

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 424 248**

51 Int. Cl.:

G06K 9/36 (2006.01)

G06K 9/00 (2006.01)

H04B 1/66 (2006.01)

H04N 5/225 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2003 E 11183179 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2013 EP 2405382**

54 Título: **Método de seguimiento de regiones de interés y dispositivo para codificación de vídeo basada en ondículas**

30 Prioridad:

12.11.2002 US 293976

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

30.09.2013

73 Titular/es:

**CORE WIRELESS LICENSING S.À.R.L. (100.0%)
16, avenue Pasteur
2310 Luxembourg, LU**

72 Inventor/es:

**MILED, MOHAMED KHAMES BEN HADJ y
CHEBIL, FEHMI**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 424 248 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 de seguimiento de regiones de interés y dispositivo para codificación de vídeo basada en ondículas.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general a códecs de imágenes basados en una descomposición en subbandas y, más particularmente, a la codificación de un objeto en movimiento sobre una serie de imágenes.

10 **Antecedentes de la invención**

Se sabe en general que la compresión de imágenes es eficaz en la reducción de la cantidad de datos de imagen para su transmisión o almacenamiento. En particular, con la introducción de formatos de codificación de imágenes escalables como el JPEG2000, ha resultado posible enviar y recibir solamente una fracción del archivo de imagen y seguir reconstruyendo una imagen de alta calidad en el extremo de recepción. La parte que se descarta de la imagen contiene habitualmente información que describe los componentes de alta frecuencia presentes en la imagen, correspondientes a los detalles a los que el sistema visual humano (HVS) no es muy sensible.

JPEG significa Grupo de Expertos Fotográficos Unidos para la compresión de imágenes. En 1988 este comité adoptó su primera normativa, conocida como directriz JPEG, la cual se basa en la transformada de coseno discreta (DCT) y en la codificación Huffman. En 2001, el comité del JPEG desarrolló una nueva normativa de compresión, denominada JPEG 2000. Esta nueva normativa proporciona un funcionamiento de baja velocidad de bits, con un rendimiento de velocidad-distorsión y de calidad subjetiva de la imagen superior a las normativas existentes, sin sacrificar el rendimiento en otros puntos del espectro de velocidad-distorsión. Aún más importante, el JPEG 2000 permite la extracción de diferentes resoluciones y fidelidades de píxel de una imagen comprimida a partir de la misma representación del flujo continuo de código. También ofrece características tales como la codificación de regiones de interés (ROI) y el acceso aleatorio a áreas de imagen. Esto permite a un usuario manipular, almacenar o transmitir solamente la información esencial de una imagen para cualquier dispositivo objetivo a partir de la representación de su flujo continuo de bits JPEG2000.

El JPEG2000 es un codificador de planos de bits basado en la descomposición en subbandas. Usa ondículas en la fase de transformación. La imagen se descompone en múltiples resoluciones. Cada resolución está compuesta por subbandas que representan componentes de baja o/y alta frecuencia. Las muestras en las subbandas se codifican a continuación en planos de bits que comienzan a partir del plano de bits más significativo. El uso de la transformada por ondículas y el esquema de codificación de planos de bits proporcionan la característica de escalabilidad del JPEG 2000.

El JPEG 2000 en Movimiento es un método de compresión de vídeo, basado en la codificación intra-cuadro usando el JPEG 2000. En el JPEG 2000 en Movimiento, los cuadros de secuencias de vídeo se codifican como imágenes independientes, es decir, no se produce ninguna predicción de movimiento entre las imágenes. Este esquema de codificación ofrece funcionalidades importantes, tales como escalabilidad en la calidad y en la resolución, robustez a errores de bit, y edición de cuadros. Sin embargo, es ineficiente en el rendimiento de la compresión en comparación con otras normativas, tales como la MPEG-4, donde se usan estimaciones de vectores de movimiento para codificar inter-cuadros. Por otro lado, el rendimiento de la compresión del JPEG 2000 en Movimiento puede mejorarse usando las características del JPEG 2000, tales como la codificación de ROI.

La codificación de ROI es una funcionalidad útil en el JPEG 2000. Permite la asignación de más bits en una ROI que en otras regiones de la misma imagen mientras se está codificando. Codificando de forma desigual las partes de las imágenes de modo que puedan asignarse más bits por píxel a objetos importantes que a los objetos menos importantes, se obtiene una mejor percepción visual de la secuencia, haciendo que esta característica resulte muy útil especialmente en aplicaciones de baja velocidad de datos. Para codificar objetos importantes en una secuencia de vídeo como ROI, el seguimiento de estos objetos resulta esencial para producir un flujo continuo de vídeo de alta calidad.

El seguimiento de ROI es una característica importante en muchas aplicaciones relacionadas con aspectos visuales, tales como el control basado en la visión, interfaces hombre-ordenador, vigilancia, automatización agrícola, formación de imágenes médicas y reconstrucción visual. La principal dificultad en el seguimiento de ROI en secuencias de vídeo es debida a las variaciones potenciales en la región objetivo dentro de la secuencia de cuadros. Estas variaciones son debidas habitualmente a cambios en la postura, deformaciones de la forma, iluminación y oclusión parcial o total del objetivo. Las fuentes de estas variaciones deberían tenerse en cuenta cuando se diseña un algoritmo de seguimiento para garantizar la robustez y la estabilidad.

En la técnica anterior, la mayor parte de los métodos de seguimiento de ROI se basa en una estrategia de procesamiento de múltiples fases, el cual consiste de tres etapas consecutivas. En la primera etapa, se realiza una segmentación del primer plano basada en el color y se enmascaran áreas de color similar que la región objetivo. La segunda etapa implica la localización de la ROI a través de la minimización de vectores estimados, usando

proyecciones de suma horizontal y vertical de la imagen segmentada, o con heurística basada en el tamaño, la forma, la posición, la relación de aspecto y la consistencia de color de la región objetivo. La etapa final consiste en mejorar la precisión y suavizar los límites de la región.

5 *Hager et al.* ("Efficient Region Tracking with Parametric Models of Geometry and Illumination", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 20, n.º 10, Octubre de 1998) hace uso de modelos lineales para simplificar la ecuación de flujo óptico, y un conjunto de vectores base para modelar la variación en la iluminación llevando a cabo una descomposición en valores singulares sobre una secuencia de entrenamiento del objetivo. *Kruger et al.* ("Wavelet Subspace Method for Real-time Face Tracking", *Proc. Pattern Recognition, 23º DAGM Symposium*, Munich, Alemania 2002) usa un número mayor de funciones de ondícula para construir una red de ondículas que representa las características del objetivo, y a continuación realiza un seguimiento de la ROI sobre la base de la distancia euclídea entre los coeficientes de la ondícula.

15 *Kundu* (Patente U.S. n.º 5.974.192) da a conocer un método para comparar bloques en una secuencia de imágenes sobre la base de texturas, píxeles dominantes de borde así como la intensidad y el color. *Ponticos* (Patente U.S. n.º 6.035.067) da a conocer un método donde se usa un "pozo de potencial" para impedir movimientos grandes del objeto del primer plano usando criterios predefinidos para la clasificación de regiones de la imagen. *Poggio et al.* (Patente U.S. n.º 6.421.463) da a conocer un método para la búsqueda de objetos en imágenes donde el sistema de búsqueda debe entrenarse usando una plantilla de coeficientes de ondículas.

20 El documento EP 1 061 748 A2 da a conocer un sistema basado en plantillas para el seguimiento y la segmentación de objetos de imagen. El sistema entre otros incluye un método de búsqueda con autopredicción, correlativo y bidimensional para el seguimiento de objetos. El objeto de un cuadro anterior sirve como plantilla para la localización del objeto en un cuadro de imagen actual. El cuadro de imagen actual sirve como área de búsqueda. La plantilla se superpone sobre una ventana dentro del área de búsqueda. Los puntos de datos de la plantilla se comparan con los puntos de datos de la ventana para determinar si los puntos de datos están en correlación en un grado deseado. Si lo están, entonces se ha encontrado una coincidencia para la plantilla. Dependiendo del tamaño de la plantilla y el tamaño del área de búsqueda, la plantilla puede situarse sobre un cierto número de ventanas dentro del área de búsqueda. Para reducir el número de ventanas con las que se compara la plantilla, se obtienen un tamaño de paso a lo largo de un primer eje y un tamaño de paso a lo largo de un segundo eje. En lugar de comparar la plantilla con cada ventana posible del área de búsqueda, la plantilla se mueve a lo largo o bien del primer eje o bien del segundo eje o a lo largo de ambos ejes según el tamaño de paso del primer eje o tamaño del paso del segundo eje correspondiente. La plantilla se compara con las diversas ventanas del área de búsqueda. La comparación puede ser una función de correlación de la plantilla y la ventana respectiva y da como resultado un coeficiente de correlación. Cualquier ventana en la cual se halla que el coeficiente de correlación con la plantilla supera un valor específico es una coincidencia local para la plantilla. A continuación se lleva a cabo una búsqueda completa en las proximidades de cualquier ubicación que sea una coincidencia local. Una búsqueda completa de dichas proximidades abarca llevar a cabo una correlación entre la plantilla y cada ventana de área de búsqueda potencial entre la ventana de ubicación de la coincidencia local y las ventanas en el paso anterior y sucesivo en cada uno de los ejes horizontal y vertical. Cualesquiera ubicaciones de entre las ubicaciones de coincidencia local y las ubicaciones sometidas a prueba durante la búsqueda completa de las proximidades que superen el valor de umbral se consideran coincidencias de plantillas. En algunas formas de realización, solamente la ubicación que presenta la correlación más alta se considera una coincidencia. En otras formas de realización, puede haber múltiples coincidencias. De este modo, las coincidencias superiores o todas las coincidencias por encima del umbral se seleccionan como coincidencias resultantes.

La principal desventaja de los métodos de la técnica anterior es la complejidad de cálculo. Por otra parte, algunos de ellos requieren que el algoritmo de seguimiento se entrene para una ROI del mismo tipo, color o forma.

50 De este modo, resulta ventajoso y deseable proporcionar un método y un dispositivo para un seguimiento de ROI de forma y tipo arbitrarios con una complejidad de cálculo y un coste de memoria bajos, adecuados para códecs del JPEG 2000 en Movimiento.

Sumario de la invención

55 Es un objetivo principal de la presente invención proporcionar un método y un dispositivo para el seguimiento de por lo menos una porción de un objeto en una secuencia de imágenes, en donde las imágenes se codifican como imágenes individuales y no se requieren plantillas ni objetos pre-entrenados para el seguimiento. El objetivo se puede lograr combinando la detección de límites en la banda de baja frecuencia por comparación de píxeles en el espacio de crominancia y la mejora de la precisión del límite detectado en la banda de alta frecuencia por análisis de bordes usando el componente de luminancia.

60 De este modo, según el primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método de seguimiento de una región objetivo en un cuadro de imagen sobre la base de una región objetivo de un cuadro de imagen previo en una secuencia de cuadros de imagen, comprendiendo cada uno de dicha secuencia de cuadros de imagen una pluralidad de píxeles. El método se caracteriza por

determinar un área de búsqueda en dicho cuadro de imagen sobre la base de por lo menos una parte de la región objetivo en dicho cuadro previo, comprendiendo dicha área de búsqueda una pluralidad de primeros píxeles, presentando cada uno de los primeros píxeles por lo menos un valor correspondiente de primer píxel; y

5 para cada uno de los primeros píxeles en el área de búsqueda:

determinar un área de búsqueda adicional en dicho cuadro previo, incluyendo dicha área de búsqueda adicional una pluralidad de segundos píxeles de entre la pluralidad de píxeles en los cuadros previos, presentando cada uno de los segundos píxeles por lo menos un valor correspondiente de segundo píxel y un estado de región;

10 hallar una coincidencia entre el valor de primer píxel correspondiente a dichos primeros píxeles entre los valores de segundo píxel para localizar un segundo píxel de referencia; y

15 determinar el estado de la región de por lo menos uno de dichos primeros píxeles sobre la base del estado de la región del segundo píxel de referencia para determinar la región objetivo en dicho cuadro de imagen sobre la base del estado de la región de dicho por lo menos un primer píxel.

20 El estado de la región del segundo píxel es indicativo de si dicho segundo píxel está localizado dentro de la región objetivo en dicho cuadro previo.

Por consiguiente, por lo menos una parte de la región objetivo en el cuadro previo tiene un contorno para definir un contorno correspondiente en dicho cuadro de imagen, y los primeros píxeles incluyen píxeles adyacentes al contorno correspondiente en dicho cuadro de imagen.

25 Los valores de los primeros y los segundos píxeles son indicativos de por lo menos uno de los componentes de prominencia de los coeficientes de ondícula en una subbanda baja.

30 La región objetivo de dicho cuadro de imagen incluye un límite y dicha pluralidad de píxeles en dicho cuadro de imagen incluye una pluralidad de terceros píxeles adyacentes al límite, presentando cada uno de los terceros píxeles por lo menos un valor correspondiente de tercer píxel. El método está caracterizado además por

35 la determinación del tipo de borde de los terceros píxeles para modificar la región objetivo en dicho cuadro de imagen sobre la base del tipo de borde de los terceros píxeles.

Los valores de los terceros píxeles son indicativos del componente de luminancia de coeficientes de ondícula en una subbanda alta.

40 De acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un programa de ordenador para su uso en un codificador de imágenes que tiene medios para la codificación de una secuencia de cuadros de imagen en un flujo continuo codificado, presentando dicha secuencia de cuadros de imagen por lo menos un primer cuadro de imagen y un segundo cuadro de imagen anterior, presentando cada uno de los cuadros de imagen primeros y segundos una pluralidad de píxeles, en donde el segundo cuadro de imagen tiene una región objetivo.

45 Un código para definir un área de búsqueda en el primer cuadro de imagen sobre la base de por lo menos una parte de la región objetivo en el segundo cuadro de imagen, comprendiendo dicha área de búsqueda una pluralidad de primeros píxeles, presentando cada uno de los primeros píxeles por lo menos un valor correspondiente de primer píxel; y

50 el programa de ordenador se caracteriza por

un código para determinar, para cada uno de los primeros píxeles en el área de búsqueda:

55 un área de búsqueda adicional en el segundo cuadro de imagen, incluyendo dicha área de búsqueda adicional una pluralidad de segundos píxeles de entre la pluralidad de píxeles del segundo cuadro de imagen, presentando cada uno de los segundos píxeles por lo menos un valor correspondiente de segundo píxel y un estado de región;

60 un segundo píxel de referencia en dicha área de búsqueda adicional sobre la base de una coincidencia entre el valor de primer píxel correspondiente a dichos primeros píxeles entre los valores de segundo píxel; y

el estado de región de por lo menos uno de dichos primeros píxeles sobre la base del estado de la región del segundo píxel de referencia para determinar una región objetivo en el primer cuadro de imagen sobre la base del estado de la región de dicho por lo menos un primer píxel.

65 El estado de la región del segundo píxel es indicativo de si dicho segundo píxel está localizado dentro de la región

objetivo en el segundo cuadro de imagen.

Por consiguiente, los valores de los primeros y segundos píxeles son indicativos de por lo menos uno de los componentes de crominancia de coeficientes de ondícula en una subbanda baja.

5 Ventajosamente, la región objetivo del primer cuadro de imagen incluye un límite y dicha pluralidad de píxeles en el primer cuadro de imagen incluye una pluralidad de terceros píxeles adyacentes al límite, presentando cada uno de los terceros píxeles por lo menos un valor correspondiente de tercer píxel. El programa de ordenador está caracterizado además por

10 un código para determinar el tipo de borde de los terceros píxeles con el fin de modificar la región objetivo en el primer cuadro de imagen sobre la base del tipo de borde de los terceros píxeles.

15 Por consiguiente, los valores de los terceros píxeles son indicativos del componente de luminancia de coeficientes de ondícula en una subbanda alta.

20 De acuerdo con el tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un codificador de imágenes para la codificación de una secuencia de cuadros de imagen que comprenden por lo menos un primer cuadro de imagen y un segundo cuadro de imagen anterior, incluyendo cada uno de los cuadros de imagen primeros y segundos una pluralidad de píxeles, presentando el segundo cuadro de imagen una región objetivo, presentando dicho codificador de imágenes:

25 unos medios para la descomposición de cada uno de los cuadros de imagen en una pluralidad de componentes de subbanda; y

25 unos medios para la codificación de los componentes de subbanda en un flujo continuo codificado. El codificador de imágenes se caracteriza por

30 un primer algoritmo, sensible a los componentes de subbanda, para definir un área de búsqueda en el primer cuadro de imagen sobre la base de por lo menos una parte de la región objetivo en el segundo cuadro de imagen, incluyendo el área de búsqueda una pluralidad de primeros píxeles, presentando cada uno de ellos por lo menos un valor correspondiente de primer píxel; y

35 un segundo algoritmo, sensible a cada uno de los primeros píxeles, para determinar:

35 un área de búsqueda adicional en el segundo cuadro de imagen que incluye una pluralidad de segundos píxeles entre la pluralidad de píxeles en el segundo cuadro de imagen, presentando cada uno de los segundos píxeles por lo menos un valor correspondiente de segundo píxel y un estado de la región;

40 un segundo píxel de referencia en el área de búsqueda adicional sobre la base de una coincidencia entre el valor de primer píxel correspondiente a los primeros píxeles entre los valores de segundo píxel; y

45 un estado de la región de por lo menos uno de los primeros píxeles sobre la base del estado de la región del segundo píxel de referencia para la determinación de una región objetivo en el primer cuadro de imagen sobre la base del estado de la región de dicho por lo menos un primer píxel.

El codificador de imágenes está adaptado para codificar dicha región objetivo en el primer cuadro de imagen con una calidad visual más alta que otra región en dicho primer cuadro de imagen.

50 De acuerdo con el cuarto aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de codificación de imágenes que tiene un codificador para la codificación de una secuencia de cuadros de imagen en un flujo continuo codificado, y un decodificador para la reconstrucción de la secuencia de cuadros de imagen sobre la base del flujo continuo codificado, en donde la secuencia de cuadros de imagen comprende por lo menos un primer cuadro de imagen y un segundo cuadro de imagen anterior, comprendiendo cada uno de los cuadros de imagen primeros y segundos una pluralidad de píxeles, presentando el segundo cuadro de imagen una región objetivo, presentando dicho codificador de imágenes:

60 unos medios para la descomposición de cada uno de los cuadros de imagen en una pluralidad de componentes de subbanda; y

60 unos medios para la codificación de los componentes de subbanda en el flujo continuo codificado. El codificador de imágenes se caracteriza por

65 un primer algoritmo, sensible a los componentes de subbanda, para definir un área de búsqueda en el primer cuadro de imagen sobre la base de por lo menos una parte de la región objetivo en el segundo cuadro de imagen, incluyendo el área de búsqueda una pluralidad de primeros píxeles, presentando cada uno de ellos por lo menos un

valor correspondiente de primer píxel; y

un segundo algoritmo, sensible a cada uno de los primeros píxeles, para determinar:

5 un área de búsqueda adicional en el segundo cuadro de imagen que incluye una pluralidad de segundos píxeles entre la pluralidad de píxeles en el segundo cuadro de imagen, presentando cada uno de los segundos píxeles por lo menos un valor correspondiente de segundo píxel y un estado de la región;

10 un segundo píxel de referencia en el área de búsqueda adicional sobre la base de una coincidencia entre el valor de primer píxel correspondiente a los primeros píxeles entre los valores de segundo píxel; y

un estado de la región de por lo menos uno de los primeros píxeles sobre la base del estado de la región del segundo píxel de referencia para la determinación de una región objetivo en el primer cuadro de imagen sobre la base del estado de la región de dicho por lo menos un primer píxel.

15 La presente invención se manifestará con la lectura de la descripción considerada conjuntamente con las figuras 1 a 5.

20 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una representación esquemática que ilustra la proyección del límite de una ROI de un cuadro de imagen previo al cuadro de imagen actual.

25 La figura 2 es una representación esquemática que ilustra píxeles en un área que contiene el límite de ROI proyectado en el cuadro de imagen actual y que se usa con fines de comparación de píxeles.

La figura 3a es una representación esquemática que ilustra una ROI estimada en el cuadro de imagen actual.

30 La figura 3b es una representación esquemática que ilustra la detección de bordes horizontales y verticales.

La figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra el proceso de búsqueda de ROI, de acuerdo con la presente invención.

35 La figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de codificación de imágenes con capacidad de seguimiento de ROI, de acuerdo con la presente invención.

Modo óptimo para llevar a cabo la invención

40 El método de seguimiento de ROI, de acuerdo con la presente invención, está diseñado para secuencias a comprimir mediante el JPEG 2000 en Movimiento. El método consta de dos etapas, llevadas a cabo en subbandas de baja resolución en el dominio de las ondículas. En la primera etapa, se realiza una estimación de la región objetivo en un cuadro actual comparando píxeles de forma retroactiva sobre la base de la región objetivo correspondiente en el cuadro anterior. El uso de la subbanda de baja frecuencia reduce la complejidad de cálculo y también introduce estabilidad en el seguimiento. La comparación retroactiva de píxeles elimina la necesidad de adoptar un modelo para el movimiento. Preferentemente, la primera etapa se lleva a cabo usando los componentes de crominancia o croma (U, V) para el seguimiento. A diferencia de la luminancia, los componentes de crominancia son habitualmente estables sobre la secuencia de vídeo y presentan pequeñas variaciones. Esto hace que el algoritmo de seguimiento resulte más robusto a cambios en la iluminación, eliminando así la necesidad de secuencias de entrenamiento de la estimación de iluminación incidente. En la segunda etapa, las subbandas de alta frecuencia (es decir, HL y LH) del componente de luminancia Y se usan para realizar una detección de bordes con el fin de mejorar la precisión de la región objetivo estimada en el cuadro actual. El uso del componente Y posibilita una detección robusta de bordes incluso cuando la región objetivo entra en contacto con otra región del mismo tipo de color.

55 La figura 1 ilustra la primera etapa en la búsqueda de ROI, de acuerdo con la presente invención, para obtener un límite de ROI estimado en un cuadro de imagen actual k . Tal como se muestra en la figura 1, el contorno de una ROI 20 en un cuadro de imagen ($k-1$) se proyecta sobre el cuadro de imagen k . El cuadro ($k-1$) es el cuadro previo. El contorno proyectado 30 en el cuadro k se muestra como un círculo discontinuo. Una banda de píxeles delimitada por un límite exterior 32 y un límite interior 34 se usa como área de búsqueda 130 en el cuadro actual k . El ancho de la banda de píxeles 130 es $2d$. Tal como se muestra en la figura 2, el área de búsqueda 130 representa el espacio de movimiento del contorno de la ROI y d es un límite superior sobre cualquier vector de desplazamiento. Solamente los píxeles dentro del área de búsqueda 130, o los píxeles "relevantes" se comparan de forma retroactiva sobre la base de los coeficientes de ondícula paso bajo de los componentes de crominancia. Debería observarse que el límite de la ROI 20, representado por un círculo, tiene únicamente fines ilustrativos. En general, el límite o contorno de una ROI es irregular en cuanto a su forma, y el área de búsqueda 130 está ocupada por un grupo de píxeles "relevantes" que contiene el contorno de ROI proyectado.

La comparación retroactiva de píxeles consiste en el establecimiento de una correspondencia de cada píxel "relevante" con otro píxel del cuadro previo ($k-1$). El criterio de establecimiento de la correspondencia es la distancia euclídea entre los coeficientes de ondícula paso bajo de los componentes de crominancia (U, V). Este parámetro se minimiza a través de una búsqueda local dentro de una pequeña ventana. Tal como se muestra en la figura 2, un píxel 40 en el cuadro k se usa para hallar una coincidencia dentro de una ventana de búsqueda 50 que circunda un píxel correspondiente en el cuadro ($k-1$). El área de la ventana de búsqueda viene dada por $(2r+1)^2$, donde r es un entero mayor que o igual a d . Si el píxel 40 se expresa como $x_k(i, j)$, entonces la ventana de búsqueda 50 incluye un conjunto de píxeles $x_{k-1}(p, q)$ donde $(i - r) \leq p \leq (i + r)$, $(j - r) \leq q \leq (j + r)$. Para cada píxel en el área de búsqueda 130 en el cuadro k , se realiza una búsqueda retroactiva para hallar un píxel óptimo correspondiente x_{opt} en el cuadro ($k-1$) dentro de la ventana de búsqueda 50. En particular, si w_k es una banda paso bajo del cuadro k y w_{k-1} es la misma banda paso bajo del cuadro ($k-1$), entonces el píxel óptimo x_{opt} se define como

$$x_{opt} = \min_{p,q} |w_k(i, j) - w_{k-1}(p, q)| \quad (1)$$

Como tal, la ventana de búsqueda 50 es un conjunto de coincidencias posibles, y la comparación se consigue a través de la minimización de las distancias euclídeas entre $w_k(i, j)$ y $w_{k-1}(p, q)$, en términos de los componentes de crominancia. Ignorar el componente de luminancia Y hace que el algoritmo resulte más robusto a cambios en la iluminación. Debería observarse que los componentes $w_k(i, j)$ y $w_{k-1}(p, q)$ están relacionados con los coeficientes de ondículas en el espacio de la crominancia. Si se indican los coeficientes de ondícula en el espacio U y en el espacio V como u y v , entonces w puede ser o bien u o bien v , o preferentemente, un vector de 2D que presenta los valores (u, v) .

La siguiente etapa en la búsqueda de ROI consiste en averiguar el estado de la región de cada píxel $x_k(i, j)$ – ya pertenezca al segundo plano (no ROI) de la imagen o a la ROI. El estado de la región del píxel $x_k(i, j)$ depende del estado de la región del píxel correspondiente x_{opt} , el cual es conocido. De este modo, si el píxel óptimo en el cuadro ($k-1$) está en la ROI, se establece que el píxel correspondiente $x_k(i, j)$ también está en la ROI. De forma similar, si el píxel óptimo en el cuadro ($k-1$) está en el segundo plano, se establece también que el píxel correspondiente $x_k(i, j)$ es un píxel del segundo plano. Debería observarse que la ROI del primer cuadro en una secuencia debe alimentarse al algoritmo de búsqueda, y el estado de la región de cada píxel en el interior y el exterior de la ROI del primer cuadro puede señalarse de forma correspondiente.

Aquellos píxeles $x_k(i, j)$ dentro del área de búsqueda 130 que tienen el estado de segundo plano se usarán para formar una máscara con el fin de definir una ROI estimada en el cuadro k . La figura 3a es una representación esquemática de una ROI estimada en el cuadro k después del enmascaramiento.

Preferentemente, un límite superior especificado para la distancia euclídea mínima se usa para determinar si la comparación es satisfactoria. El límite superior especificado puede fijarse, por ejemplo sobre la base del promedio de la intensidad del área. Si x_{opt} en la Ec. 1 es mayor que el límite superior especificado, entonces el estado de la región del píxel $x_k(i, j)$ correspondiente a ese x_{opt} se fijará como segundo plano.

La siguiente etapa es un proceso de sintonización, que se usa para mejorar la precisión de la ROI en el cuadro k sobre la base de los píxeles de límite de la ROI estimada. El propósito del proceso de sintonización es detectar cualesquiera bordes a través de una búsqueda local en torno a estos píxeles de límite para determinar la ROI final en el cuadro k . El dominio de búsqueda para el proceso de sintonización, de acuerdo con la presente invención, consta de los coeficientes de las subbandas HL y LH en el espacio de la luminancia, lo cual permite la extracción de bordes verticales y horizontales, respectivamente (figura 3b). El uso del componente de luminancia Y posibilita una detección robusta de bordes incluso cuando la región objetivo entra en contacto con otra región del mismo tipo de color. El píxel con una mayor magnitud es probable que sea un píxel de borde. Si sucede que el píxel de borde está situado en el segundo plano, entonces sus coeficientes de color deberían comprobarse antes de incluirlo en la ROI. Debe tenerse cuidado de no incluir píxeles de un color diferente en la región de contorno de la ROI. Dicho píxel podría conducir a una propagación de errores cuando se lleva a cabo un seguimiento para la secuencia de imágenes completa.

Algoritmo

Después de proyectar el contorno de la ROI del cuadro ($k-1$) en el cuadro k , la búsqueda de la ROI en el cuadro k se realiza de acuerdo con el siguiente algoritmo:

Bucle sobre todos los píxeles "relevantes" $x_k(i, j)$ dentro del área de búsqueda en el cuadro k ;

Definir una ventana de búsqueda en el cuadro ($k-1$) para cada $x_k(i, j)$;

Bucle sobre todos los píxeles de la ventana $x_{k-1}(p, q)$;

Calcular distancias euclídeas $|w_k(i, j) - w_{k-1}(p, q)|$;

Seleccionar la distancia euclídea mínima para identificar x_{opt} ;

Determinar el estado de la región de $x_k(i, j)$ de acuerdo con x_{opt} ;

Establecer el límite de la ROI estimada sobre la base del estado de la región de $x_k(i, j)$;

Bucle sobre los píxeles del límite de la ROI estimada;

- 5 Clasificar tipo de límite;
 Comparar coeficientes de alta frecuencia y comprobar coeficientes de color para tomar una decisión sobre el píxel de borde.

10 Debería observarse que las operaciones aritméticas usadas en el algoritmo descrito anteriormente son sumas y comparaciones. No se requiere ninguna multiplicación. Dado el hecho de que el codificador ya calcula coeficientes de ondícula, la complejidad más alta del algoritmo es los bucles de búsqueda. Puesto que el seguimiento se lleva a cabo a una baja resolución, y el objeto objetivo en general ocupa solamente una pequeña parte de la imagen (requerida para la eficiencia de la compresión), el número total promedio de bucles es también pequeño.

15 El método de seguimiento de una región objetivo dentro de un cuadro de imagen en una secuencia de cuadros de imagen, de acuerdo con la presente invención, se resume en el diagrama de flujo 500, tal como se muestra en la figura 4.

20 Como se muestra en la figura 4, el contorno de la ROI en el cuadro $(k-1)$ se proyecta sobre el cuadro k en la etapa 510. En la etapa 512 se establece un área de búsqueda que incluye una pluralidad de píxeles en el cuadro k que contiene el contorno de la ROI proyectado. Para cada píxel $x_k(i, j)$ dentro del área de búsqueda, se determina un píxel óptimo $x_{k-1}(p, q)$ dentro de una ventana de búsqueda en el cuadro $(k-1)$ sobre la base de la distancia euclídea en la etapa 514. El estado de la región de $x_k(i, j)$ se determina sobre la base del píxel óptimo correspondiente en la etapa 516. Si se determina el estado de la región de cada $x_k(i, j)$ dentro del área de búsqueda según se decida en la etapa 518, entonces en la etapa 520 se establece una ROI estimada en el cuadro k sobre la base del estado de la región de $x_k(i, j)$'s. En la etapa 522 se usan las subbandas de alta frecuencia en el espacio de la luminancia para detectar los píxeles de borde en torno al límite de la ROI estimada con el fin de mejorar la precisión de la ROI en el cuadro k . Si se decide en la etapa 524 que el cuadro actual k es el último cuadro de la secuencia, a continuación el proceso continúa en la siguiente secuencia. Si no, el proceso realiza un bucle de vuelta a la etapa 510 para determinar la ROI en el siguiente cuadro.

35 En la figura 5 se muestra un sistema de codificación de imágenes que tiene la capacidad de llevar a cabo el método de seguimiento de regiones objetivo, de acuerdo con la presente invención. El sistema de codificación de imágenes 600 comprende un codificador 610 y un decodificador 630. Como se muestra en la figura 5, una secuencia de imágenes 700 que consta de una pluralidad de cuadros de imagen digitales, cada uno de ellos separable en tres planos de color (R, G, B), se suministra a un módulo convertidor 612. El convertidor 612 convierte los cuadros de imagen digitales en una serie de cuadros de imagen digitales 710 en formato YUV. Un módulo de transformada directa por ondículas 614 se usa para transformar los píxeles en cada uno de los cuadros de imagen 710 en coeficientes de ondícula en varias subbandas. Los datos de imagen transformados 720 se proporcionan a un módulo de asignación multi-resolución 616 donde se asignan más bits por píxel a regiones importantes de la imagen dentro de un cuadro. Preferentemente, el límite de cada región importante de la imagen en el primer cuadro se proporciona a un módulo de seguimiento de ROI 618 de modo que puede realizarse automáticamente un seguimiento de la región importante de la imagen en cuadros sucesivos. El módulo de seguimiento de ROI 618 usa el algoritmo de seguimiento de ROI, de acuerdo con la presente invención, para determinar las regiones importantes de la imagen en cuadros sucesivos. Los datos de imagen multi-resolución 730 se transportan a un módulo de codificación 620 para la codificación y compresión. El flujo continuo codificado 740 puede transmitirse en tiempo real o almacenarse para su uso futuro. En el extremo de recepción, el decodificador 630 reconstruye la secuencia de imágenes de entrada 700 sobre la base del flujo continuo codificado 740. Tal como se muestra, se usa un módulo de decodificación 632 para reconstruir los datos transformados sobre la base del flujo continuo codificado 740. Los datos transformados reconstruidos 750 se transforman por medio de un módulo de transformada inversa por ondículas 634 en una serie de cuadros de imagen digitales 760 en el espacio YUV. Después de convertirse por medio de un módulo de conversión 636, los datos de imagen se convierten en una serie de imágenes digitales 770 en tres planos de color (R, G, B).

55 Resultados de la simulación

60 El método de seguimiento de ROI, de acuerdo con la presente invención, se ha usado sobre tres secuencias de imágenes diferentes: "MOBILE", "FOREMAN" e "IRENE". Todas las secuencias tienen un tamaño CIF (Formato Intermedio Común) y una velocidad de 30 cuadros por segundo. Para funcionar a velocidades más bajas, se saltan 3 cuadros en cada iteración de seguimiento en las secuencias "MOBILE" y "FOREMAN", y el seguimiento se lleva a cabo a una velocidad de 7,5 cuadros por segundo. En la secuencia "IRENE" se mantiene la velocidad de cuadros original.

65 En la secuencia "MOBILE", la ROI es una bola roja con pequeñas regiones blancas circundantes. La bola experimenta movimientos de rotación y traslación, hacia atrás y adelante, y entra en contacto con otras regiones de colores similares.

En la secuencia "FOREMAN", la cara humana de la cual se está realizando el seguimiento cambia de postura y posición. Al final de la secuencia, se produce un cambio brusco de escena y la región objetivo se ocluye totalmente.

5 En la secuencia "IRENE", se seleccionan dos ROI, cada una sobre una mano diferente del locutor. Las manos manifiestan una variación relativamente rápida de posiciones, posturas y colores. Las manos también se solapan con otras regiones de la piel, tales como la región del cuello, lo cual hace que el seguimiento resulte todavía más difícil.

10 En la simulación, la entrada de la ROI se alimenta al algoritmo, en el primer cuadro. En cada iteración, solamente se usa la transformada por ondículas del cuadro previo. La búsqueda se realiza en la segunda resolución (subbanda LL) y el límite superior d se selecciona de manera que sea igual a 6 píxeles, mientras que el tamaño de la ventana de búsqueda es 16 por 16 píxeles ($r = 8$). El límite superior sobre la distancia euclídea mínima es 3 en las secuencias "MOBILE" Y "FOREMAN". En la secuencia "IRENE", el límite superior no se fija con el fin de compensar los cambios de color en la ROI.

15 En la secuencia "MOBILE", la dificultad principal es la presencia de muchas regiones de segundo plano con colores similares al objetivo. Algunas de estas regiones no aparecen inicialmente en la escena (inclusión total o parcial). En el primer cuadro, la región objetivo no incluye la bola completa, ya que solamente aparece parte de la bola. Los resultados de la simulación muestran que el algoritmo de seguimiento puede mantener un seguimiento de la bola por
20 toda la secuencia de vídeo. Sin embargo, a medida que la iteración progresa, en la ROI se incluyen algunas de las regiones del segundo plano. Las regiones incluidas están muy cerca de la región objetivo en cuanto a colores y posiciones y no están inicialmente en la escena.

25 En la secuencia "FOREMAN", el algoritmo muestra su capacidad de seguimiento de la cara a pesar de los cambios de postura facial en movimiento relativamente rápido durante algunos periodos de la secuencia. A medida que la iteración progresa, el algoritmo incluye parte del cuello en la ROI. La región incluida se conecta con la cara sin un borde de separación. Una parte de la pared también se incluye en la ROI debido a la similitud en los componentes de color. Los resultados de la simulación también muestran la capacidad del algoritmo de detectar una oclusión completa de la región objetivo con respecto a la escena.

30 En la secuencia "IRENE" se realiza un seguimiento de las dos manos del locutor a una velocidad de 30 cuadros por segundo. El seguimiento de una región objetivo de este tipo es muy difícil debido a variaciones significativas en las posiciones, las posturas (cambiando de lado y diferentes posiciones de los dedos) y los colores. Para superar el problema del cambio en el color, el límite superior sobre la distancia mínima euclídea se relaja. En algunos cuadros,
35 las dos manos cambiaban de lado. Sin embargo, el algoritmo sigue pudiendo llevar a cabo un seguimiento de la ROI, perdiéndose solamente una parte de la mano derecha. En algunos cuadros, se logra un buen rendimiento de seguimiento a pesar del solapamiento con el cuello y la cara. Cuando las manos se alejan de otras regiones de la piel, se pierde una parte significativa de la mano derecha asociada al segundo plano. Finalmente, la ROI completa sobre la mano derecha desaparece totalmente. Esto es debido principalmente a que la mano derecha se mueve
40 relativamente rápido y de este modo es más difícil realizar un seguimiento de la misma. Debería observarse que es posible incluir una característica de retroalimentación en el algoritmo de seguimiento para impedir la desaparición de la ROI. Por ejemplo, el área de búsqueda y la ventana de búsqueda se pueden incrementar si la ROI se reduce progresivamente durante un cierto número de cuadros.

45 La principal ventaja del método de seguimiento de regiones objetivo, de acuerdo con la presente invención, es que no se basa en información anterior referente a la región de interés. Por ejemplo, en el seguimiento de una cara humana, el algoritmo no se basa en características específicas tales como valores de color, y singularidades de los ojos y la boca. Habitualmente, se requiere información específica fuera de línea a través de un entrenamiento del objetivo. El algoritmo de seguimiento, de acuerdo con la presente invención, es adecuado para una región de interés
50 no específica a especificar por un usuario.

El seguimiento de ROI es una funcionalidad útil en un códec de imágenes, tal como el JPEG 2000. Permite la asignación de más bits en una región objetivo que en otras regiones en el cuadro de imagen mientras se codifica el cuadro de imagen. Como tal, puede lograrse una alta calidad visual en torno a la región objetivo.

55 Aunque la invención se ha descrito con respecto a una forma de realización preferida de la misma, los expertos en la materia entenderán que los cambios anteriores y otros diversos cambios, omisiones y desviaciones en cuanto a forma y detalle de la misma pueden realizarse sin desviarse con respecto al alcance de esta invención, el cual se define por medio de las reivindicaciones adjuntas.

60

REIVINDICACIONES

1. Método de seguimiento de una región objetivo en un cuadro de imagen (k) sobre la base de una región objetivo (20) de un cuadro de imagen previo (k-1) en una secuencia de cuadros de imagen, comprendiendo cada una de dicha secuencia de cuadros de imagen una pluralidad de píxeles, comprendiendo dicho método:
- 5
- determinar un área de búsqueda (130) en dicho cuadro de imagen (k) sobre la base de por lo menos una parte de la región objetivo (20) en dicho cuadro previo (k-1), comprendiendo dicha área de búsqueda (130) una pluralidad de primeros píxeles, presentando cada uno de los primeros píxeles (40) por lo menos un valor correspondiente de primer píxel; y caracterizado porque
- 10
- para cada uno de los primeros píxeles (40) en el área de búsqueda (130):
- se determina un área de búsqueda adicional (50) en dicho cuadro previo (k-1), incluyendo dicha área de búsqueda adicional (50) una pluralidad de segundos píxeles de entre la pluralidad de píxeles en el cuadro previo (k-1), presentando cada uno de los segundos píxeles por lo menos un valor correspondiente de segundo píxel y un estado de región;
- 15
- se halla una coincidencia entre el valor de primer píxel correspondiente al primer píxel (40) entre los valores de segundo píxel para localizar un segundo píxel de referencia; y
- 20
- se determina el estado de la región de por lo menos uno de dichos primeros píxeles (40) sobre la base del estado de la región del segundo píxel de referencia para determinar la región objetivo en dicho cuadro de imagen (k) sobre la base del estado de la región de dicho por lo menos un primer píxel (40).
- 25
2. Método según la reivindicación 1, en el que el estado de la región del segundo píxel es indicativo de si dicho segundo píxel está localizado dentro de la región objetivo (20) en dicho cuadro previo (k-1).
3. Método según la reivindicación 1 ó la reivindicación 2, en el que dicha por lo menos una parte de la región objetivo (20) en dicho cuadro previo (k-1) tiene un contorno para definir un contorno correspondiente (30) en dicho cuadro de imagen (k), y en el que los primeros píxeles (40) incluyen unos píxeles adyacentes al contorno correspondiente (30) en dicho cuadro de imagen (k).
- 30
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la región objetivo de dicho cuadro de imagen (k) incluye un límite y dicha pluralidad de píxeles en dicho cuadro de imagen (k) incluyen una pluralidad de terceros píxeles adyacentes al límite, presentando cada uno de los terceros píxeles por lo menos un valor correspondiente de tercer píxel, estando caracterizado además dicho método porque comprende
- 35
- determinar el tipo de borde de los terceros píxeles para modificar la región objetivo en dicho cuadro de imagen (k) sobre la base del tipo de borde de los terceros píxeles.
- 40
5. Método según la reivindicación 4, en el que el tipo de borde se determina sobre la base del componente de luminancia de los coeficientes de ondícula.
- 45
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que los valores de los primeros y segundos píxeles son indicativos de coeficientes de ondícula.
7. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que los valores de los primeros y segundos píxeles son indicativos de los coeficientes de ondícula en una subbanda baja.
- 50
8. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que los valores de los primeros y segundos píxeles son indicativos de por lo menos uno de los componentes de crominancia de los coeficientes de ondícula en una subbanda baja.
- 55
9. Método según la reivindicación 4 ó la reivindicación 5, en el que los valores de tercer píxel son indicativos de coeficientes de ondícula.
10. Método según la reivindicación 4 ó la reivindicación 5, en el que los valores de tercer píxel son indicativos de coeficientes de ondícula en una subbanda alta.
- 60
11. Método según cualquiera de las reivindicaciones 4, 5, 9 y 10, en el que los valores de tercer píxel son indicativos del componente de luminancia de coeficientes de ondícula en una subbanda alta.
- 65
12. Programa de ordenador para su uso en un codificador de imágenes (610) que tiene unos medios (620) para la codificación de una secuencia (700) de cuadros de imagen en un flujo continuo codificado (740), presentando dicha secuencia (700) de cuadros de imagen por lo menos un primer cuadro de imagen (k) y un segundo cuadro de

imagen anterior (k-1), presentando cada uno de los cuadros de imagen primeros (k) y segundos (k-1) una pluralidad de píxeles, presentando el segundo cuadro de imagen (k-1) una región objetivo (20), comprendiendo dicho programa de ordenador:

- 5 un código para definir un área de búsqueda (130) en el primer cuadro de imagen (k) sobre la base de por lo menos una parte de la región objetivo (20) en el segundo cuadro de imagen (k-1), comprendiendo dicha área de búsqueda (130) una pluralidad de primeros píxeles (40), presentando cada uno de los primeros píxeles por lo menos un valor correspondiente de primer píxel; y caracterizado porque comprende además
- 10 un código para determinar, para cada uno de los primeros píxeles (40) en el área de búsqueda (130):
- un área de búsqueda adicional (50) en el segundo cuadro de imagen (k-1), incluyendo dicha área de búsqueda adicional (50) una pluralidad de segundos píxeles de entre la pluralidad de píxeles del segundo cuadro de imagen (k-1), presentando cada uno de los segundos píxeles por lo menos un valor correspondiente de segundo píxel y un estado de región;
- 15 un segundo píxel de referencia en dicha área de búsqueda adicional (50) sobre la base de una coincidencia entre el valor de primer píxel correspondiente al primer píxel (40) de entre los valores de segundo píxel; y
- 20 el estado de región de por lo menos uno de dichos primeros píxeles (40) sobre la base del estado de la región del segundo píxel de referencia para determinar una región objetivo en el primer cuadro de imagen (k) sobre la base del estado de la región de dicho por lo menos un primer píxel (40).
- 25 13. Programa de ordenador según la reivindicación 12, en el que los valores de los primeros y segundos píxeles son indicativos de por lo menos uno de los componentes de crominancia de coeficientes de ondícula en una subbanda baja.
- 30 14. Programa de ordenador según la reivindicación 12 ó la reivindicación 13, en el que la región objetivo del primer cuadro de imagen (k) incluye un límite y dicha pluralidad de píxeles en el primer cuadro de imagen (k) incluye una pluralidad de terceros píxeles adyacentes al límite, presentando cada uno de los terceros píxeles por lo menos un valor correspondiente de tercer píxel, estando caracterizado además dicho programa de ordenador porque comprende
- 35 un código para la determinación del tipo de borde de los terceros píxeles con el fin de modificar la región objetivo en el primer cuadro de imagen (k) sobre la base del tipo de borde de los terceros píxeles.
15. Programa de ordenador según la reivindicación 14, en el que los valores de los terceros píxeles son indicativos del componente de luminancia de coeficientes de ondícula en una subbanda alta.
- 40 16. Programa de ordenador según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15, en el que el estado de la región del segundo píxel es indicativo de si dicho segundo píxel está localizado dentro de la región objetivo (20) en el segundo cuadro de imagen (k-1).
- 45 17. Codificador de imágenes (610) para la codificación de una secuencia (700) de cuadros de imagen que comprenden por lo menos un primer cuadro de imagen (k) y un segundo cuadro de imagen anterior (k-1), incluyendo cada uno de los cuadros de imagen primeros (k) y segundos (k-1) una pluralidad de píxeles, presentando el segundo cuadro de imagen (k-1) una región objetivo (20), presentando dicho codificador de imágenes (610):
- 50 unos medios (614) para la descomposición de cada uno de los cuadros de imagen en una pluralidad de componentes de subbanda; y
- unos medios (620) para la codificación de los componentes de subbanda en un flujo continuo codificado (740), comprendiendo dicho codificador de imágenes (610):
- 55 un primer algoritmo, sensible a los componentes de subbanda, para definir un área de búsqueda (130) en el primer cuadro de imagen (k) sobre la base de por lo menos una parte de la región objetivo (20) en el segundo cuadro de imagen (k-1), incluyendo el área de búsqueda (130) una pluralidad de primeros píxeles (40), presentando cada uno de ellos por lo menos un valor correspondiente de primer píxel; estando caracterizado dicho codificador de imágenes (610) porque comprende
- 60 un segundo algoritmo, sensible a cada uno de los primeros píxeles (40), para determinar:
- un área de búsqueda adicional (50) en el segundo cuadro de imagen (k-1) que incluye una pluralidad de segundos píxeles de entre la pluralidad de píxeles en el segundo cuadro de imagen (k-1), presentando cada uno de los segundos píxeles por lo menos un valor correspondiente de segundo píxel y un estado de la región;
- 65

un segundo píxel de referencia en el área de búsqueda adicional (50) sobre la base de una coincidencia entre el valor de primer píxel correspondiente al primer píxel (40) entre los valores de segundo píxel; y

5 un estado de la región de por lo menos uno de los primeros píxeles (40) sobre la base del estado de la región del segundo píxel de referencia para la determinación de una región objetivo en el primer cuadro de imagen (k) sobre la base del estado de la región de dicho por lo menos un primer píxel (40).

10 18. Codificador de imágenes (610) según la reivindicación 17, en el que los valores de los primeros y los segundos píxeles son indicativos de por lo menos uno de los componentes de crominancia de los coeficientes de ondícula en una subbanda baja.

15 19. Codificador de imágenes (610) según la reivindicación 17 ó la reivindicación 18, en el que la región objetivo del primer cuadro de imagen (k) incluye un límite y dicha pluralidad de píxeles en el primer cuadro de imagen (k) incluye una pluralidad de terceros píxeles adyacentes al límite, presentando cada uno de los terceros píxeles por lo menos un valor correspondiente de tercer píxel, comprendiendo dicho codificador de imágenes (610) unos medios para la determinación del tipo de borde de los terceros píxeles con el fin de modificar la región objetivo en dicho cuadro de imagen (k) sobre la base del tipo de borde de los terceros píxeles.

20 20. Codificador de imágenes (610) según la reivindicación 19, en el que los valores de los terceros píxeles son indicativos del componente de luminancia de coeficientes de ondícula en una subbanda alta.

25 21. Codificador de imágenes (610) según cualquiera de las reivindicaciones 17 a 20, en el que el codificador de imágenes (610) está adaptado para codificar dicha región objetivo en el primer cuadro de imagen (k) con una calidad visual más alta que otra región en dicho primer cuadro de imagen (k).

30 22. Sistema de codificación de imágenes (600) que tiene un codificador (610) según cualquiera de las reivindicaciones 17 a 21 para la codificación de una secuencia (700) de cuadros de imagen en un flujo continuo codificado (740), y un decodificador (630) para la reconstrucción de la secuencia (700) de cuadros de imagen sobre la base del flujo continuo codificado (740).

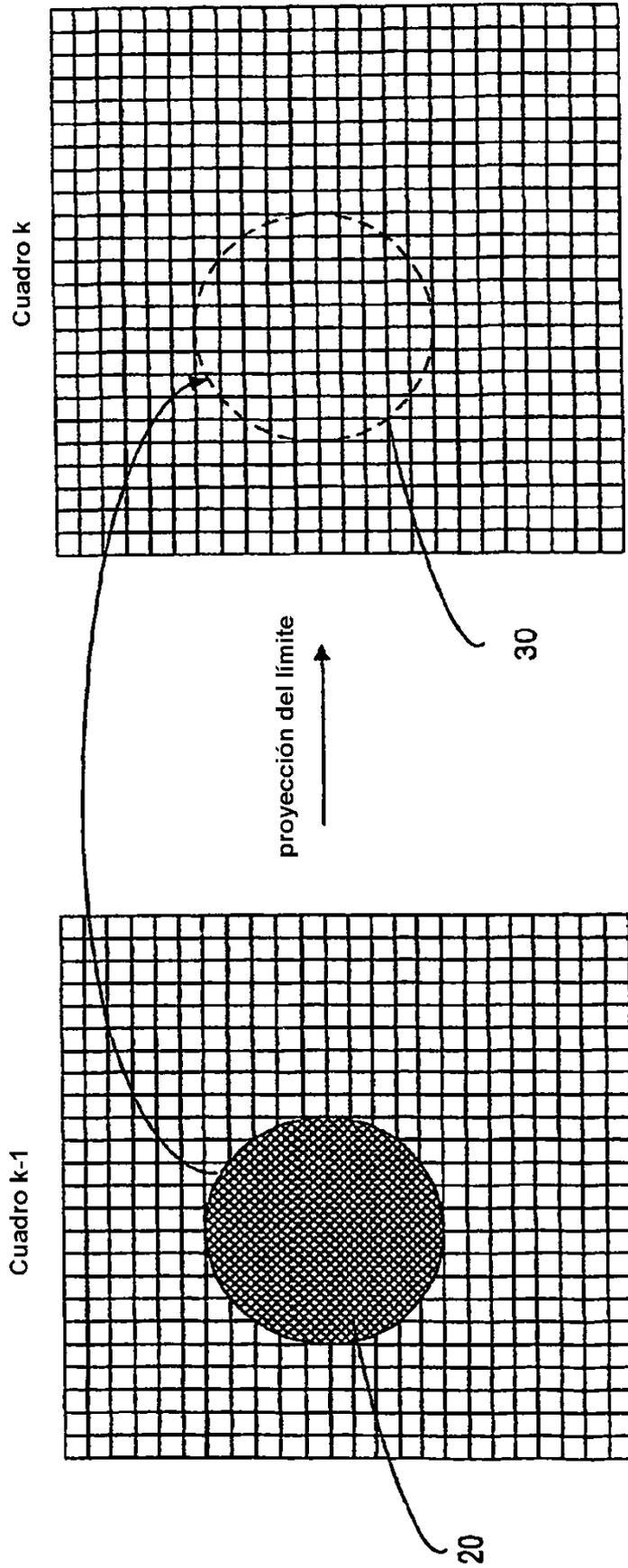


FIG. 1

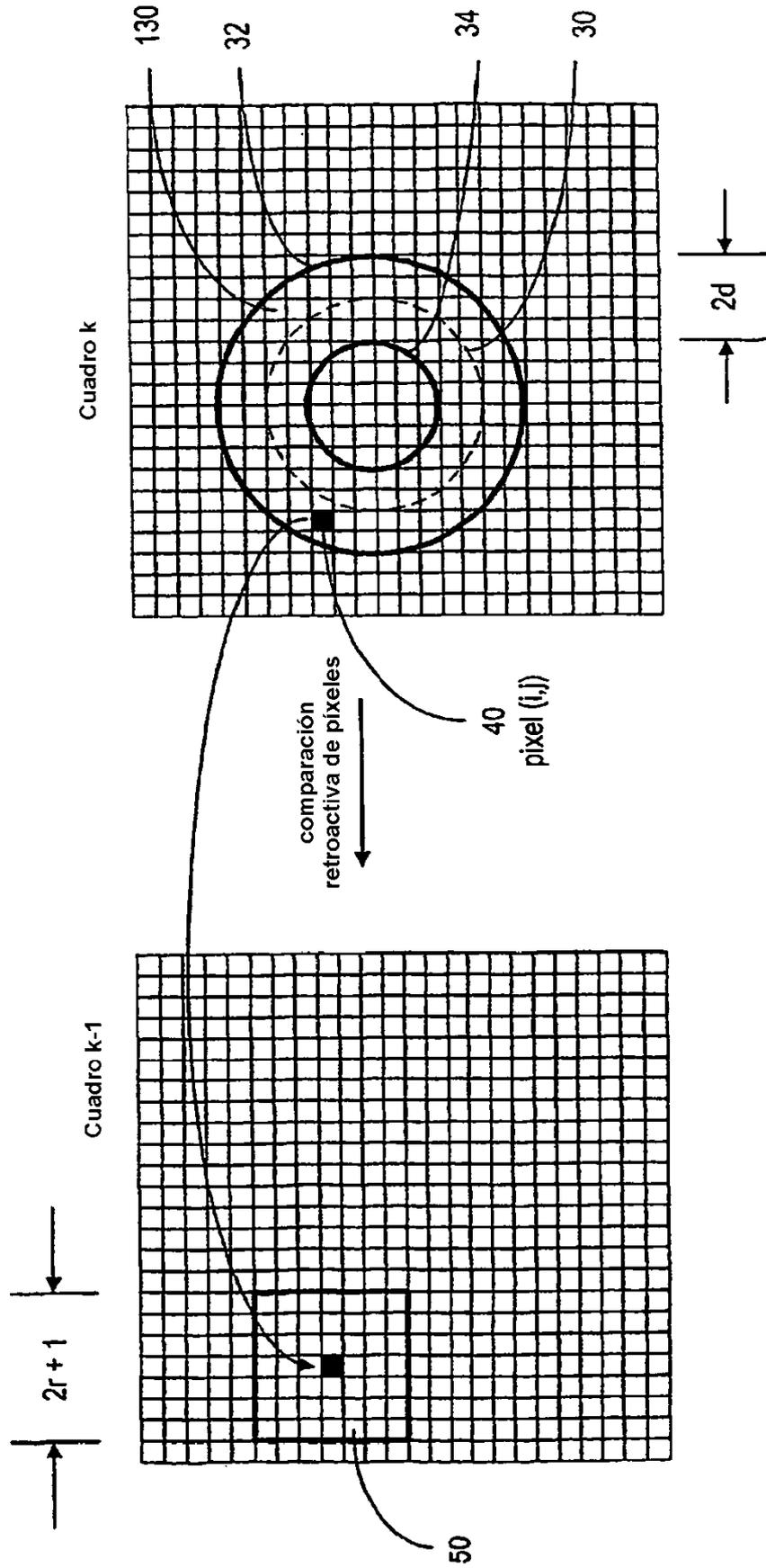


FIG. 2

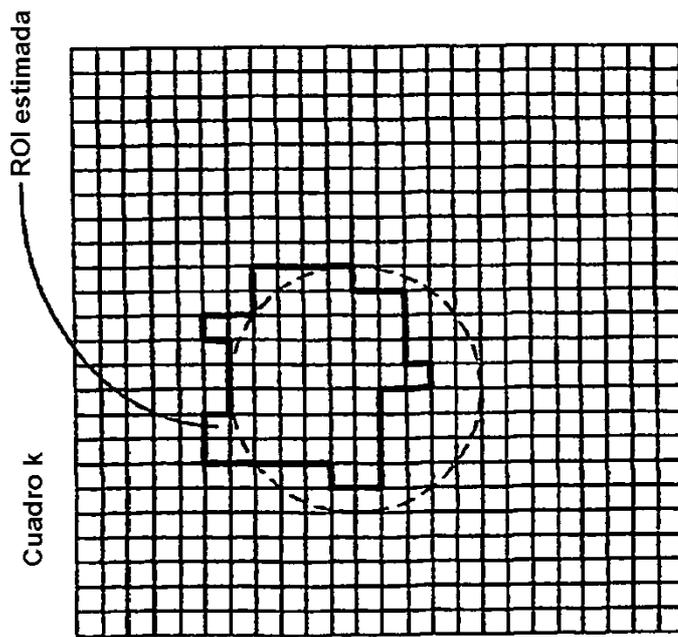
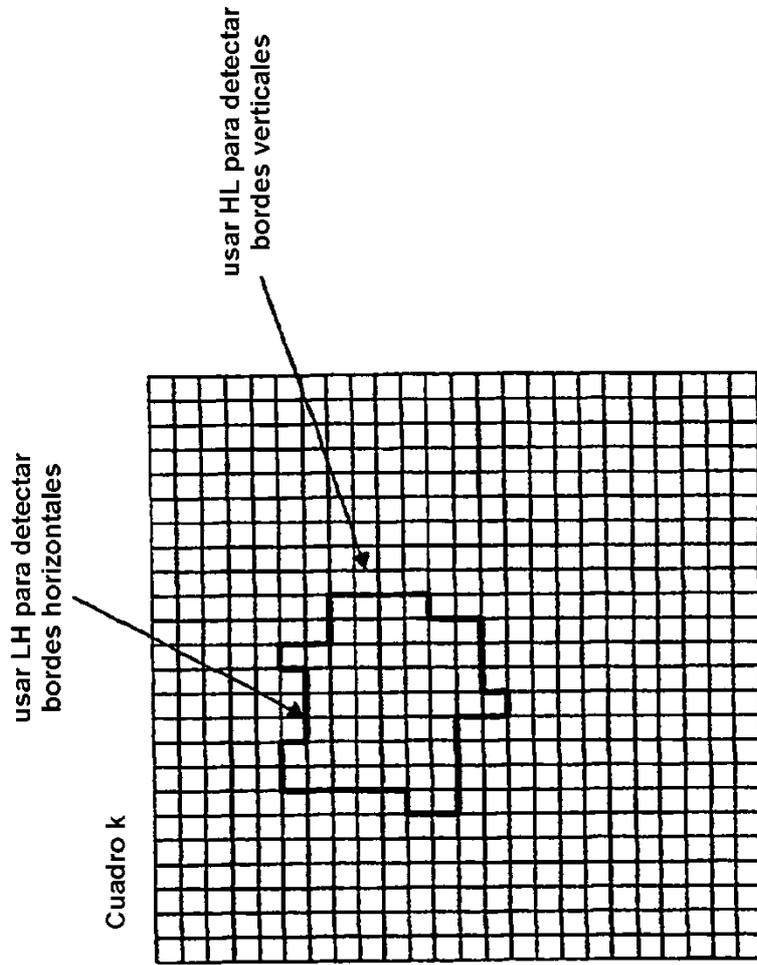


FIG. 3b

FIG. 3a

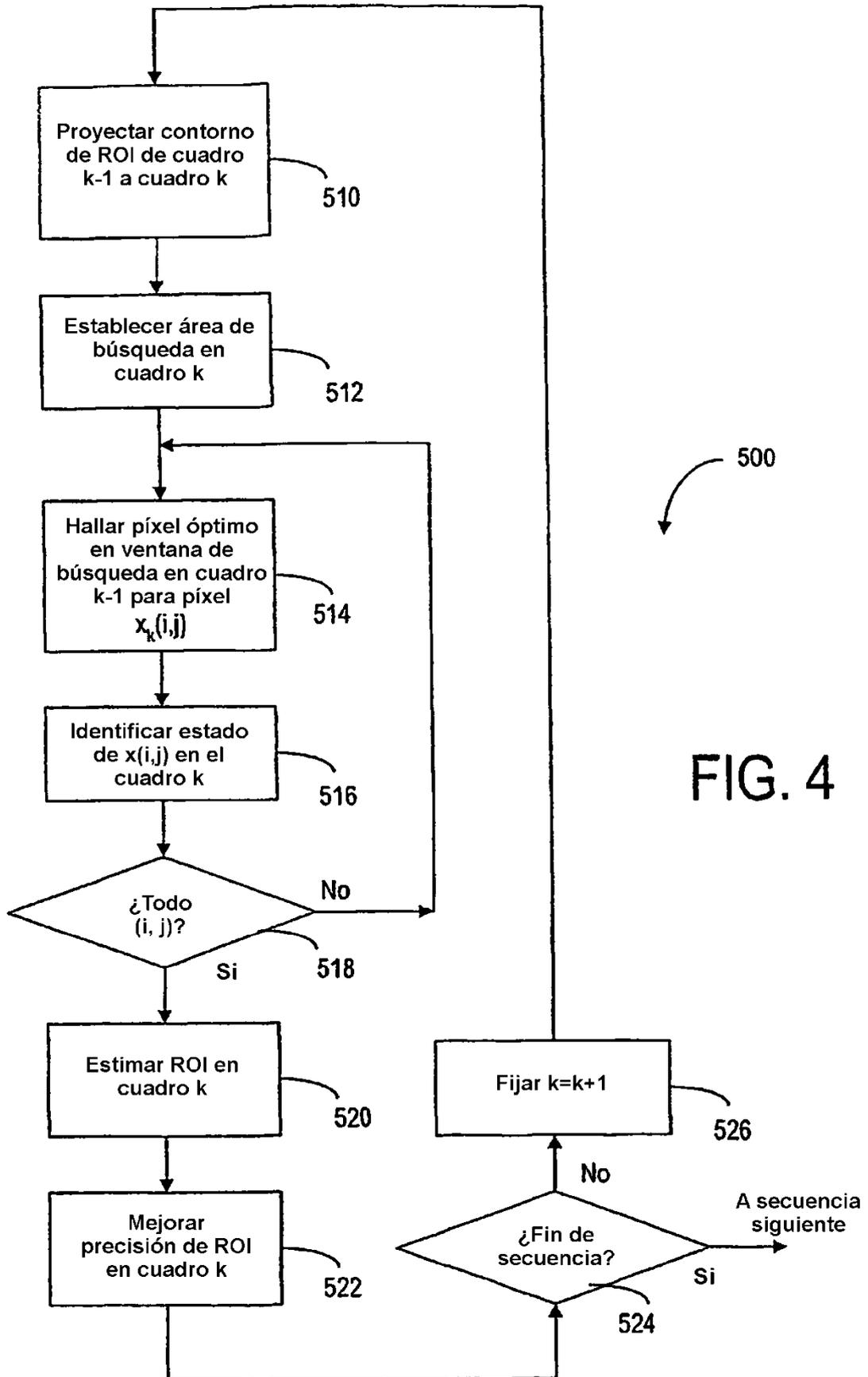


FIG. 4

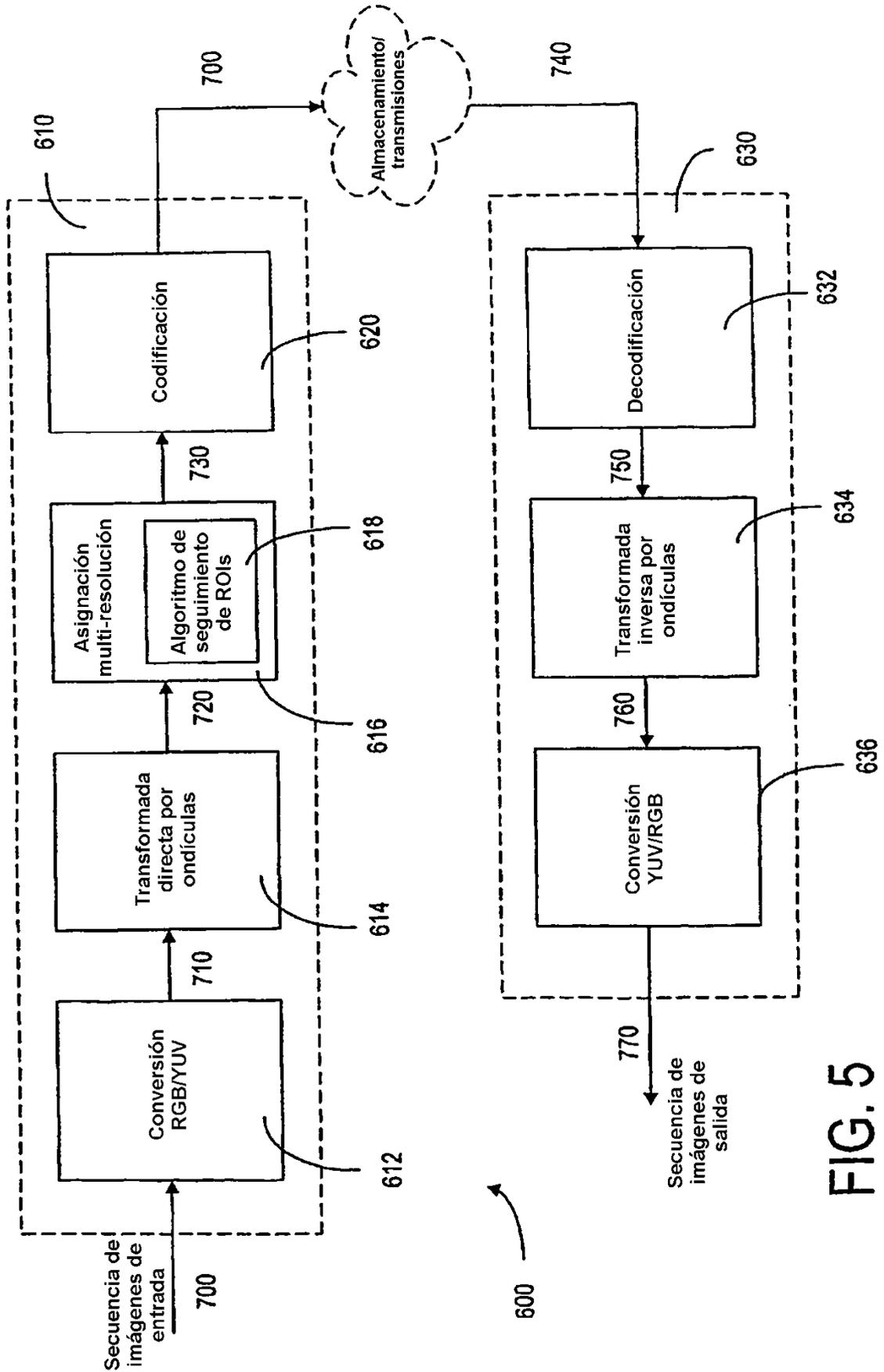


FIG. 5