

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 908 798**

51 Int. Cl.:

G06T 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.03.2017** **PCT/EP2017/057426**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2018** **WO18177522**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2017** **E 17714427 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.12.2021** **EP 3602478**

54 Título: **Incorporación de marca de agua en un video**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
04.05.2022

73 Titular/es:

**FUNDACIÓ PER A LA UNIVERSITAT OBERTA DE
CATALUNYA (100.0%)
Avinguda del Tibidabo 39-43
08035 Barcelona, ES**

72 Inventor/es:

**MEGÍAS JIMÉNEZ, DAVID y
FALLAHPOUR, MEHDI**

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 908 798 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

Incorporación de marca de agua en un video

- 5 La presente divulgación se refiere a la incorporación de marca de agua en videos y, más concretamente, a procedimientos, dispositivos y programas informáticos para su uso en la incorporación de marca de agua en señales de video.

ANTECEDENTES

- 10 Con el rápido desarrollo de la tecnología de la información, la publicación electrónica, tal como la distribución de audio, imágenes y videos digitalizados, es cada vez más popular. Los contenidos multimedia digitales, tales como los videos, se pueden enviar fácilmente a través de Internet a un sistema en la nube. En particular, el acceso a datos a través de redes inalámbricas desde las nubes de datos ha encontrado recientemente una mayor popularidad debido al rápido crecimiento de las aplicaciones multimedia inalámbricas.

- 15 Hoy en día, casi todos los productos de video digital se distribuyen y almacenan en formato comprimido para facilitar el envío y el almacenamiento de la información. Existen varias técnicas avanzadas de codificación de video, tal como el estándar de codificación de video H.264/AVC, que es un estándar de compresión de video basado en la compensación de movimiento orientado a bloques.

- 20 El procesamiento en la nube en el mundo actual está marcando grandes diferencias con otras tecnologías. El procesamiento en la nube proporciona la capacidad de utilizar los recursos de almacenamiento y procesamiento en base al uso y reducir las inversiones y gastos de los sistemas de información de las organizaciones. Sin embargo, cuando los usuarios disfrutan de las capacidades del superprocesamiento y almacenamiento masivo que ofrece el procesamiento en la nube, la seguridad en la nube sigue siendo un problema candente, que es en esencia la gestión de la autenticación entre los propietarios de los datos y los proveedores de servicios de almacenamiento. En el procesamiento en la nube, los proveedores de servicios de almacenamiento garantizan la autenticidad e integridad de los datos de los usuarios desde dos aspectos principales. Por un lado, los datos no pueden ser revisados, ni dañados, ni perdidos. Este es el problema tradicional de la seguridad de los datos, que se podría solucionar con muchos medios técnicos existentes (tal como una copia de seguridad de los datos, la recuperación de la copia de seguridad, la eliminación de virus, el encriptado de los datos, etc.). Los centros de servicios de seguridad tienen que prestar intensamente estos servicios a un gran número de propietarios de datos. Esta es una de las ventajas que aporta el procesamiento en la nube. Por otro lado, los propietarios de los datos se preocupan por saber si el proveedor del servicio de almacenamiento de datos utilizará sus datos o los revelará a un tercero sin autorización. Por lo tanto, la gestión de la autenticación entre los propietarios de los datos y los proveedores de servicios de almacenamiento es un problema principal de la seguridad en la nube, que demanda una estipulación efectiva del uso de los datos.

- La seguridad multimedia se ha convertido en una preocupación cada vez más importante para el control de acceso a los datos multimedia en la nube. Es importante garantizar transmisiones de datos multimedia seguras y fiables entre los dispositivos móviles y portátiles y la nube de medios. Dado que los datos pueden ser transferidos y almacenados en un sistema en la nube a través de la tecnología inalámbrica, se vuelven vulnerables a las divulgaciones no autorizadas, las modificaciones y los ataques de repetición. Estos problemas están relacionados con la manipulación de frames de video; la manipulación se puede clasificar en espacial, temporal o ambas. La manipulación espacial se refiere a modificaciones en el frame, tales como el recorte y la sustitución, y la adición y eliminación de contenido.

- 45 Por ejemplo, un usuario puede subir su imagen a la nube de medios cuando está en casa usando el teléfono móvil. Más tarde, quiere acceder al mismo medio (por ejemplo, una imagen) en la nube de medios cuando está en la universidad o en el trabajo. La cuestión es cómo garantizar al usuario que los datos multimedia no han sido modificados por otros. Es razonable que un sistema en la nube pueda proporcionar un control de acceso de seguridad. Sin embargo, la propia nube puede no ser de confianza, ya que está gestionada por terceros, tales como los proveedores de servicios en la nube. La seguridad sólo se puede garantizar mediante contratos entre los usuarios y los proveedores de servicios en la nube. Existen algunos riesgos potenciales, tales como los ataques a la seguridad o la mala conducta del gestor de la nube. En sentido estricto, los usuarios sólo deben confiar en sí mismos y no en los servicios de seguridad en la nube.

- 55 Hoy en día, las tecnologías de incorporación de marca de agua en la nube son un enfoque conveniente para resolver el problema de la gestión de la autenticación multimedia entre los propietarios de los datos y los proveedores de servicios de almacenamiento. La incorporación de marca de agua en la nube es una tecnología digital de incorporación de marca de agua que se basa en el modelo de la nube, que se ha aplicado ampliamente en bases de datos de texto y relacionales. Sin embargo, las técnicas tradicionales de incorporación de marca de agua en la nube tienen inconvenientes importantes para verificar la autenticidad e integridad de los datos de los usuarios. Los inconvenientes están relacionados con la transparencia, la carga útil, la seguridad, la tasa de bits (bitrate) y la duración de la extracción de la marca o marcas de agua, según se explicará a continuación:

Los procesos de incorporación de marca de agua conocidos introducen artefactos perceptibles en el contenido original de un vídeo. La calidad del vídeo no se conserva después de añadir la marca o marcas de agua y éstas no son transparentes para el usuario.

5 Los procesos de incorporación de marca de agua conocidos introducen un número tan grande de bits de datos de marca de agua que no pueden ser incorporados de forma fiable dentro de una señal host por frame o por unidad de tiempo.

10 Las señales de vídeo con marca de agua incorporada a través de los procesos conocidos de incorporación de marca de agua pueden revelar pistas sobre las marcas de agua que contienen.

Los procesos conocidos de incorporación de marcas de agua en frames de vídeo provocan que los frames de vídeo aumenten su tasa de bits. Esto implica una gran carga para el hardware, especialmente en dispositivos tales como teléfonos inteligentes, tabletas, cámaras y redes.

15 La detección de marcas de agua en señales de vídeo incorporadas a través de procedimientos conocidos puede implicar sistemas de detección relativamente lentos y complejos. Se requiere una descompresión completa para detectar o variar la marca o marcas de agua incorporadas en la señal de vídeo.

20 Los documentos "Flexible image watermarking in JPEG domain" cuyo autor es FALLAHPOUR MEHDI et al, "Tampering detection in compressed digital video using watermarking" cuyo autor es FALLAHPOUR MEHDI et al, "A video watermarking DRM method based on H.264 compressed domain with low bit-rate increase" cuyo autor es MA ZHAOFENG et al, "Compressed-domain video watermarking for H.264" cuyo autor es NOORKAMI M et al, y "Reversible watermarking for knowledge digest embedding and reliability control in medical images" cuyo autor es COATRIEUX G et al divulgan ejemplos de incorporación de marca de agua en un vídeo.

Es un objeto de la presente divulgación proporcionar ejemplos de procedimientos y dispositivos para la incorporación de marca de agua en señales de vídeo que eviten o al menos reduzcan los inconvenientes antes mencionados.

30 RESUMEN

La invención se expone en el juego de reivindicaciones adjunto.

En un primer aspecto, se proporciona un procedimiento para incorporar unos datos de marca de agua en una señal de vídeo a codificar por entropía. La señal de vídeo puede comprender al menos un bloque con niveles y los datos de

35 marca de agua pueden comprender al menos un bit. El procedimiento comprende:
- obtener datos de marca de agua (esta acción se puede llevar a cabo, por ejemplo, en un dispositivo de codificación o similar);

- obtener (por ejemplo, en el dispositivo de codificación o similar) al menos un valor de un primer nivel con marca de agua incorporada en base a al menos un primer nivel del bloque procesando el valor del primer nivel con marca de

40 agua incorporada del siguiente modo:

$$L'_a = f(L_a, w_i)$$

en el que,

L'_a representa el valor del primer nivel con marca de agua incorporada;

L_a representa el primer nivel;

45 w_i representa los datos de marca de agua;

en el que $f(L_a, w_i)$ se puede definir de forma que el primer nivel L_a puede ser obtenible en base al primer nivel con marca de agua incorporada y puede ser procesable del siguiente modo:

$$L_a = h(f(L_a, w_i), w_i)$$

50 Este procedimiento de incorporación se puede utilizar después de procedimientos de compresión relativamente complejos y que son costosos en tiempo, y antes de la codificación de entropía sin pérdidas de la señal de vídeo, de manera que se evita la posibilidad de perder datos de marca de agua.

55 Si el usuario quiere variar la marca de agua una vez incorporada, sólo se requiere una decodificación de entropía relativamente sencilla y rápida. Una señal de vídeo comprimida no necesita ser descomprimida completamente y comprimida de nuevo. Por lo tanto, se reduce el tiempo de procesamiento necesario. Por lo tanto, se pueden reducir los requisitos de recursos de hardware y también se puede reducir el consumo de energía, lo que es un problema principal cuando se trata de dispositivos portátiles tales como tabletas, teléfonos inteligentes, teléfonos móviles o

60 cámaras.

Este procedimiento de incorporación no altera el número de niveles de un bloque, lo que ayuda a mantener la misma tasa de bits (bitrate) que el original sin incorporación de marca de agua. Un número menor de tasa de bits puede suponer una menor carga para el hardware, lo que puede ser importante para dispositivos tales como teléfonos

65 inteligentes y netbooks.

Este procedimiento de incorporación puede formar parte de un proceso de codificación de la señal de vídeo en el que se generan bloques con niveles durante la compresión, y el posterior proceso de decodificación, de modo que la marca de agua puede ser incorporada en un sitio de dispositivo de codificación y ser detectada posteriormente en un sitio de dispositivo de decodificación. Esta configuración puede aprovechar algunos códecs populares tal como el H.264/AVC.

Implementando este procedimiento de incorporación, la marca o marcas de agua incorporadas en la señal de vídeo pueden ser reversibles, ya que el primer nivel original es obtenible a partir del primer nivel con marca de agua incorporada.

Ese procedimiento de incorporación permite un buen equilibrio entre capacidad, transparencia y tasa de bits (bitrate), ya que es el principal reto para las aplicaciones de incorporación de marca de agua en un vídeo; es decir, se obtiene un esquema de muy alta capacidad y transparencia con muy pocos cambios en la tasa de bits (bitrate).

Según algunos ejemplos, el procedimiento de incorporación puede comprender además, antes de obtener el valor de un primer nivel con marca de agua incorporada:

- seleccionar al menos un bloque que comprende, en una posición superior a una posición de umbral predeterminada, un nivel diferente de cero (esta acción se puede llevar a cabo, por ejemplo, en un dispositivo de decodificación o similar);
- utilizar el último nivel distinto de cero del bloque como base para obtener el nivel con marca de agua incorporada (esta acción se puede llevar a cabo, por ejemplo, en un dispositivo de decodificación o similar).

Los niveles distintos de cero pueden ser modificados porque el cambio de un nivel cero a un nivel distinto de cero puede cambiar la tasa de bits enormemente ya que la codificación de longitud variable adaptativa al contexto (CAVLC: Context-Adaptive Variable-Length Coding) es muy sensible a los niveles.

La posición de umbral puede ser predeterminada en función de las necesidades de cada aplicación en particular. Esto puede permitir un fácil ajuste de las propiedades de la marca o marcas de agua incorporadas.

Según otro aspecto, se divulga un programa informático. El programa informático puede comprender instrucciones de programa para hacer que un dispositivo de codificación (o cualquier otro tipo de dispositivo informático) realice un procedimiento de incorporación de datos de marca de agua en una señal de vídeo según se ha descrito anteriormente. El programa informático puede ser incluido en un medio de almacenamiento (por ejemplo, un CD-ROM, un DVD, una unidad USB, una memoria informática o una memoria de sólo lectura) o ser transportado en una señal portadora (por ejemplo, en una señal portadora eléctrica u óptica).

Según otro aspecto, se divulga un dispositivo de codificación. El dispositivo de codificación comprende:

- medios para obtener datos de marca de agua;
- medios para obtener al menos un valor de un primer nivel con marca de agua incorporada en base a al menos un primer nivel de un bloque procesando el valor del primer nivel con marca de agua incorporada del siguiente modo:

$$L'_a = f(L_a, w_i)$$

en el que,

L'_a representa el valor del primer nivel con marca de agua incorporada;

L_a representa el primer nivel;

w_i representa los datos de marca de agua;

en el que $f(L_a, w_i)$ se define de tal manera que el primer nivel L_a es obtenible en base al primer nivel con marca de agua incorporada y puede ser procesable del siguiente modo:

$$L_a = h(f(L_a, w_i), w_i)$$

en el que el bloque está comprendido en una señal de vídeo a codificar por entropía y los datos de marca de agua comprenden al menos un bit.

En este punto es importante señalar que los medios descritos pueden ser, por ejemplo, medios electrónicos, medios informáticos o una combinación de ambos.

De acuerdo con otro aspecto, se divulga un dispositivo de codificación. El dispositivo de codificación puede comprender una memoria y un procesador, que incluyen instrucciones almacenadas en la memoria y ejecutables por el procesador, comprendiendo las instrucciones una funcionalidad para ejecutar un procedimiento de incorporación de datos de marca de agua en una señal de vídeo según se describe en algunos ejemplos del presente documento.

En otro aspecto, se describe un procedimiento de detección de marca de agua en una señal de vídeo. La señal de vídeo puede haber sido decodificada por entropía y puede comprender al menos un bloque con al menos un primer

nivel con marca de agua incorporada y los datos de marca de agua pueden comprender al menos un bit. El procedimiento comprende:

- recibir la señal de vídeo (esta acción se puede llevar a cabo, por ejemplo, en un dispositivo de decodificación o similar);
- obtener datos de marca de agua w_i' en base al primer nivel con marca de agua incorporada (esta acción se puede llevar a cabo, por ejemplo, en un dispositivo de decodificación o similar);
- determinar un indicador de manipulación verificando si los datos de marca de agua obtenidos w_i' se corresponden con unos datos de marca de agua w_i incorporados por un procedimiento de incorporación de marca de agua según uno cualquiera de los ejemplos divulgados en este documento (esta acción se puede llevar a cabo, por ejemplo, en un dispositivo de decodificación o similar);

De este modo, es posible determinar fácilmente si la señal de vídeo ha sido modificada por algún tercero no autorizado. El propietario o usuario autorizado puede ser informado de cualquier ataque a la seguridad o mala conducta del gestor de la nube cuando los datos de marca de agua obtenidos w_i' no se corresponden con los datos de marca de agua w_i incorporados.

Para detectar los datos de marca de agua w_i' puede bastar con una decodificación de entropía, lo que hace que el procedimiento de detección sea relativamente rápido y muy útil para aplicaciones en tiempo real. Además, al no ser una operación compleja, este procedimiento de detección puede ser adecuado para dispositivos portátiles en los que el consumo de energía es muy importante.

Si los datos de marca de agua tienen que ser modificados, la señal de vídeo comprimida puede no necesitar ser descomprimida completamente y comprimida de nuevo. Para modificar los datos de marca de agua puede bastar con decodificar y codificar por entropía de nuevo. Esta es una característica muy conveniente, ya que, después de una compresión compleja y costosa en tiempo, los datos de marca de agua pueden ser modificados ilimitadamente sin recompresión.

En algunos ejemplos, el procedimiento de detección de marca de agua en una señal de vídeo puede comprender además:

- recuperar al menos un primer nivel del bloque en base al nivel con marca de agua incorporada de la señal de vídeo decodificada por entropía. Esta acción se puede llevar a cabo, por ejemplo, en un dispositivo de decodificación;

El al menos un primer nivel se puede recuperar completamente a partir del nivel con marca de agua incorporada. Por lo tanto, el usuario puede visualizar el vídeo descomprimido con la misma calidad que el vídeo original antes de comprimirlo. La señal de vídeo no está dañada.

Según otro aspecto, se divulga un programa informático. El programa informático puede comprender instrucciones de programa para hacer que un dispositivo de decodificación realice un procedimiento de detección de marca de agua en una señal de vídeo según se divulga en el presente documento. El programa informático puede ser incluido en un medio de almacenamiento (por ejemplo, un CD-ROM, un DVD, una unidad USB, una memoria informática o una memoria de sólo lectura) o ser transportado en una señal portadora (por ejemplo, en una señal portadora eléctrica u óptica).

Según otro aspecto, se divulga un dispositivo de decodificación. El dispositivo de decodificación puede comprender:

- medios para recibir una señal de vídeo decodificada por entropía, en el que la señal de vídeo comprende un bloque con un primer nivel con marca de agua incorporada;
- medios para obtener datos de marca de agua w_i' en base al primer nivel con marca de agua incorporada del bloque de la señal de vídeo;
- medios para determinar un indicador de manipulación verificando si los datos de marca de agua obtenidos w_i' se corresponden con unos datos de marca de agua w_i incorporados por un procedimiento de incorporación de marca de agua según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10;

En algunos ejemplos, el dispositivo de decodificación que se describe en el presente documento puede comprender además:

- medios para recuperar al menos un primer nivel del bloque en base a un nivel de la señal de vídeo decodificada por entropía.

En este punto es importante señalar que los medios descritos pueden ser, por ejemplo, medios electrónicos, medios informáticos o una combinación de ambos.

En otro aspecto, se divulga un dispositivo de decodificación. El dispositivo de decodificación puede comprender una memoria y un procesador, que incluyen instrucciones almacenadas en la memoria y ejecutables por el procesador,

comprendiendo las instrucciones una funcionalidad para ejecutar el procedimiento de detección de marca de agua en una señal de vídeo según se describe en el presente documento.

Objetos, ventajas y características adicionales de formas de realización de la invención se harán evidentes para los expertos en la materia tras el examen de la descripción, o pueden ser aprendidos mediante la práctica de la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación se describirán ejemplos no limitantes de la presente divulgación, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento de incorporación de datos de marca de agua en una señal de vídeo según algunos ejemplos;

La Figura 2 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento de detección de marca de agua en una señal de vídeo según algunos ejemplos;

La Figura 3 ilustra de forma esquemática un sistema de incorporación de marca de agua que comprende un dispositivo de codificación y decodificación según algunos ejemplos;

La Figura 4 ilustra de forma esquemática un bloque de 4 x 4 de ejemplo de una señal de vídeo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE EJEMPLOS

La Figura 1 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento de incorporación 100 de datos de marca de agua en una señal de vídeo. Aunque la Figura 1 muestra una secuencia específica, se debe entender que se pueden seguir otras secuencias que no se aparten del alcance de la presente divulgación.

La presente divulgación puede aprovechar el proceso de codificación/decodificación según H.264/AVC. En algunos ejemplos, el procedimiento de incorporación 100 puede ser una parte del proceso de codificación según H.264/AVC.

Detalles particulares de la codificación de vídeo según H.264/AVC no se describirán por completo en este documento, ya que es un estándar bien conocido por los expertos en la materia.

Una "señal de vídeo" según se utiliza en el presente documento se refiere a cualquier señal que comprende información de vídeo.

La expresión "dispositivo de codificación" según se utiliza en el presente documento se refiere a cualquier dispositivo capaz de convertir datos de un formato a otro, con el fin de comprimir una señal de vídeo. El dispositivo de codificación puede comprender cualquier lógica, software o similar configurado para llevar a cabo la compresión. A modo de ejemplo, el dispositivo de codificación puede ser un teléfono móvil, un teléfono inteligente, una tableta, un ordenador portátil, una cámara o algo similar.

La expresión "dispositivo de decodificación" según se utiliza en el presente documento se refiere a cualquier dispositivo capaz de convertir datos de un formato a otro, con el fin de descomprimir una señal de vídeo. El dispositivo de decodificación puede comprender cualquier lógica, software o similar configurado para llevar a cabo la descompresión. A modo de ejemplo, el dispositivo de decodificación puede ser un teléfono móvil, un teléfono inteligente, una tableta, un ordenador portátil, una cámara o similar.

El procedimiento de incorporación 100 tiene por objeto incorporar los datos de marca de agua (que no se ilustran) en una señal de vídeo (que no se ilustra) a codificar por entropía. En el procedimiento de incorporación 100 que se divulga, se manipulan algunos coeficientes de transformada de coseno discreta cuantificada (QDCT: Quantized Discrete Cosine Transform), también conocidos como niveles, de algunos bloques para incorporar los datos de marca de agua. A modo de ejemplo, se utilizarán coeficientes de QDCT de bloques de 4 x 4 para describir posibles implementaciones. Los coeficientes de QDCT de bloques de 4 x 4 pueden estar en general en las bandas de frecuencia alta o media. La Figura 4 ilustra de forma esquemática un bloque de 4 x 4 de ejemplo de una señal de vídeo.

El procedimiento de incorporación 100 se puede realizar después de una fase de cuantificación de la codificación según H.264, que es anterior a la codificación de entropía.

La señal de vídeo comprende al menos un bloque con niveles, el bloque puede pertenecer a un macro bloque, y los datos de marca de agua pueden comprender al menos un bit.

El procedimiento de incorporación 100 que se describe en algunos ejemplos se puede ejecutar para cada bloque de un macro bloque y para todos los respectivos macro bloques de los frames de la señal de vídeo. Sin embargo, en algunos ejemplos sólo algunos macro bloques pueden ser elegidos para ejecutar el procedimiento de incorporación 100.

Según algunos ejemplos, el procedimiento de incorporación 100 comprende:

- obtener datos de marca de agua 103. Los datos de marca de agua 103 se pueden obtener, por ejemplo, a través de un generador de números pseudoaleatorios (PRNG: pseudo-random number generator). Los datos de marca de agua también se pueden proporcionar como una secuencia predefinida de bits que se puede adaptar a una longitud predeterminada, es decir, adaptar a la longitud de al menos una parte de la señal de vídeo a la que se le va a incorporar los datos de marca de agua;

- obtener al menos un valor de un primer nivel con marca de agua incorporada L'_a en base a al menos un primer nivel L_a del bloque 104 procesando el valor del primer nivel con marca de agua incorporada L'_a del siguiente modo:

$$L'_a = f(L_a, w_i)$$

en el que,

L'_a representa el valor del primer nivel con marca de agua incorporada;

L_a representa el primer nivel;

w_i representa los datos de marca de agua;

en el que $f(L_a, w_i)$ se define de tal manera que el primer nivel L_a es obtenible en base al primer nivel con marca de agua incorporada y es procesable del siguiente modo:

$$L_a = h(f(L_a, w_i), w_i)$$

Por lo tanto, el valor del primer nivel con marca de agua incorporada L'_a puede ser procesado en función del primer nivel L_a y de los datos de marca de agua w_i .

Una función de incorporación $f(L_a, w_i)$ se puede definir como reversible si existe otra función h -denominada función de retroceso- tal que $h(f(L_a, w_i), w_i) = L_a$ para todos los valores posibles de L_a y $w_i \in \{0, 1\}$.

Antes de obtener el valor de un primer nivel con marca de agua incorporada, el procedimiento de incorporación 100 puede comprender:

- seleccionar al menos un bloque que puede comprender, en una posición mayor que una posición de umbral predeterminada T , un nivel diferente de cero 101. Los niveles de cada bloque del macro bloque pueden ser comprobados buscando aquellos niveles cuyo valor sea distinto de cero y cuya posición sea mayor que la posición de umbral T . Si todos los niveles del bloque cuya posición es mayor que la posición de umbral T muestran un valor de cero, entonces ese bloque no puede ser seleccionado para incorporar los datos de marca de agua. Lo mismo ocurre si todos los niveles del bloque muestran un valor de cero. La posición de umbral T se puede definir en función de cada caso, por ejemplo si T es igual o mayor que 9, sólo se utiliza una zona de alta frecuencia de la señal de vídeo para la incorporación. Disminuyendo el valor de T se pueden utilizar más bloques de cada macro bloque para la incorporación, lo que a su vez aumenta la distorsión;

- utilizar el último nivel distinto de cero (LNZ: latest non-zero) del bloque como base para obtener el nivel con marca de agua incorporada 102. Siguiendo el ejemplo anterior, si $T = 9$, se puede seleccionar un bloque con su nivel LNZ ubicado en la posición 12 y se puede utilizar el nivel en la posición 12 para obtener el nivel con marca de agua incorporada.

Si no se selecciona un bloque para la incorporación, puede dejarse tal cual.

Cada bit de marca de agua de los datos de marca de agua w_i puede ser incorporado en un bloque seleccionado y para el siguiente bloque seleccionado se puede utilizar un siguiente dato de marca de agua w_{i+1} .

En la compresión según H.264/AVC, el cambio del parámetro de cuantificación (QP: quantization parameter) hace variar el valor y la posición de los niveles distintos de cero en los macro bloques. Cuando el parámetro QP es relativamente bajo, hay más niveles distintos de cero en comparación con un parámetro QP relativamente alto. En otras palabras, si el parámetro QP es alto, la tasa de compresión es alta (el videoclip está muy comprimido). Por lo tanto, cuando el parámetro QP es bajo, la incorporación de la marca o marcas de agua puede dar lugar a una mayor capacidad, y cuando el parámetro QP es alto, la capacidad proporcionada puede ser menor.

Según algunos ejemplos, para que el procedimiento de incorporación 100 sea robusto frente a ataques de colusión, los datos de marca de agua pueden ser encriptados a través de al menos una operación de encriptación E en base a un flujo secreto de bits S (datos de marca de agua en bruto w_i) y una clave K procesando un valor de los datos de marca de agua encriptados w_{ENC} del siguiente modo:

$$w_{ENC} = E(K, S)$$

Se pueden utilizar los datos de marca de agua encriptados w_{ENC} en lugar de los datos de marca de agua en bruto w_i para su incorporación en la señal de vídeo host.

Según otros ejemplos, para que el procedimiento de incorporación 100 sea aún más robusto frente a ataques de colusión, en lugar de utilizar una clave única K según se ha descrito anteriormente, la clave K se puede regenerar en base a características de macro bloques (MB). Con el fin de evitar complejidad de procesamiento, se puede utilizar información del códec H.264/AVC para generar una clave K para cada MB. En la intra predicción de 4 x 4, se clasifican nueve modos en tres grupos: 1) modos verticales y diagonales (0, 3, 4, 5, 7), 2) modos horizontales (1, 6, 8), y 3) modo dc (2). Como se pueden cambiar modos similares entre sí después de la recodificación, su categorización hace que la clave pública sea más robusta en caso de alternancias. Para 3 modos, se pueden necesitar dos bits y asignarlos a cada uno de los modos. De este modo, por ejemplo, se puede regenerar una clave K de 32 bits basada en contenido para un macro bloque que comprende dieciséis bloques de 4 x 4. También para la intra predicción de 16 x 16, hay cuatro modos para los que, en base al modo de predicción, se puede generar una clave K de 32 bits basada en contenido. Por ejemplo, en la intra predicción de 4 x 4, para el primer, segundo y tercer grupo se puede asignar "00", "01" y "10", respectivamente. También se puede utilizar una clave de 32 bits que empiece por "11" para el modo de intra predicción de 16 x 16. De hecho, la clave de usuario puede ser combinada con una clave generada para cada macro bloque para proporcionar una clave única para cada macro bloque en base a la clave de usuario.

El valor del primer nivel con marca de agua incorporada L'_a es procesado del siguiente modo:

$$L'_a = f(L_a, w_i) = \begin{cases} L_a + 1, & \text{si } L_a > l_0, \\ L_a + w_i, & \text{si } L_a = l_0, \\ L_a, & \text{si } -l_0 < L_a < l_0, \\ L_a - w_i, & \text{si } L_a = -l_0, \\ L_a - 1, & \text{si } L_a < -l_0. \end{cases}$$

en el que l_0 representa un valor positivo.

Este ejemplo se puede denominar "desplazamiento de coeficiente".

En algunos ejemplos, el valor positivo l_0 puede ser 1. Este valor es el más probable para el coeficiente LNZ en un macro bloque y entonces puede ser la mejor elección en cuanto a capacidad (es decir, se puede seleccionar un mayor número de macro bloques para la incorporación, en promedio).

El valor del primer nivel con marca de agua incorporada L'_a es procesado del siguiente modo:

$$L'_a = f(L_a, w_i) = 2L_a + w_i$$

Este ejemplo se puede denominar "expansión de coeficiente".

Según algunos ejemplos, el procedimiento de incorporación 100 puede comprender además:
- obtener un valor de un segundo nivel con marca de agua incorporada 1_b en base a un segundo nivel L_b de un bloque, en el que los valores del primer y segundo niveles con marca de agua incorporada se pueden obtener procesándolos del siguiente modo:

$$(L'_a, L'_b) = f(L_a, L_b, w_i) = (L_a + d^+ + w_i, L_b - d^-)$$

en el que,
 L_b representa el valor de un segundo nivel con marca de agua incorporada;
 L_b significa un segundo nivel; y,

$$d = L_a - L_b$$

y,

$$d^+ = \left\lceil \frac{d}{2} \right\rceil$$

en el que $\lceil \cdot \rceil$ representa una operación de redondeo hacia el infinito positivo; y,

$$d^- = \left\lfloor \frac{d}{2} \right\rfloor$$

en el que $\lfloor \cdot \rfloor$ significa una operación de redondeo hacia el infinito negativo.

Según este ejemplo, se puede asumir, sin pérdida de generalidad, que $L_a \geq L_b$ (si $L_a < L_b$, se intercambian los roles de L_a y L_b).

Sea $d = L_a - L_b$. A partir de aquí, se puede definir lo siguiente

$$d^+ = \left\lceil \frac{d}{2} \right\rceil$$

y

$$d^- = \left\lfloor \frac{d}{2} \right\rfloor = d - d^+$$

5 De modo que, para la incorporación:

$$(L'_a, L'_b) = f(L_a, L_b, w_i) = (L_a + d^+ + w_i, L_b - d^-).$$

10 Entonces, la diferencia entre L'_a y L'_b puede ser el doble de la diferencia d entre L_a y L_b , más el bit incorporado w_i , es decir

$$d' = L'_a - L'_b = 2d + w_i$$

15 La diferencia entre los coeficientes ha sido, de este modo, expandida, por lo que este ejemplo se puede denominar "expansión de la diferencia de coeficientes".

En algunos ejemplos, se puede seleccionar cada uno del primer y segundo niveles de diferentes bloques de la señal de vídeo o del mismo bloque. Tanto el primer como el segundo nivel deben ser diferentes de cero, de lo contrario, por ejemplo, si uno de ellos fuera igual a cero, ese bloque no se podría utilizar para la incorporación.

20 Según algunos otros ejemplos, el procedimiento de incorporación 100 puede comprender además:
- obtener un valor de un segundo nivel con marca de agua incorporada L_b en base a un segundo nivel L_b de un bloque, en el que los valores del primer y segundo niveles con marca de agua incorporada se pueden obtener procesándolos del siguiente modo:

$$25 \quad (L'_a, L'_b) = f(L_a, L_b, w_i) = [L_a L_b + w_i, L_a]$$

en el que,

L_b representa el valor de un segundo nivel con marca de agua incorporada;

L_b representa un segundo nivel;

30 en el que $L_a > 1$

Se puede asumir, sin pérdida de generalidad, que $L_a \geq L_b$ (si $L_a < L_b$, intercambiar los roles de L_a y L_b en la descripción anterior).

35 El procesamiento del primer y segundo niveles con marca de agua incorporada se puede realizar con números enteros o con elementos de un grupo multiplicativo módulo p , para un número primo $p > L_a$.

Este ejemplo se puede denominar "expansión multiplicativa de coeficientes".

40 En algunos ejemplos, cada uno del primer y segundo niveles puede ser seleccionado de diferentes bloques de la señal de vídeo o del mismo bloque. Tanto el primer como el segundo nivel deben ser diferentes de cero, de lo contrario, por ejemplo, si uno de ellos fuera igual a cero, ese bloque no se podría utilizar para la incorporación.

45 La Figura 3 ilustra de forma esquemática un sistema de incorporación 300 de marca de agua que comprende un dispositivo de codificación y decodificación 301, 303. Según algunos ejemplos, el dispositivo de codificación (o incorporador de marca de agua) 301 y el dispositivo de decodificación 302 (o detector de marca de agua) pueden estar en comunicación de datos con un servidor 303 o similar que puede estar configurado para albergar la señal de vídeo (que no se ilustra). La comunicación de datos se puede realizar, por ejemplo, a través de una red inalámbrica 304, 305 o una red por cable (que no se ilustra).

50 A continuación se describen algunos ejemplos del dispositivo de codificación 301 y más adelante se describirán algunos ejemplos del dispositivo de decodificación 303.

55 Según algunos ejemplos, el dispositivo de codificación 301 puede ser capaz de reproducir el procedimiento de incorporación 100 que se ha descrito anteriormente, por ejemplo, a través de medios electrónicos y/o informáticos. Dichos medios electrónicos/informáticos se pueden utilizar indistintamente, es decir, una parte de los medios descritos pueden ser medios electrónicos y la otra parte pueden ser medios informáticos, o todos los medios descritos pueden ser medios electrónicos o todos los medios descritos pueden ser medios informáticos.

60 Ejemplos de un dispositivo de codificación 301 que comprende sólo medios electrónicos (es decir, una configuración puramente electrónica) puede ser un dispositivo electrónico programable tal como un Dispositivo Lógico Programable Complejo (CPLD: Complex Programmable Logic Device), una Matriz de Puertas Programables de Campo (FPGA:

Field Programmable Gate Array) o un Circuito Integrado de Aplicación Específica (ASIC: Application-Specific Integrated Circuit).

En ejemplos en los que el dispositivo de codificación 301 comprende medios electrónicos, dicho dispositivo de codificación 301 comprende:

- medios para obtener datos de marca de agua;
- medios para obtener al menos un valor de un primer nivel con marca de agua incorporada en base a al menos un primer nivel de un bloque procesando el valor del primer nivel con marca de agua incorporada del siguiente modo:

$$L'_a = f(L_a, w_i)$$

en el que,

L'_a representa el valor del primer nivel con marca de agua incorporada;

L_a representa el primer nivel;

w_i representa los datos de marca de agua;

en el que $f(L_a, w_i)$ se define de tal manera que el primer nivel L_a es obtenible en base al primer nivel con marca de agua incorporada y es procesable del siguiente modo:

$$L_a = h(f(L_a, w_i), w_i)$$

en el que el bloque está comprendido en una señal de vídeo a codificar por entropía y los datos de marca de agua comprenden al menos un bit.

En ejemplos en los que el dispositivo de codificación 301 comprende únicamente medios informáticos, dicho dispositivo de codificación 301 puede comprender una memoria y un procesador, que incluyen instrucciones almacenadas en la memoria y ejecutables por el procesador, comprendiendo las instrucciones una funcionalidad para ejecutar un procedimiento de incorporación 100 de datos de marca de agua en una señal de vídeo según ejemplos que se describen en el presente documento.

Según otros ejemplos, un programa informático puede comprender instrucciones de programa para hacer que un dispositivo de codificación 301 realice un procedimiento de incorporación 100 de datos de marca de agua en una señal de vídeo según ejemplos que se describen en el presente documento. El programa informático puede ser incluido en un medio de almacenamiento (por ejemplo, un CD-ROM, un DVD, una unidad USB, una memoria informática o una memoria de sólo lectura) o ser transportado en una señal portadora (por ejemplo, en una señal portadora eléctrica u óptica).

El programa informático puede ser en forma de código fuente, de código objeto, de un código intermedio entre código fuente y código objeto, tal como por ejemplo en forma parcialmente compilada, o en cualquier otra forma adecuada para su uso en la implementación del procedimiento de incorporación 100. El portador puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de transportar el programa informático.

Por ejemplo, el portador puede comprender un medio de almacenamiento, tal como una ROM, por ejemplo un CD ROM o una ROM semiconductora, o un medio de grabación magnética, por ejemplo un disco duro. Además, el portador puede ser un portador transmisible, tal como una señal eléctrica u óptica, que puede ser transportada a través de un cable eléctrico u óptico o por radio u otros medios.

Cuando el programa informático es incluido en una señal que puede ser transportada directamente por un cable u otro dispositivo o medio, el portador puede estar constituido por dicho cable u otro dispositivo o medio.

Alternativamente, el portador puede ser un circuito integrado en el que se encuentra incluido el programa informático, estando el circuito integrado adaptado para realizar, o para su uso en la realización de, los procedimientos pertinentes.

El dispositivo de codificación 301 que se puede utilizar para la incorporación de la marca o marcas de agua puede ser un codificador según H.264/AVC que resuelve cualquier problema de robustez frente a la compresión según H.264/AVC y también conduce a una complejidad muy baja, ya que el procedimiento de incorporación 100 propuesto utiliza bloques de QDCT que pueden haber sido ya procesados por el codificador según H.264/AVC.

La Figura 2 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento de detección 200 de marca de agua en una señal de vídeo según algunos ejemplos. La señal de vídeo ha sido decodificada por entropía y puede comprender al menos un bloque con al menos un primer nivel con marca de agua incorporada y los datos de marca de agua pueden comprender al menos un bit.

Aunque la Figura 2 muestra una secuencia específica, se debe entender que se pueden seguir otras secuencias que no se aparten del alcance de la presente divulgación. El procedimiento de detección 200 comprende:

- recibir la señal de vídeo 201. Según se ha mencionado anteriormente, la señal de vídeo ha sido decodificada por entropía;

- obtener datos de marca de agua w_i' en base al primer nivel con marca de agua incorporada 202.

- determinar un indicador de manipulación verificando si los datos de marca de agua obtenidos w_i' se corresponden con unos datos de marca de agua w_i incorporados por un procedimiento de incorporación 100 de marca de agua 203 según uno cualquiera de los ejemplos que se describen en el presente documento. Si los datos de marca de agua w_i' obtenidos no se corresponden con los datos de marca de agua w_i incorporados previamente (por ejemplo, cuando se ha comprimido la señal de vídeo), el indicador de manipulación puede proporcionar información sobre dicha diferencia. De lo contrario, el indicador de manipulación puede informar sobre una correspondencia entre los datos de marca de agua obtenidos w_i' y los datos de marca de agua w_i incorporados previamente.

En algunos ejemplos, después de determinar un indicador de manipulación, el procedimiento de detección puede comprender además:

- determinar un indicador de ataque detectando posiciones de errores binarios dispersos relativos entre sí al menos en un macro bloque. En función del valor del indicador de manipulación, por ejemplo, en caso de una diferencia entre los datos de marca de agua obtenidos w_i' y los datos de marca de agua w_i incorporados previamente, el procedimiento de detección 200 puede iniciar un proceso de determinar la posición de posibles errores binarios dispersos relativos entre sí al menos en un macro bloque con el fin de determinar si dichos errores se extienden aleatoriamente o se concentran en una zona específica. Si los errores están concentrados, el indicador de ataque puede informar a continuación sobre un ataque (por ejemplo, debido a una manipulación del espacio); de lo contrario, el indicador de ataque puede informar sobre otros eventos, tales como operaciones comunes de procesamiento de vídeo. Estas operaciones pueden incluir una recompresión según H.264/AVC, ruido y aumento del brillo. La posición de los errores se puede determinar entre diferentes frames.

Por lo tanto, se pueden distinguir ataques maliciosos de operaciones de procesamiento de vídeo a través de algunos ejemplos del procedimiento de detección 200.

La cantidad de bits secretos que se pueden incorporar en cada frame puede depender del umbral, T, de valores de cuantificación y de otros parámetros de codificación. Para un frame de un cuarto formato intermedio común (QCIF: Quarter Common Intermediate Format), que tiene 99 macro bloques, si se desean incorporar 3 bits en cada macro bloque se deben proporcionar una capacidad igual a $99 \times 3 \times 30 = 8910$ bits por segundo. Cabe mencionar que el número de bits que se pueden incorporar en macro bloques de un frame puede ser diferente. Sin embargo, el ajuste del umbral T puede proporcionar la capacidad mínima requerida.

Además, para detectar la manipulación temporal, se puede añadir un número, tal como un índice de frame, en cada frame.

Según otros ejemplos, la obtención de datos de marca de agua w_i' 202 a partir de al menos un bloque de la señal de vídeo puede comprender:

- procesar un valor de los datos de marca de agua w_i' del siguiente modo:

$$w_i' = g(\tilde{L}_a)$$

en el que,

L_a representa un primer nivel con marca de agua incorporada del bloque de la señal de vídeo que ha sido decodificada por entropía.

La función de incorporación $f(L_a, w_i)$ se puede definir como ciega si existe otra función g -denominada función de extracción- de modo que $g(f(L_a, w_i)) = w_i$ para todos los valores posibles de L_a y $w_i \in \{0,1\}$.

Según ejemplos, antes de obtener datos de marca de agua w_i' en base al primer nivel con marca de agua incorporada, el procedimiento de detección 200 puede comprender:

- seleccionar al menos un bloque que puede comprender, en una posición mayor que una posición de umbral predeterminada T, un nivel diferente de cero. Con la implementación de este bloque se pueden encontrar los valores de posición de niveles LNZ para 16 bloques del macro bloque;

- utilizar el último nivel distinto de cero del bloque como base para obtener los datos de marca de agua w_i' .

La posición de umbral predeterminada T puede ser ajustada según sea necesario y puede ser la misma que la posición de umbral T para el procedimiento de incorporación 100.

En algunos ejemplos, el valor de los datos de marca de agua w_i' puede ser procesado del siguiente modo:

$$w'_i = g(\tilde{L}_a) = \begin{cases} 0, & \text{si } \tilde{L}_a = l_0 \text{ o } \tilde{L}_a = -l_0, \\ 1, & \text{si } \tilde{L}_a = l_0 + 1 \text{ o } \tilde{L}_a = -l_0 - 1, \\ \text{No hay bit de marca de agua,} & \text{si } \tilde{L}_a \neq l_0, -l_0, l_0 + 1, -l_0 - 1. \end{cases}$$

en el que,
 l_0 representa un valor positivo de un nivel.

El valor positivo del nivel l_0 puede ser 1.

En otros ejemplos, el valor de los datos de marca de agua w'_i se puede procesar del siguiente modo:

$$w'_i = g(\tilde{L}_a) = \tilde{L}_a \bmod 2$$

en el que "mod" representa una operación de módulo positivo.

Según algunos ejemplos, los datos de marca de agua w'_i se pueden obtener en base a al menos el primer y un segundo nivel con marca de agua incorporada de la señal de vídeo, en el que un valor de los datos de marca de agua w'_i se puede obtener procesándolo del siguiente modo:

$$w'_i = g(\tilde{L}_a, \tilde{L}_b) = \tilde{d} \bmod 2$$

en el que,
 $\tilde{L}_b$ representa el segundo nivel del bloque de la señal de vídeo que ha sido decodificada por entropía;
 $\tilde{d} = \tilde{L}_a - \tilde{L}_b$; y
 "mod" significa una operación de módulo positivo.

Cada uno del primer y segundo niveles con marca de agua incorporada puede ser seleccionado de entre diferentes bloques de la señal de vídeo decodificada por entropía.

En otros ejemplos, los datos de marca de agua w'_i se pueden obtener en base a al menos el primer y un segundo nivel con marca de agua incorporada de la señal de vídeo, en el que un valor de los datos de marca de agua w'_i se puede obtener procesándolo del siguiente modo:

$$w'_i = g(\tilde{L}_a, \tilde{L}_b) = \tilde{L}_a \bmod \tilde{L}_b$$

en el que,
 $\tilde{L}_b$ representa el segundo nivel del bloque de la señal de vídeo que ha sido decodificada por entropía; y
 "mod" significa una operación de módulo positivo.

Cada uno del primer y segundo niveles con marca de agua incorporada puede ser seleccionado de entre diferentes bloques de la señal de vídeo decodificada por entropía.

En algunos otros ejemplos, el procedimiento de detección 200 puede comprender además:

- recuperar al menos un primer nivel del bloque en base al nivel con marca de agua incorporada de la señal de vídeo decodificada por entropía 204.

Según algunos ejemplos, la reconstrucción/recuperación de al menos el primer nivel del bloque 204 puede comprender:

- procesar un valor del primer nivel L''_a del siguiente modo:

$$L''_a = h(\tilde{L}_a, w'_i)$$

en el que,
 L_a representa un primer nivel con marca de agua incorporada del bloque de la señal de vídeo que ha sido decodificada por entropía;

Los bits de marca de agua incorporados pueden ser extraídos en un proceso de decodificación según H.264/AVC, en el que los niveles de DCT cuantificados para cada macro bloque son decodificados por entropía.

En otros ejemplos, el valor del primer nivel L''_a se puede obtener procesándolo del siguiente modo:

$$L_a'' = h(\tilde{L}_a) = \begin{cases} \tilde{L}_a - 1, & \text{si } \tilde{L}_a > l_0, \\ \tilde{L}_a, & \text{si } -l_0 < \tilde{L}_a < l_0, \\ \tilde{L}_a + 1, & \text{si } \tilde{L}_a < -l_0. \end{cases}$$

en el que,
 l_0 representa un valor positivo de un nivel, por ejemplo 1.

Según ejemplos, el valor del primer nivel L_a'' se puede obtener procesándolo del siguiente modo:

$$L_a'' = h(\tilde{L}_a) = \left\lfloor \frac{\tilde{L}_a}{2} \right\rfloor$$

en el que $\lfloor \cdot \rfloor$ representa una operación de redondeo hacia el infinito negativo.

En otros ejemplos, el procedimiento de detección 200 puede comprender además:

- recuperar un segundo nivel del bloque en base a un segundo nivel de la señal de vídeo decodificada por entropía, en el que se pueden obtener valores del primer y segundo niveles L_a'' , L_b'' procesándolos del siguiente modo:

$$(L_a'', L_b'') = h(\tilde{L}_a, \tilde{L}_b, w_i') = \left(\tilde{L}_a - \left\lfloor \frac{\hat{d}}{2} \right\rfloor - w_i', \tilde{L}_b + \left\lfloor \frac{\hat{d}}{2} \right\rfloor \right)$$

en el que,
 L_b representa el segundo nivel del bloque de la señal de vídeo que ha sido decodificada por entropía;

$$\hat{d} = \frac{\tilde{d} - w_i'}{2}$$

$$\tilde{d} = \tilde{L}_a - \tilde{L}_b$$

en el que $\lceil \cdot \rceil$ significa una operación de redondeo hacia el infinito positivo;
 en el que $\lfloor \cdot \rfloor$ significa una operación de redondeo hacia el infinito negativo.

Según algunos ejemplos, el procedimiento de detección 200 puede comprender además:

- recuperar un segundo nivel del bloque a partir de un segundo nivel de la señal de vídeo decodificada por entropía, en el que los valores del primer y segundo nivel L_a'' , L_b'' se pueden obtener procesándolos del siguiente modo:

$$(L_a'', L_b'') = h(\tilde{L}_a, \tilde{L}_b, w_i') = \left(\tilde{L}_b, \frac{\tilde{L}_a - w_i'}{\tilde{L}_b} \right)$$

en el que,
 L_b representa el segundo nivel del bloque de la señal de vídeo que ha sido decodificada por entropía.

Según algunos ejemplos, el dispositivo de decodificación 303 puede ser capaz de reproducir el procedimiento de detección 200 que se ha descrito anteriormente, por ejemplo, a través de medios electrónicos y/o informáticos. Dichos medios electrónicos/informáticos se pueden utilizar indistintamente, es decir, una parte de los medios descritos pueden ser medios electrónicos y la otra parte pueden ser medios informáticos, o todos los medios descritos pueden ser medios electrónicos o todos los medios descritos pueden ser medios informáticos.

Ejemplos de un dispositivo de decodificación 302 que comprende sólo medios electrónicos (es decir, una configuración puramente electrónica) puede ser un dispositivo electrónico programable tal como un Dispositivo Lógico Programable Complejo (CPLD: Complex Programmable Logic Device), una Matriz de Puertas Programables de Campo (FPGA: Field Programmable Gate Array) o un Circuito Integrado de Aplicación Específica (ASIC: Application-Specific Integrated Circuit).

En ejemplos en los que el dispositivo de decodificación 303 comprende medios electrónicos, dicho dispositivo de decodificación 303 puede comprender:

- medios para recibir una señal de vídeo decodificada por entropía, en el que la señal de vídeo comprende un bloque con un primer nivel con marca de agua incorporada;
 - medios para obtener datos de marca de agua w_i' en base al primer nivel con marca de agua incorporada del bloque de la señal de vídeo;
 - medios para determinar un indicador de manipulación verificando si los datos de marca de agua obtenidos w_i' se corresponden con unos datos de marca de agua w_i incorporados por un procedimiento de incorporación 100 de marca de agua según uno cualquiera de los ejemplos que se describen en el presente documento;

En otros ejemplos, el dispositivo de decodificación 303 puede comprender además:

- medios para recuperar al menos un primer nivel del bloque en base a un nivel de la señal de vídeo decodificada por entropía.

En ejemplos en los que el dispositivo de decodificación 303 comprende medios informáticos, dicho dispositivo de decodificación 303 puede comprender una memoria y un procesador, que incluyen instrucciones almacenadas en la memoria y ejecutables por el procesador, comprendiendo las instrucciones una funcionalidad para ejecutar un procedimiento de detección 200 de datos de marca de agua en una señal de vídeo según ejemplos que se describen en el presente documento.

Según otros ejemplos, un programa informático puede comprender instrucciones de programa para hacer que un dispositivo de decodificación 303 realice un procedimiento de detección 200 de datos de marca de agua en una señal de vídeo según ejemplos que se describen en el presente documento. El programa informático puede ser incluido en un medio de almacenamiento (por ejemplo, un CD-ROM, un DVD, una unidad USB, una memoria informática o una memoria de sólo lectura) o ser transportado en una señal portadora (por ejemplo, en una señal portadora eléctrica u óptica).

El programa informático puede ser en forma de código fuente, de código objeto, de un código intermedio entre código fuente y código objeto, tal como por ejemplo en forma parcialmente compilada, o en cualquier otra forma adecuada para su uso en la implementación del procedimiento de detección 200. El portador puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de transportar el programa informático.

Por ejemplo, el portador puede comprender un medio de almacenamiento, tal como una ROM, por ejemplo un CD ROM o una ROM semiconductora, o un medio de grabación magnética, por ejemplo un disco duro. Además, el portador puede ser un portador transmisible, tal como una señal eléctrica u óptica, que puede ser transportada a través de un cable eléctrico u óptico o por radio u otros medios.

Cuando el programa informático es incluido en una señal que puede ser transportada directamente por un cable u otro dispositivo o medio, el portador puede estar constituido por dicho cable u otro dispositivo o medio.

Alternativamente, el portador puede ser un circuito integrado en el que se encuentra incluido el programa informático, estando el circuito integrado adaptado para realizar, o para su uso en la realización de, los procedimientos pertinentes.

En general, la eficiencia, la complejidad, el uso de energía y la simplicidad son más importantes en la implementación del decodificador, ya que está en el lado del cliente con recursos limitados en comparación con el lado del servidor 302 que tiene más recursos. Además, un cierto retardo en el dispositivo de codificación 301 puede ser aceptable, ya que se realiza una sola vez para una señal de vídeo. Por lo tanto, la baja complejidad y la simplicidad en la implementación son puntos aún más críticos en el diseño del dispositivo de decodificación 303. Una de las ventajas de los procedimientos propuestos es su simplicidad en su implementación en el dispositivo de decodificación 303, lo que permite su ejecución para diversas aplicaciones en tiempo real.

Según un ejemplo, el procedimiento de incorporación 100 de marca de agua se puede implementar en el dispositivo de codificación 301 después de la compresión de la señal de vídeo y antes de la codificación de entropía. El dispositivo de codificación 301 puede ser cualquier dispositivo como el que se ha descrito anteriormente. La compresión de la señal de vídeo se puede conseguir utilizando un estándar de ejemplo tal como H.264.

El procedimiento de incorporación 100 según uno cualquiera de los ejemplos que se describen en el presente documento se puede aplicar al menos en un bloque, o en cada bloque de un macro bloque. El procedimiento de incorporación 100 de ejemplo se puede implementar también en cada bloque para cada macro bloque de un frame de la señal de vídeo. Sin embargo, la siguiente descripción se basa únicamente en un bloque de 4 x 4 por motivos de claridad y simplicidad.

Según se ha mencionado anteriormente, se puede seleccionar un bloque para incorporar los datos de marca de agua teniendo en cuenta si el bloque comprende en una posición mayor que una posición de umbral predeterminada, un nivel diferente de cero. Una vez se ha seleccionado un bloque, se puede utilizar el último nivel distinto de cero del bloque como base para obtener el nivel con marca de agua incorporada.

Los datos de marca de agua pueden ser generados, por ejemplo, por un generador de números pseudo aleatorios (PRNG: pseudo-random number generator), o alternatively, se puede proporcionar una secuencia de bits según se ha mencionado anteriormente; los datos de marca de agua en bruto pueden ser encriptados en consecuencia según se ha descrito anteriormente. Si la clave se genera en base a modos de intra predicción en el dispositivo de codificación 301, puede ser regenerada también en el dispositivo de decodificación 303.

El valor de un primer nivel con marca de agua incorporada se puede obtener procesándolo en función de un primer nivel del bloque y de los datos de marca de agua. La forma de procesar el valor del primer nivel con marca de agua incorporada puede seguir uno cualquiera de los ejemplos que se divulgan en el presente documento.

- 5 La señal de vídeo con marca de agua incorporada puede estar lista para su codificación por entropía y ser enviada desde el dispositivo de codificación 301 al servidor 302 a través de la red 304.

10 Según un ejemplo, el procedimiento de detección 200 de marca de agua se puede implementar en el dispositivo de decodificación 303 en la señal de vídeo después de su decodificación de entropía de los niveles DCT cuantificados para cada bloque. La señal de vídeo con marca de agua incorporada puede ser enviada desde el servidor 302 al dispositivo de decodificación 303 a través de la red 305 cuando un usuario desea visualizar un archivo que comprende la señal de vídeo. El dispositivo de decodificación 303 puede ser cualquier dispositivo según se ha descrito anteriormente.

15 Se puede recibir la señal de vídeo con marca de agua incorporada decodificada por entropía. Se puede seleccionar al menos un bloque que puede comprender, en una posición mayor que una posición de umbral predeterminada, un nivel diferente de cero. El último nivel distinto de cero del bloque se puede utilizar como base para obtener los datos de marca de agua w_i' .

20 Los datos de marca de agua w_i' se pueden obtener en base al primer nivel con marca de agua incorporada siguiendo uno cualquiera de los ejemplos que se describen en el presente documento. Se puede determinar un indicador de manipulación verificando si los datos de marca de agua w_i' obtenidos se corresponden con unos datos de marca de agua w_i incorporados previamente en la señal de vídeo. Estos datos de marca de agua w_i pueden estar incorporados en la señal de vídeo siguiendo uno cualquiera de los procedimientos de ejemplo de incorporación 100 que se describen en el presente documento.

25 En función del indicador de manipulación que se haya determinado, es decir, si se ha determinado una diferencia entre los datos de marca de agua w_i' obtenidos y los datos de marca de agua w_i incorporados previamente, el procedimiento de detección 200 puede comprender también la determinación de un indicador de ataque mediante la detección de posiciones de errores binarios dispersos relativos entre sí al menos en un bloque, según se ha descrito anteriormente. No es necesario comprobar todos los frames de la señal de vídeo para determinar un indicador de ataque, sino determinar qué partes de un frame se han modificado e identificar el motivo de las modificaciones.

30 El procedimiento de detección 200 puede comprender también la recuperación de al menos un primer nivel del bloque en base al nivel con marca de agua incorporada de la señal de vídeo decodificada por entropía. Los datos de marca de agua pueden ser extraídos de la señal decodificada por entropía. Las maneras de recuperar el primer nivel a partir del nivel con marca de agua incorporada se han divulgado anteriormente. El procedimiento de detección 200 se puede aplicar a cada bloque incluido en una señal de vídeo.

35 Después de implementar el procedimiento de detección 200, se puede realizar la descompresión de la señal de vídeo utilizando un estándar de ejemplo tal como H.264. Sin embargo, en función del indicador de manipulación y del indicador de ataque, es decir, en base a los mismos, el usuario se puede negar a seguir con la descompresión del vídeo o incluso el procedimiento de detección 200 puede impedir automáticamente la descompresión de la señal de vídeo si se ha determinado un ataque. Alternativamente, una vez que se determina un ataque, el procedimiento de detección 200 puede dejar de realizarse, ya que si un nivel con marca de agua incorporada ha sido manipulado, el nivel recuperado de la señal de vídeo de decodificación de entropía puede no corresponderse con el nivel original.

40 En algunos ejemplos, si no se detectan datos de marca de agua por parte del procedimiento de detección 200 en toda la señal de vídeo o en una parte predeterminada de la misma, se puede impedir que el dispositivo de decodificación 303 descomprima la señal de vídeo y, en consecuencia, no permitir al usuario no autorizado que pueda visualizar el vídeo. Alternativamente, si el procedimiento de detección 200 no detecta datos de marca de agua, el dispositivo de decodificación 303 puede descomprimir la señal de vídeo, pero el vídeo puede ser mostrado con una calidad relativamente pobre.

45 El procedimiento de incorporación 100 y el de detección 200 según los ejemplos que se describen en este documento, son robustos frente a ataques tales como una caída (dropping), inestabilidad de imagen (jittering) y retardo, ya que la detección y la extracción de los bits secretos de los datos de marca de agua se pueden basar únicamente en cada uno de los frames y ser independientes de otros frames. Esto es muy útil para aplicaciones de red, en las que estos ataques se pueden producir con frecuencia.

50 A continuación se desarrollan algunos resultados y análisis experimentales en base a implementaciones de los procedimientos de incorporación y detección que se describen en este documento.

El valor de cada primer nivel con marca de agua incorporada L'_a será procesado en el experimento del siguiente modo:

$$L'_a = f(L_a, w_i) = \begin{cases} L_a + 1, & \text{si } L_a > l_0, \\ L_a + w_i, & \text{si } L_a = l_0, \\ L_a, & \text{si } -l_0 < L_a < l_0, \\ L_a - w_i, & \text{si } L_a = -l_0, \\ L_a - 1, & \text{si } L_a < -l_0. \end{cases}$$

en el que,

l_0 representa un valor positivo, tal como por ejemplo 1.

5

El valor de los datos de marca de agua w_i serán procesados en el experimento del siguiente modo:

$$w'_i = g(\tilde{L}_a) = \begin{cases} 0, & \text{si } \tilde{L}_a = l_0 \text{ o } \tilde{L}_a = -l_0, \\ 1, & \text{si } \tilde{L}_a = l_0 + 1 \text{ o } \tilde{L}_a = -l_0 - 1, \\ \text{no hay bit de marca de agua,} & \text{si } \tilde{L}_a \neq l_0, -l_0, l_0 + 1, -l_0 - 1. \end{cases}$$

10

en el que,

l_0 representa un valor positivo de un nivel.

El valor positivo del nivel l_0 es 1.

15

El valor del primer nivel L''_a será obtenido procesándolo en el experimento del siguiente modo:

$$L''_a = h(\tilde{L}_a) = \begin{cases} \tilde{L}_a - 1, & \text{si } \tilde{L}_a > l_0, \\ \tilde{L}_a, & \text{si } -l_0 < \tilde{L}_a < l_0, \\ \tilde{L}_a + 1, & \text{si } \tilde{L}_a < -l_0. \end{cases}$$

en el que,

20

l_0 representa un valor positivo de un nivel, por ejemplo 1.

Se han implementado e integrado el procedimiento de incorporación y el de detección propuestos en el software de referencia JM12.2 según H.264/AVC. Para las simulaciones se han utilizado cuatro secuencias de vídeo estándar (Presidente de jurado, Tenis, Contenedor y Fútbol) en formato QCIF (176 x 144 píxeles). Como la marca de agua es incorporada en macro bloques de 16 x 16, el algoritmo de incorporación es independiente de la resolución del vídeo. En otras palabras, aumentando la resolución se incrementa la carga útil con la misma transparencia. En la tabla 1 se indican algunos parámetros de configuración importantes de las pruebas.

25

Tabla 1. Parámetros de configuración del software JM

Perfil	Línea de base
Nivel	3
Período intra	1
Tasa de frames	30
Optimización de distorsión de tasa	activada
Número de frames codificados	100

30

Los resultados experimentales se dividen en tres partes. En la primera parte se presenta la transparencia de los procedimientos propuestos. La segunda parte muestra la capacidad y la tasa de bits del esquema propuesto. En la tercera parte se presentarán la seguridad y la manipulación (tampering).

35

Transparencia

Para medir la transparencia del sistema propuesto, se pueden utilizar técnicas subjetivas y objetivas. Se compararon frames comprimidos/descomprimidos según H.264 sin marca de agua incorporada con frames comprimidos/descomprimidos según H.264 con marca de agua incorporada. Se produjeron secuencias comparativas para resaltar las diferencias entre ambas series de frames y no se observó ninguna distorsión visible significativa en ninguna de las secuencias, cumpliendo el requisito de transparencia.

40

Además de estas pruebas subjetivas, unas mediciones objetivas ayudaron a demostrar la transparencia del proceso de incorporación.

45

La Tabla 2 muestra la Proporción Máxima de Señal a Ruido (PSNR: Peak Signal-to-Noise Ratio) para 60 frames de cada secuencia de prueba con tres valores diferentes del parámetro QP y diferentes umbrales T. Las últimas 4 filas

son la media de la proporción PSNR de 4 secuencias. Los resultados medios globales para los tres parámetros QP muestran una degradación de la calidad de 0,47 dB en términos de la proporción PSNR.

Tabla 2. Transparencia para media de 60 frames de 4 secuencias de vídeo con diferentes parámetros QP y diferentes umbrales

		QP = 24	QP = 29	QP = 34
Presidente de jurado	Original	39,1	34,7	31,6
	T = 1	38,4	33,9	30,9
	T = 6	38,7	34,2	31,1
	T = 10	38,9	34,5	31,4
Tenis	Original	38,5	33,5	31,5
	T = 1	37,7	32,7	30,6
	T = 6	37,9	33	31
	T = 10	38,2	33,2	31,3
Contenedor	Original	39,4	36,2	32,2
	T = 1	38,8	35,6	31,5
	T = 6	39,0	35,8	31,8
	T = 10	39,1	36,0	32,0
Fútbol	Original	37,8	33,4	30,3
	T = 1	37,0	32,6	29,7
	T = 6	37,3	32,9	29,9
	T = 10	37,6	33,1	30,1
Media	Original	38,7	34,45	31,4
	T = 1	37,975	33,7	30,675
	T = 6	38,225	33,975	30,95
	T = 10	38,45	34,2	31,2

Tasa de bits (bitrate) y capacidad

Las Tablas 3 y 4 muestran la capacidad y la tasa de bits cuando varían el umbral T y el parámetro QP. La tabla 3 muestra que la tasa de bits de cambio media es de 0,00001337%, lo que es excelente para un sistema de incorporación de marca de agua en un vídeo en el dominio comprimido.

La Tabla 4 presenta la capacidad de diferentes secuencias de vídeo con diferentes parámetros QP y umbrales T. También proporciona la capacidad media por frame y la relación o ratio entre bits incorporados en niveles y la cantidad de todos los niveles cambiados. Cuando T = 1, la media es de 507,23 bits, para T = 6, la media es de 207,67 bits y, cuando T = 10, la capacidad media por frame es de 72,07 bits. De este modo, la media para todos los umbrales es de 262,32 bits por frame y 2,64 por macro bloque.

Tabla 3. Tasa de bits para un promedio de 60 frames para 4 secuencias de vídeo diferentes parámetros QP y diferentes umbrales

		QP = 24		QP = 29		QP = 34	
		Bits por segundo	Relación de cambio de la diferencia	Bits por segundo	Relación de cambio de la diferencia	Bits por segundo	Relación de cambio de la diferencia
Presidente de jurado	Original	1016600	-	632372	-	402516	-
	T = 1	1019020	0,002380	634660	0,003618	403188	0,001669
	T = 6	1016988	0,000382	632868	0,000784	402540	0,000060
	T = 10	1016416	-0,000181	632372	0,000000	402516	0,000000
Tenis	Original	1397136	-	764060	-	380388	-

		QP = 24		QP = 29		QP = 34	
		Bits por segundo	Relación de cambio de la diferencia	Bits por segundo	Relación de cambio de la diferencia	Bits por segundo	Relación de cambio de la diferencia
	T = 1	1400180	0,002179	765996	0,002534	381692	0,003428
	T = 6	1399880	0,001964	765024	0,001262	380452	0,000168
	T = 10	1397924	0,000564	764168	0,000141	380392	0,000011
Contenedor	Original	1087884	-	690748	-	444560	-
	T = 1	1090220	0,002147	693752	0,004349	445404	0,001899
	T = 6	1089576	0,001555	691700	0,001378	444756	0,000441
	T = 10	1088648	0,000702	690808	0,000087	445504	0,002123
Fútbol	Original	2041480	-	1253744	-	713984	-
	T = 1	2046292	0,002357	1257264	0,002325	0,002325	0,002325
	T = 6	2046460	0,002439	1256436	0,000728	0,000728	0,000728
	T = 10	2044288	0,001375	1254324	0,000006	0,000006	0,000006
Media	Original	1385775	-	835231	-	485362	-
	T = 1	1388928	0,0023	837918	0,00321	307571	0,00233
	T = 6	1388226	0,0016	836507	0,00104	306937	0,00035
	T = 10	1386819	0,0006	835418	0,00006	307103	0,00054

Tabla 4. Capacidad para la media de 60 frames para 4 secuencias de vídeo diferentes parámetros QP y diferentes umbrales

	T	QP = 24				QP = 29				QP = 34			
		Capacidad total	Total cambios	Ratio	Capacidad por frame	Capacidad total	Total cambios	Ratio	Capacidad por frame	Capacidad total	Total cambios	Ratio	Capacidad por frame
Presidente de jurado	1	37763	41517	0,91	629,4	29693	31667	0,94	494,9	17557	18190	0,97	292,6
	6	19961	21958	0,91	332,7	5754	6229	0,92	95,9	585	593	0,99	9,8
	10	2083	2365	0,88	34,7	62	62	1,00	1,0	0	0	0	0,0
Tenis	1	50056	54573	0,92	834,3	34850	36687	0,95	580,8	9657	10720	0,90	161,0
	6	20769	24849	0,84	346,2	5645	6507	0,87	94,1	1636	1805	0,91	27,3
	10	3623	5024	0,72	60,4	841	1082	0,78	14,0	137	151	0,91	2,3
Contenedor	1	23143	27299	0,85	385,7	18874	21310	0,89	314,6	17881	19646	0,91	298,0
	6	13300	16126	0,82	221,7	9919	10951	0,91	165,3	2966	3134	0,95	49,4
	10	6417	8071	0,80	107,0	1629	1761	0,93	27,2	14681	16107	0,91	244,7
Fútbol	1	43767	50264	0,87	729,5	49574	53539	0,93	826,2	32400	34352	0,94	540,0
	6	36284	44958	0,81	604,7	22596	26610	0,85	376,6	10130	11078	0,91	168,8
	10	15391	23365	0,66	256,5	6254	8072	0,77	104,2	779	871	0,89	13,0
Media	1	38682	43413	0,89	644,7	33247	35800	0,93	554,1	19373	20727	0,93	322,9
	6	22578	26972	0,85	376,3	10978	12574	0,89	182,9	3829	4152	0,94	63,8
	10	6878	9706	0,77	114,6	2196	2744	0,87	36,6	3899	4282	0,68	65,0

Seguridad y manipulación

Para proporcionar un procedimiento muy seguro, se utilizan generadores de números pseudo aleatorios (PRNG) para generar el flujo de bits secreto. El flujo de bits de marca de agua se construye como el XOR de la marca de agua en bruto y la clave. Para que sea aún más seguro, la clave se puede generar en función de la textura de cada macro bloque, por lo que cada macro bloque tiene su propia clave. El uso de diferentes parámetros QP en el dispositivo de codificación 301 y en el dispositivo de decodificación 303 tiene como resultado un cambio de modos de intra predicción en la decodificación, por lo que la clave será diferente y el flujo de marca de agua no puede ser extraído correctamente.

Un atacante tendría los siguientes difíciles retos para evitar la detección de manipulaciones:

- El atacante necesita tener tanto el vídeo original como el vídeo con marca de agua incorporada para encontrar los valores QDCT modificados. Es muy poco probable que un atacante pueda acceder al vídeo original para descubrir los cambios.

- En el caso muy raro de que un atacante tenga acceso al clip de vídeo original y encuentre los QDCT modificados, debe mantener el nivel LNZ y cambiar los demás niveles para evitar la detección de la manipulación. Pero es muy difícil, si no prácticamente imposible, evitarlo, por los siguientes motivos:

- Los procesos de incorporación y extracción funcionan en base a los últimos niveles distintos de cero de cada bloque seleccionado.

- La clave de encriptación se genera en base a los niveles y el contenido de los bloques.

De este modo, cualquier cambio en los niveles será detectado en el procedimiento de detección 200.

Por lo tanto, es prácticamente imposible para un atacante evitar la detección de manipulaciones.

Además de lo anterior, la experiencia del solicitante lleva a los siguientes puntos.

El rendimiento del sistema de incorporación 300 de marca de agua se puede mejorar aplicando códigos de corrección de errores (ECC: error-correcting codes). El tipo de códigos ECC y la repetición dependen de los requisitos de la aplicación. Por ejemplo, para superar un ruido gaussiano se necesita un buen código ECC, mientras que el aumento del tiempo de repetición aumenta la robustez frente a errores de ráfaga.

El uso de niveles QDCT distintos de cero es más robusto en comparación con esquemas que utilizan DCT antes de la cuantificación, ya que algunos de los niveles modificados se pueden convertir en cero después de la cuantificación.

Cabe tener en cuenta que las propiedades (transparencia, capacidad y seguridad) de los ejemplos propuestos de procedimientos de incorporación y detección son ajustables. De hecho, los parámetros de incorporación y detección se pueden elegir en función de los requisitos de uso.

Aunque en este documento sólo se han divulgado algunos ejemplos, son posibles otras alternativas, modificaciones, usos y/o equivalentes de los mismos. Además, todas las posibles combinaciones de los ejemplos descritos también están cubiertas. Por lo tanto, el alcance de la presente divulgación no debe estar limitado por ejemplos particulares, sino que se debe determinar únicamente a partir de una lectura imparcial de las siguientes reivindicaciones. Si los signos de referencia relacionados con los dibujos se encuentran entre paréntesis en una reivindicación, son únicamente para intentar aumentar la inteligibilidad de la reivindicación, y no se deben interpretar como una limitación del alcance de la misma.

Además, aunque los ejemplos que se han descrito con referencia a los dibujos comprenden aparatos/sistemas informáticos y procesos realizados en aparatos/sistemas informáticos, la invención también se extiende a programas informáticos, en particular a programas informáticos en un portador, adaptados para poner en práctica el sistema.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de incorporación (100) de datos de marca de agua en una señal de vídeo comprimida, en el que la señal de vídeo comprende al menos un bloque con niveles y los datos de marca de agua comprenden al menos un bit, comprendiendo el procedimiento:

- obtener datos de marca de agua (103);
- obtener al menos un valor de un primer nivel con marca de agua incorporada en base a al menos un primer nivel del bloque (104) procesando el valor del primer nivel con marca de agua incorporada del siguiente modo:

$$L'_a = f(L_a, w_i)$$

en el que,

L'_a representa el valor del primer nivel con marca de agua incorporada;

L_a representa el primer nivel;

w_i representa los datos de marca de agua;

en el que $f(L_a, w_i)$ se define de tal manera que el primer nivel L_a es obtenible en base al primer nivel con marca de agua incorporada y es procesable del siguiente modo:

$$L_a = h(f(L_a, w_i), w_i)$$

en el que el nivel es un coeficiente de transformada discreta de coseno cuantificado;

en el que el valor del primer nivel con marca de agua incorporada es procesado del siguiente modo:

$$L'_a = f(L_a, w_i) = \begin{cases} L_a + 1, & \text{si } L_a > l_0, \\ L_a + w_i, & \text{si } L_a = l_0, \\ L_a, & \text{si } -l_0 < L_a < l_0, \\ L_a - w_i, & \text{si } L_a = -l_0, \\ L_a - 1, & \text{si } L_a < -l_0. \end{cases}$$

en el que,

l_0 representa un valor positivo, y l_0 es el valor más probable para el último coeficiente distinto de cero en un macro bloque.

2. Un procedimiento de incorporación (100) de datos de marca de agua en una señal de vídeo comprimida, en el que la señal de vídeo comprende al menos un bloque con niveles y los datos de marca de agua comprenden al menos un bit, comprendiendo el procedimiento:

- obtener datos de marca de agua (103);
- obtener al menos un valor de un primer nivel con marca de agua incorporada en base a al menos un primer nivel del bloque (104) procesando el valor del primer nivel con marca de agua incorporada del siguiente modo:

$$L'_a = f(L_a, w_i)$$

en el que,

L'_a representa el valor del primer nivel con marca de agua incorporada;

L_a representa el primer nivel;

w_i representa los datos de marca de agua;

en el que $f(L_a, w_i)$ se define de tal manera que el primer nivel L_a es obtenible en base al primer nivel con marca de agua incorporada y es procesable del siguiente modo:

$$L_a = h(f(L_a, w_i), w_i)$$

en el que el nivel es un coeficiente de transformada discreta de coseno cuantificado;

en el que el valor del primer nivel con marca de agua incorporada es procesado del siguiente modo:

$$L'_a = f(L_a, w_i) = 2L_a + w_i$$

3. Un programa informático que comprende instrucciones de programa para hacer que un dispositivo de codificación realice un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2 de incorporar unos datos de marca de agua en una señal de vídeo.

4. Un dispositivo de codificación (301) que comprende:

- medios para obtener datos de marca de agua;
- medios para obtener al menos un valor de un primer nivel con marca de agua incorporada en base a al menos un primer nivel de un bloque procesando el valor del primer nivel con marca de agua incorporada del siguiente modo:

$$L'_a = f(L_a, w_i)$$

en el que,

L'_a representa el valor del primer nivel con marca de agua incorporada;

L_a representa el primer nivel;

w_i representa los datos de marca de agua;

en el que $f(L_a, w_i)$ se define de tal manera que el primer nivel L_a es obtenible en base al primer nivel con marca de agua incorporada y es procesable del siguiente modo:

$$L_a = h(f(L_a, w_i), w_i)$$

- 5 en el que el bloque está comprendido en una señal de vídeo comprimida y los datos de marca de agua comprenden al menos un bit;
en el que el nivel es un coeficiente de transformada discreta de coseno cuantificado;
en el que el valor del primer nivel con marca de agua incorporada es procesado del siguiente modo:

$$L'_a = f(L_a, w_i) = \begin{cases} L_a + 1, & \text{si } L_a > l_0, \\ L_a + w_i, & \text{si } L_a = l_0, \\ L_a, & \text{si } -l_0 < L_a < l_0, \\ L_a - w_i, & \text{si } L_a = -l_0, \\ L_a - 1, & \text{si } L_a < -l_0. \end{cases}$$

- 10 en el que,
 l_0 representa un valor positivo, y l_0 es el valor más probable para el último coeficiente distinto de cero en un macro bloque.

- 15 5. Un dispositivo de codificación (301) que comprende:
- medios para obtener datos de marca de agua;
- medios para obtener al menos un valor de un primer nivel con marca de agua incorporada en base a al menos un primer nivel de un bloque procesando el valor del primer nivel con marca de agua incorporada del siguiente modo:

$$L'_a = f(L_a, w_i)$$

- 20 en el que,
 L'_a representa el valor del primer nivel con marca de agua incorporada;
 L_a representa el primer nivel;
 w_i representa los datos de marca de agua;
en el que $f(L_a, w_i)$ se define de tal manera que el primer nivel L_a es obtenible en base al primer nivel con marca de agua incorporada y es procesable del siguiente modo:

$$L_a = h(f(L_a, w_i), w_i)$$

- 25 en el que el bloque está comprendido en una señal de vídeo comprimida y los datos de marca de agua comprenden al menos un bit;
en el que el nivel es un coeficiente de transformada discreta de coseno cuantificado;
en el que el valor del primer nivel con marca de agua incorporada es procesado del siguiente modo:

$$30 \quad L'_a = f(L_a, w_i) = 2L_a + w_i$$

6. Un procedimiento de detección (200) de marca de agua en una señal de vídeo decodificada por entropía, comprendiendo la señal de vídeo al menos un bloque con al menos un primer nivel con marca de agua incorporada y comprendiendo los datos de marca de agua al menos un bit, comprendiendo el procedimiento:

- 35 - recibir la señal de vídeo (201);
- obtener datos de marca de agua w_i' en base al primer nivel con marca de agua incorporada (202);
- determinar un indicador de manipulación verificando si los datos de marca de agua w_i' obtenidos se corresponden con unos datos de marca de agua w_i incorporados por un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2 de incorporación de marca de agua (203);
40 - en el que el nivel es un coeficiente de transformada discreta de coseno cuantificado.

7. El procedimiento según la reivindicación 6, en el que obtener datos de marca de agua w_i' a partir de al menos un bloque de la señal de vídeo comprende:
- procesar un valor de los datos de marca de agua w_i' del siguiente modo:

$$45 \quad w'_i = g(\tilde{L}_a)$$

en el que,

$\tilde{L}_a$ representa un primer nivel con marca de agua incorporada del bloque de la señal de vídeo; en el que el valor de los datos de marca de agua w_i' son procesados del siguiente modo:

$$w'_i = g(\tilde{L}_a) = \begin{cases} 0, & \text{si } \tilde{L}_a = l_0 \text{ o } \tilde{L}_a = -l_0, \\ 1, & \text{si } \tilde{L}_a = l_0 + 1 \text{ o } \tilde{L}_a = -l_0 - 1, \\ \text{no hay bit de marca de agua,} & \text{si } \tilde{L}_a \neq l_0, -l_0, l_0 + 1, -l_0 - 1. \end{cases}$$

50

en el que,
 l_0 representa un valor positivo de un nivel.

8. El procedimiento según la reivindicación 6, en el que obtener datos de marca de agua w_i' a partir de al menos un bloque de la señal de vídeo comprende:

- procesar un valor de los datos de marca de agua w_i' del siguiente modo:

$$w_i' = g(\tilde{L}_a)$$

en el que,
 $\tilde{L}_a$ representa un primer nivel con marca de agua incorporada del bloque de la señal de vídeo; en el que el valor de los datos de marca de agua w_i' son procesados del siguiente modo:

$$w_i' = g(\tilde{L}_a) = \tilde{L}_a \bmod 2$$

en el que "mod" significa una operación de módulo positivo.

9. El procedimiento según la reivindicación 6, que comprende además:

- recuperar al menos un primer nivel del bloque en base al nivel con marca de agua incorporada de la señal de vídeo (204).

10. El procedimiento según la reivindicación 9, en el que reconstruir/recuperar al menos el primer nivel del bloque comprende:

- procesar un valor del primer nivel L''_a del siguiente modo:

$$L''_a = h(\tilde{L}_a, w_i')$$

en el que,
 $\tilde{L}_a$ representa un primer nivel con marca de agua incorporada del bloque de la señal de vídeo.

11. El procedimiento según la reivindicación 10, en el que el valor del primer nivel L''_a se obtiene procesándolo del siguiente modo:

$$L''_a = h(\tilde{L}_a) = \begin{cases} \tilde{L}_a - 1, & \text{si } \tilde{L}_a > l_0, \\ \tilde{L}_a, & \text{si } -l_0 < \tilde{L}_a < l_0, \\ \tilde{L}_a + 1, & \text{si } \tilde{L}_a < -l_0. \end{cases}$$

en el que,
 l_0 representa un valor positivo de un nivel.

12. El procedimiento según la reivindicación 10, en el que el valor del primer nivel L''_a se obtiene procesándolo del siguiente modo:

$$L''_a = h(\tilde{L}_a) = \left\lfloor \frac{\tilde{L}_a}{2} \right\rfloor$$

en el que $\lfloor \cdot \rfloor$ representa una operación de redondeo hacia el infinito negativo.

13. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 6 – 12, en el que después de determinar un indicador de manipulación, el procedimiento comprende además:

- determinar un indicador de ataque detectando posiciones de errores binarios dispersos relativos entre sí al menos en un macro bloque.

14. Dispositivo para detectar una marca de agua en una señal de vídeo (303) que comprende:

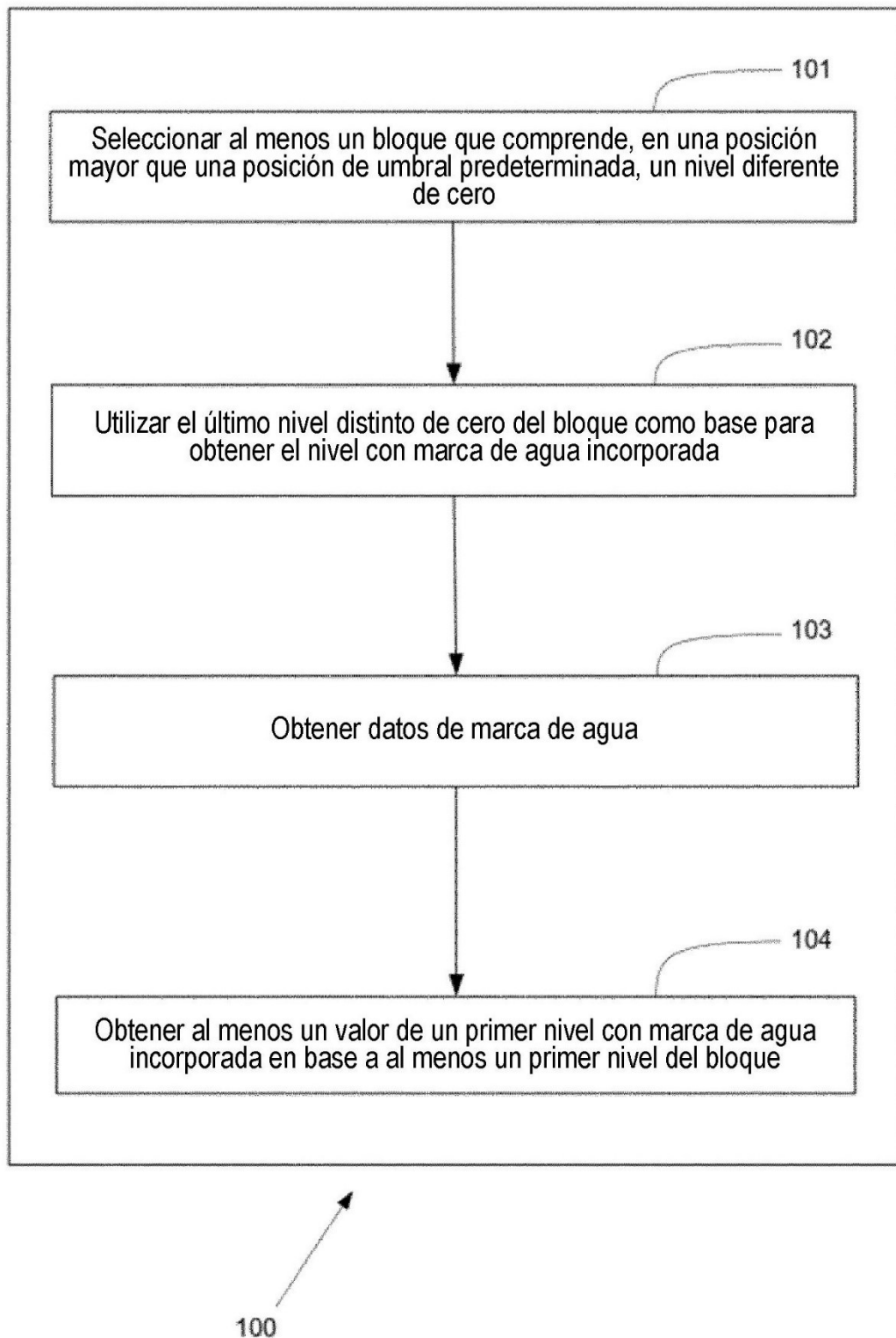
- medios para recibir una señal de vídeo decodificada por entropía, en el que la señal de vídeo comprende un bloque con un primer nivel con marca de agua incorporada;

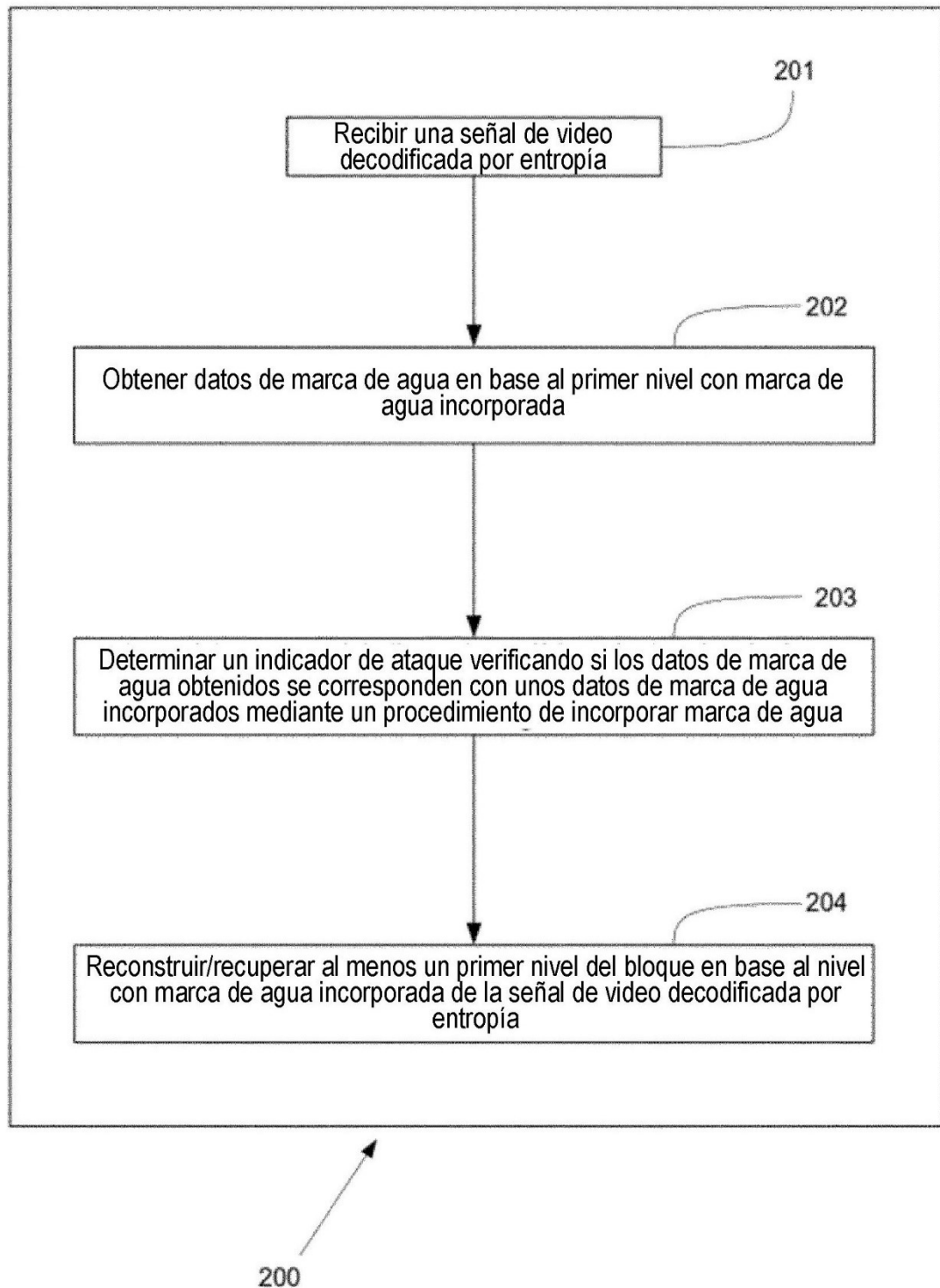
- medios para obtener datos de marca de agua w_i' en base al primer nivel con marca de agua incorporada del bloque de la señal de vídeo;

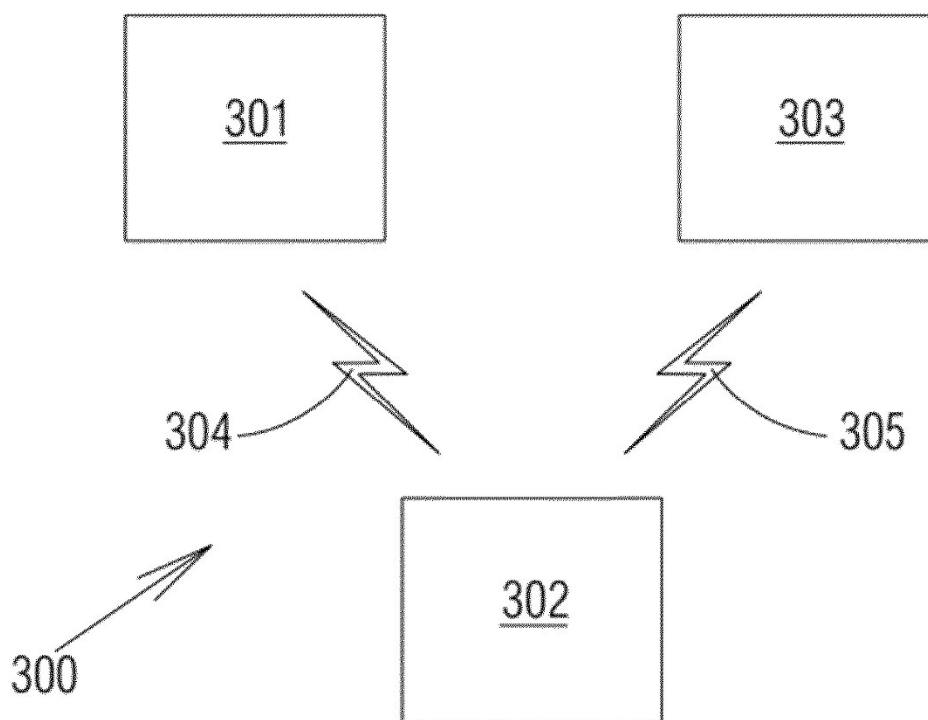
- medios para determinar un indicador de manipulación verificando si los datos de marca de agua w_i' obtenidos se corresponden con unos datos de marca de agua w_i incorporados por un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2 de incorporación de marca de agua; en el que el nivel es un coeficiente de transformada discreta de coseno cuantificado.

15. El dispositivo según la reivindicación 14, que comprende además

- medios para recuperar al menos un primer nivel del bloque en base a un nivel de la señal de vídeo decodificada por entropía.







DC	1	5	6
2	4	7	12
3	8	11	13
9	10	14	15