separadas en el tiempo.
- 10
- 15 2. Método, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el valor binario 1 es asignado a un gradiente positivo y el valor binario 0 es asignado a un gradiente negativo y a un gradiente nulo.
3. Método, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el acondicionamiento de la señal se realiza en tiempo real.



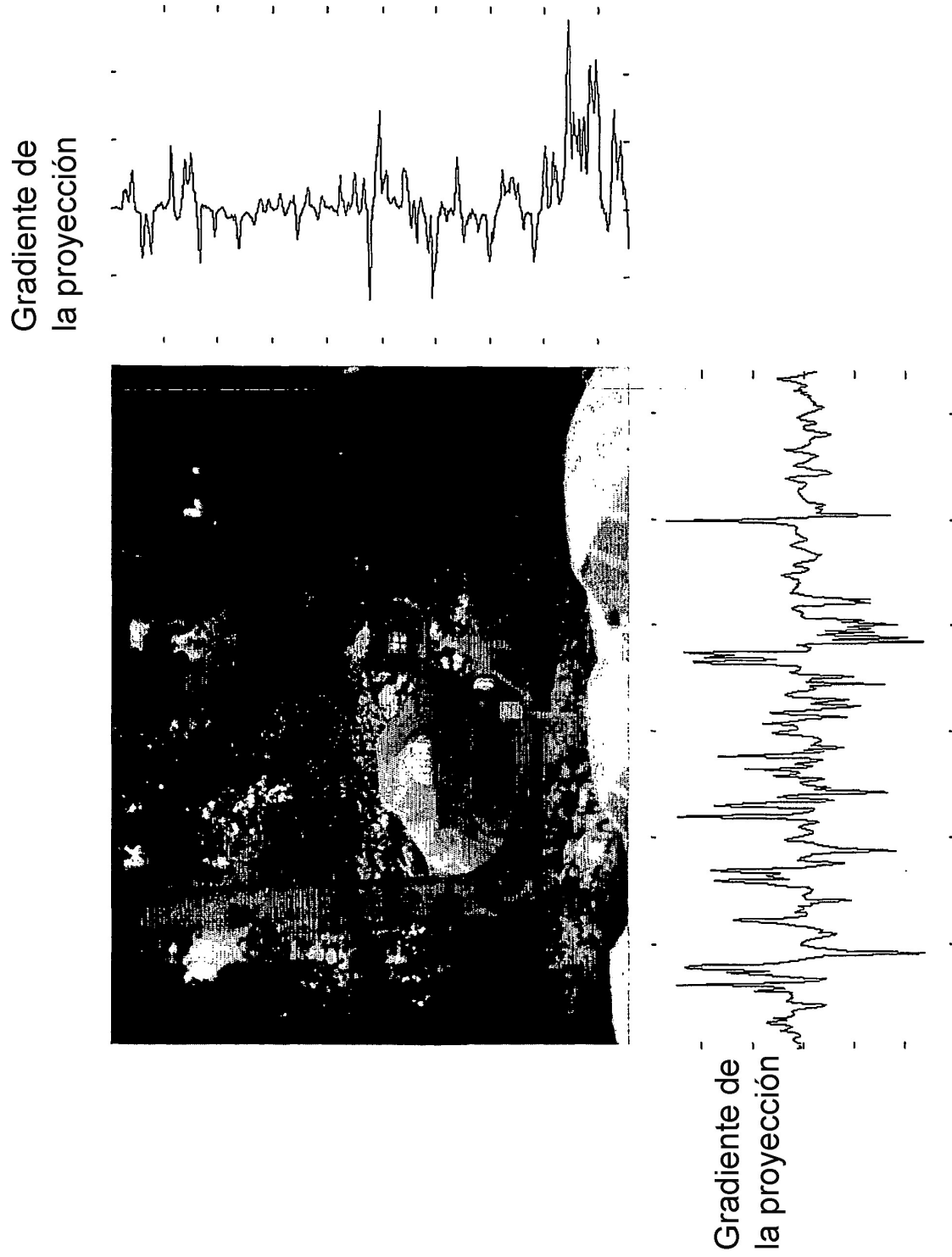


Figura 2

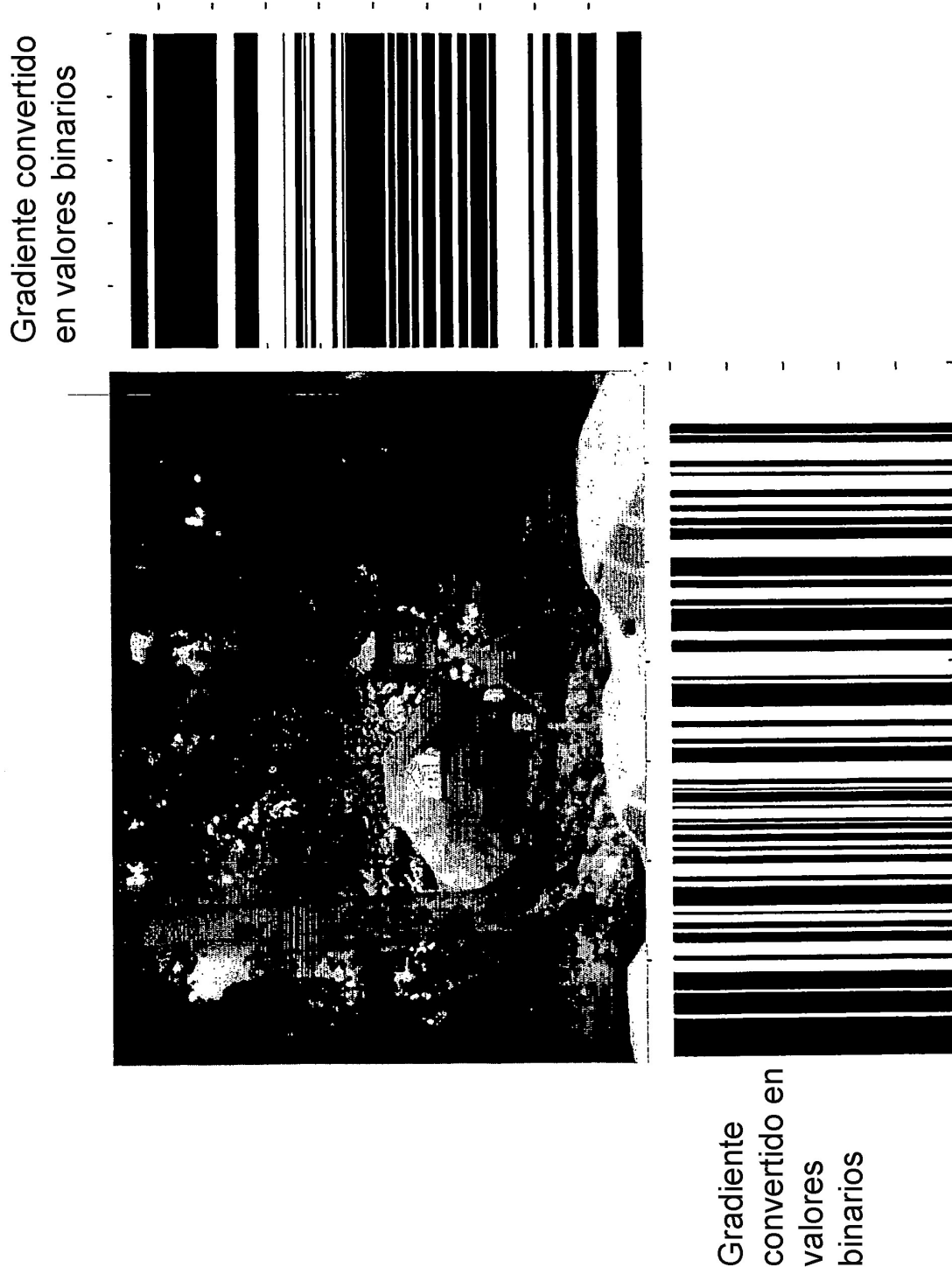


Figura 3

Disposición	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	
Imagen más reciente	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1
Correlación (XNOR)	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1

Figura 4

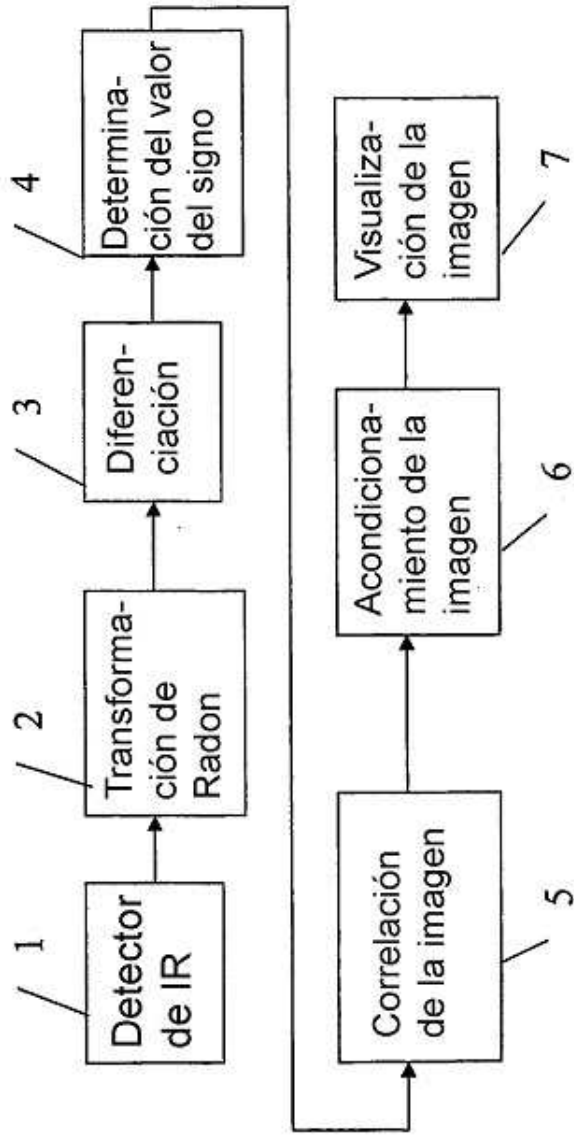


Figura 5