



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 302 301**

(51) Int. Cl.:
G06T 1/00 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **06125563 .4**

(86) Fecha de presentación : **07.12.2006**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1804213**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **04.07.2007**

(54) Título: **Procedimiento de tatuaje de una secuencia de vídeo.**

(30) Prioridad: **29.12.2005 FR 05 54132**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.07.2008

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.07.2008

(73) Titular/es: **Société Française du Radiotéléphone**
42, avenue de Friedland
75008 Paris, FR
Groupe Des Ecoles Des Telecommunications
(GET) Institut National Des Telecommunications
(INT)

(72) Inventor/es: **Mitreă, Mihai;**
Preteux, Françoise y
Nunez, Jean

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 302 301 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de tatuaje de una secuencia de vídeo.

5 La invención tiene por objeto un procedimiento de tatuaje de una secuencia de vídeo.

El campo de la invención es el de la protección de los flujos de vídeo. Más particularmente, el campo de la invención es el conocido bajo el nombre de “watermarking”.

10 Un fin de la invención es permitir insertar en una secuencia de vídeo una información invisible, es decir, sin degradación notable a la vista, en el momento de la visualización normal de la secuencia de vídeo. No obstante, la citada información puede ser leída por medio de un procedimiento determinado previamente.

15 Otro fin de la invención es hacer inalterable la información insertada, ya sea por la aplicación de procedimientos de transmisión/transformación de la secuencia de vídeo o bien por la aplicación de procedimientos específicamente concebidos para alterar este tipo de información. Por tipo de información es necesario entender aquí el tatuaje.

20 En el estado de la técnica se conocen tecnologías de tatuaje de secuencias de vídeo. Una secuencia de vídeo se llama también comúnmente un filme. Un filme se asimila aquí a un archivo de datos con un formato conocido que codifica las imágenes que corresponden al filme. Los formatos más conocidos son los formatos MPEG, AVX, y DIVX.

25 El tatuaje se llama también a veces marcado o filigranado. Tatuarse un filme consiste en insertar informaciones invisibles durante la utilización normal del filme en los datos que codifican el filme. No obstante, estas informaciones pueden encontrarse por medio de la aplicación de un procesamiento de revelación determinado previamente sobre el filme. Estas informaciones se llaman también la marca, el tatuaje o la filigrana.

Un tatuaje también puede definirse por al menos tres características.

30 Una primera característica es la resistencia a las falsas alarmas. No es necesario, en efecto, que el procesamiento de revelación revele las informaciones si no se ha insertado ninguna información.

35 Una segunda característica es la resistencia. Esta característica cuantifica la forma en la que el tatuaje resiste a diferentes operaciones realizadas sobre el filme. Estas operaciones son, al menos, la transcodificación del filme de un formato a otro formato, la transmisión del filme vía un canal de transmisión ruidoso y los ataques destinados a suprimir el tatuaje.

40 Una tercera característica es la transparencia. Esta característica mide la forma en la que la inserción del tatuaje altera la percepción del filme visualizado por un usuario. Un tatuaje perfecto es totalmente transparente, es decir totalmente imperceptible para el usuario que visualiza el filme tatuado.

Una cuarta característica de un tatuaje es la capacidad de realizar una revelación del tatuaje en ciego, es decir sin tener necesidad del archivo original no tatuado.

45 Los procedimientos del estado de la técnica son de dos tipos: la extensión de espectro y el marcado por información de borde. El documento US 2003/01 33590 A1 describe tal procedimiento.

50 En los procedimientos por extensión de espectro el tatuaje se reparte sobre varias imágenes en el filme. Esto permite resistir bien a una transmisión ruidosa ya que el ruido no afecta a todas las imágenes de la misma manera. Con estos procedimientos, a modo de ejemplo, se es resistente para una marca de 256 bits en una secuencia de vídeo de 40 segundos a una velocidad de 64 kbits/segundo.

55 Se utiliza este ejemplo de filme, 40 segundos a una velocidad de 64 kbits/segundo, ya que esto corresponde a los “clips” difundidos corrientemente por los teléfonos móviles.

En los procedimientos de marcado por información de borde, se basa en el conocimiento de la codificación utilizada para colocar la marca de forma inteligente. Estos procedimientos no son del todo resistentes, pero permiten insertar una gran cantidad de informaciones.

60 De una manera general, estos procedimientos sólo son muy poco resistentes a los ataques cuya finalidad es la supresión del tatuaje. El más conocido de estos ataques es el ataque “StirMark” cuyo principio es introducir una ligera imprecisión en todas las imágenes del filme. Esto tiene por efecto destruir todos los tatuajes del estado de la técnica.

65 En la invención, se resuelve este problema, teniendo una resistencia y una transparencia óptima, combinado los dos enfoques del estado de la técnica. De este modo, en la invención se seleccionan los coeficientes significativos en una secuencia de imágenes transformadas y se inserta la marca en esta secuencia. A continuación se somete al vídeo a pruebas de potencia en un proceso iterativo que hace evolucionar la codificación de la marca en función del resultado de las pruebas. Al cabo de un cierto número de iteraciones, el tatuaje se considera como satisfactorio y el filme se

ES 2 302 301 T3

considera entonces como tatuado. De manera de mejorar aún el procedimiento, la marca se produce a partir de una clave secreta, lo que permite guardar la marca secreta autorizando una revelación en ciego.

5 La invención tiene entonces por objeto un procedimiento de tatuaje de una secuencia de vídeo que comprende al menos las siguientes etapas, aplicadas por un dispositivo de tatuaje de la secuencia de vídeo:

- transformación de una secuencia de imágenes en una secuencia de imágenes transformadas,
- 10 - ordenamiento, para los coeficientes de cada imagen transformada, o de una zona de cada imagen transformada, de acuerdo con un orden determinado previamente,
- selección para cada imagen de la secuencia transformada de los R primeros coeficientes entre los coeficientes ordenados,
- 15 - ensamblado de los coeficientes seleccionados de cada imagen en un vector de trabajo por concatenación de los coeficientes ordenados,
- procesamiento del vector de trabajo,
- 20 - inserción del vector de trabajo procesado en la secuencia de imágenes,
- prueba de la resistencia de la inserción por comparación con un mensaje de referencia determinado previamente y después de sumisión de la secuencia de imágenes a ataques y/o a ruido,
- 25 - repetición del procesamiento hasta que se alcance una condición de detención ligada a la prueba de resistencia,

el procedimiento para esto consta de las siguientes etapas:

- 30 - extracción de un vector C0 por la aplicación de las siguientes etapas:
 - transformación de una secuencia de L imágenes en una secuencia de L transformadas,
 - determinación de una zona de interés en las L transformadas,
 - 35 - para cada zona de interés de cada transformada se ordenan los coeficientes de la zona,
 - para cada zona de interés de cada transformada se extraen los R primeros coeficientes del ordenamiento,
 - 40 - se reúnen los $L * R$ coeficientes en un vector C0,
- se elige un mensaje M de dimensión Lm,
- 45 - se cifra el mensaje M con una clave K de manera de obtener un vector G de longitud $L * R$,
- se inicializa un vector Cw por el vector C0,
- se aplica un procesamiento de descifrado al vector Cw, luego se aplica al resultado obtenido un procesamiento de cifrado, para obtener un vector B de longitud $L * R$, que estas operaciones son de tipo codificación de canal,
- 50 - se inicializan dos contadores i y j a 0,
- 55 - de modo que i es inferior a Ni y j inferior a Nj,
 - si G es idéntico a B, se incrementa entonces i en una unidad,
 - si G es diferente a B, entonces:
 - 60 - se calcula un coeficiente de resistencia D,
 - se inicializa i a 0,
 - 65 - se incrementa j en una unidad,
 - si D es inferior a Dt entonces

ES 2 302 301 T3

- se modifica C_w ,
- se inserta el C_w modificado en la secuencia de vídeo a tatuar, por un procedimiento inverso del utilizado para la extracción del vector C_0 ,

5

- se inicializa j a 0,

- se efectúa una prueba de resistencia interfiriendo la secuencia de vídeo con una transmisión ruidosa y con un ataque contra el tatuaje,

10

- se extrae un vector C_w a partir de la secuencia de vídeo interferida, por medio del mismo procedimiento utilizado para la extracción del vector C_0 ,

- se produce el vector B a partir del vector C_w .

15

Ventajosamente, la invención también se caracteriza porque la transformada utilizada es una transformada entre la lista formada por al menos: transformada por ondas, transformada por coseno directo, transformada de Fourier, transformada de Mellin-Fourier, o por una representación algebraica, por ejemplo una descomposición en valores singulares.

20

Ventajosamente, la invención también se caracteriza porque el ordenamiento es creciente, decreciente o aleatorio.

Ventajosamente, la invención también se caracteriza porque el procesamiento de cifrado se realiza por un procedimiento de tipo codificación de canal, con un codificador en entramado, siendo la clave K la matriz de este codificador.

25

Ventajosamente, la invención también se caracteriza porque el procesamiento de descifrado se realiza por un procedimiento de tipo decodificación de canal, con un decodificador de Viterbi que utiliza la clave K como matriz de decodificación.

30

Ventajosamente, la invención también se caracteriza porque R está comprendido en el intervalo $[300, 420]$.

Ventajosamente, la invención también se caracteriza porque L está comprendido en el intervalo $[800, 1200]$ para una secuencia de vídeo que consta de 25 imágenes por segundo a una velocidad de 64 kb/s.

35

Ventajosamente, la invención también se caracteriza porque el coeficiente de potencia D es, $D = \frac{G - B}{|G - B|} \circ C_w$, en

la que $|\cdot|$ representa la norma euclidiana L^*R dimensional y $\circ$ es el operador de cálculo del coeficiente de correlación no normado.

40

Ventajosamente, la invención también se caracteriza porque la interferencia de la secuencia de vídeo se realiza con un ruido de tipo ruido blanco.

Ventajosamente, la invención también se caracteriza porque la interferencia de la secuencia de vídeo se realiza con un ataque StirMark, aplicado a cada imagen de la secuencia.

45

Ventajosamente, la invención también se caracteriza porque la modificación de C_w se realiza conforme a la fórmula:

50

$$C_w \leftarrow C_w + \frac{G - B}{|G - B|} \cdot (D_T - D), \text{ en la que } (\cdot) \text{ representa el producto entre un vector y un escalar.}$$

Ventajosamente, la invención también se caracteriza porque N_i está en el intervalo $[175, 225]$.

55

Ventajosamente, la invención también se caracteriza porque N_j está en el intervalo $[175, 225]$.

Ventajosamente, la invención también se caracteriza porque $S * L_m$ vale $L * R$, en la que S representa el número de columnas en la matriz del codificador en entramado.

60

La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción que continúa y con el examen de las figuras que la acompañan. Las mismas se presentan a título indicativo y de ninguna manera limitativo de la invención. Las figuras muestran:

- Figura 1: una ilustración de etapas del procedimiento de acuerdo con la invención.

65

- Figura 2: una ilustración de una etapa de inicialización del procedimiento de acuerdo con la invención.

ES 2 302 301 T3

- Figura 3: una ilustración de una zona de interés de una imagen transformada.

En la descripción, las acciones se efectúan por medio de un dispositivo que aplica el procedimiento de acuerdo con la invención. Tal dispositivo es un dispositivo dotado de capacidades de procesamiento estándar a saber, un micropro-
cesador, memorias de programas, trabajo y almacenamiento, y medios de entrada/salida. El procedimiento de acuerdo
con la invención se graba entonces bajo forma de código de instrucciones en la memoria de programa del dispositi-
vo.

Las dimensiones y tamaños que ilustran la aplicación de la invención corresponden a un filme de 40 segundos, con
25 imágenes por segundo transmitidas en un canal de 64 Kbits/s. Este ejemplo corresponde al campo de la transmisión
de filmes en el campo de la telefonía móvil. La invención, naturalmente, es válida para los filmes más largos, dividiendo
el filme en subfilmes de 40 segundos. Esto corresponde a un filme de L imágenes, que L vale aproximadamente
1000.

La figura 1 muestra una etapa 101 preliminar de producción de un vector C_0 a partir de un filme.

La figura 2 muestra que la etapa 101 consta de varias subetapas.

De este modo, la etapa 101 consta de una etapa 201 de transformación de un filme de L imágenes en un filme de
 L imágenes transformadas. Las transformaciones ya se aplican por los procedimientos de compresión. En la práctica
la información producida en esta etapa 201 ya está entonces disponible ya que los filmes existen en formatos com-
primidos aquí llamados formatos transformados. La presencia de esta etapa no perjudica entonces el rendimiento del
procedimiento de acuerdo con la invención.

Las transformaciones más corrientemente utilizadas en la compresión de filmes son las transformaciones por cose-
no directo (DCT) y las transformaciones por ondas (DWT). En la práctica se utilizan otras transformaciones como la
transformada de Fourier, la transformada de Mellin-Fourier o la representación algebraica, por ejemplo una descom-
posición en valores singulares. Al finalizar la etapa 201 se dispone entonces de L imágenes transformadas.

Una imagen es aquí una matriz, cuadrada o no, de coeficientes. Para la descripción se considera que estos coefi-
cientes se codifican en 8 bits. En la práctica los coeficientes podrían codificarse en más o menos bits.

Una imagen transformada es una matriz, cuadrada o no, de coeficientes. Se considera aquí que los coeficientes de
la imagen transformada tienen la misma dinámica, 8 bits, que los coeficientes de la imagen. Este no es necesariamente
el caso.

De la etapa 201 se pasa a una etapa 202 de selección de una zona de interés en las imágenes transformadas. En
la práctica esta zona puede cubrir toda la superficie de la imagen, o una zona aleatoria determinada previamente. En
una aplicación más interesante, ciertas consideraciones presiden la selección de esta zona. Se elige de preferencia una
zona que corresponde a una información importante cuya alteración conduciría a una degradación significativa de la
calidad del filme que se desea marcar. Por ejemplo, en el caso de la transformación DWT, o la transformación DCT se
seleccionan dos sub-bandas de bajas frecuencias.

La figura 3 ilustra estas sub-bandas 301 y 302. Están situadas en la esquina superior izquierda de una imagen
transformada. Esta zona de interés está constituida entonces por dos cuadrados simétricos con relación a una diagonal
de la imagen.

De la etapa 202 se pasa a una etapa 203 de ordenamiento, es decir de clasificación, de los coeficientes de la zona
de interés. En la práctica se elige una clasificación creciente o decreciente. Pero otra clasificación de tipo aleatorio
o una clasificación secuencial que corresponde a un orden de lectura de los coeficientes en la imagen transformada
permitiría también la aplicación eficaz de la invención.

De la etapa 203 se pasa a una etapa 204 de extracción de los coeficientes de la imagen transformada. Aquí se
extraen los R primeros coeficientes del ordenamiento realizado en la etapa 203. En un ejemplo preferido R vale 360.

Se realizan las etapas 202 a 204 para todas las imágenes transformadas luego, se pasa a una etapa 205 de ensam-
blado que consiste en concatenar todos los resultados en el orden de su producción, u otro determinado previamente,
para obtener un vector C_0 de $L \times R$ coeficientes.

La figura 1 muestra que se pasa de la etapa 101 a una etapa 102 de producción de un mensaje M . El mensaje M
es simplemente la información que se desea tatuar en la secuencia de vídeo. En la práctica se elige codificar 1 bit de
mensaje por imagen. En nuestro ejemplo esto vuelve a disponer de $1000/8 = 125$ octetos para tatuar una secuencia de
vídeo de 40 segundos. Se puede entonces insertar, con muy buena calidad, un mensaje de $L_m = 125$ octetos en una
secuencia de vídeo de 40 segundos. El contenido de M es totalmente arbitrario y función de la información que una
persona que aplica el procedimiento de acuerdo con la invención desea tatuar en la secuencia de vídeo procesada. Si
 L_m es más pequeño entonces el tatuaje será de mejor calidad (se recuerda transparencia y resistencia), si L_m es más
grande entonces el tatuaje será de menor calidad.

ES 2 302 301 T3

De la etapa 102 se pasa a una etapa 103 de producción de un vector G . El vector G tiene una dimensión de $L * R$ en octetos. El vector G es el resultado de un cifrado del mensaje M . Este cifrado se realiza por un procedimiento de tipo codificación de canal con un codificador de canal en entramado modificado. Se modifica porque se utiliza como matriz de este codificador una matriz K secreta que sirven de clave de cifrado. Aquí la matriz K de codificación en entramado tiene S columnas, tal como $S \times L_m$ vale $L \times R$. Esto garantiza que el vector G será de dimensión $L \times R$. Los coeficientes de la matriz K se eligen de forma aleatoria.

De la etapa 103 se pasa a una etapa 104 de inicialización de variables del procedimiento. En la práctica se inicializa un vector C_w con el valor de C_0 , se inicializan dos contadores i y j a 0 y se inicializa un vector B a $f(C_w)$. Los vectores G , B , y C_w son de la misma dimensión.

La función f se realiza como sigue. Se considera $f(V)$. Se aplica a V un procesamiento de decodificación de canal de tipo decodificación de Viterbi. La matriz utilizada para la decodificación de Viterbi es la matriz K . Esta decodificación produce un vector V_i intermedio de dimensión L_m . Se aplica al vector V_i una codificación en entramado como se ha descrito precedentemente, es decir utilizando la matriz K como matriz de codificación. El resultado de esta codificación es la salida de la función f .

De la etapa 104 se pasa a una etapa 105 de evaluación de una condición de salida de un bucle de procesamiento. Esta condición es que el procesamiento continúa como $i < N_i$ y $j < N_j$. En la práctica i y j controlan la resistencia de un tatuaje a los ataques a la "vida" de una secuencia de vídeo. Estos ataques son, se lo recuerda, al menos las manipulaciones, las transmisiones y las tentativas de piratería. Si i es superior o igual a N_i , o si j es superior o igual a N_j , entonces el procesamiento se detiene y la última secuencia de vídeo utilizada para las pruebas de resistencia es la secuencia de vídeo tatuada. Se pasa entonces a una etapa 106 de fin, es decir de detención de procesamiento. Esta etapa 106 es, por ejemplo, una etapa de archivado o de transmisión efectiva de la secuencia de vídeo tatuada.

En una realización de la invención N_i y N_j valen 200. En la práctica, están comprendidos en el intervalo [175 - 225]. Cuanto más altos son, más se garantiza la resistencia a los ataques. No obstante, también es necesario tomar en consideración el tiempo de procesamiento. A partir de 175, los resultados se explotan eficazmente. El valor 200 es un compromiso óptimo en la fecha de la redacción de este documento con relación a las potencias de cálculo disponibles en los dispositivos susceptibles de aplicar el procedimiento de acuerdo con la invención.

Si la prueba 105 es válida, es decir si $i < N_i$ y $j < N_j$, entonces se pasa a una etapa 107 de comparación de los vectores B y G . En una aplicación de la invención esta comparación consiste en comparar dos a dos los coeficientes de los vectores B y G , que los coeficientes del mismo rango deben ser iguales para que los vectores sean declarados iguales, es decir si $|B - G| = 0$. En esta descripción la función $||$ es la norma euclidiana. En una variante de la invención se introduce una tolerancia considerando que los vectores B y G son iguales si $|B - G|$ es inferior a un umbral determinado previamente.

Si $B = G$, entonces se pasa a una etapa 108, si no se pasa a una etapa 109.

En la etapa 108, se incrementa el contador i en una unidad, luego se pasa a una etapa 110 de alteración de la secuencia de vídeo modificada. Se observa aquí que en el primer proceso iterativo la secuencia de vídeo aún no se ha modificado ya que $C_w = C_0$. Pero, durante los siguientes procesos iterativos la secuencia de vídeo habrá sido modificada. Se habla entonces de manera genérica de secuencia de vídeo modificada.

En la etapa 110, se somete la secuencia de vídeo modificada a un canal de transmisión virtual, es decir que se simula una transmisión de la secuencia de vídeo modificada sometiéndola a un ruido de transmisión, por ejemplo a un ruido blanco y a un ruido que corresponde a un ataque.

En una aplicación de la invención, el ruido de transmisión se indexa con i y j . De este modo se llevan a cabo pruebas utilizando varias versiones de ruidos lo que garantiza una buena exploración de las modificaciones que la secuencia de vídeo puede sufrir en el curso de una transmisión.

En una aplicación de la invención, el ataque realizado en la etapa 110 es de tipo StirMark. Se trata en efecto del ataque más violento que pueda sufrir una secuencia de vídeo en la actualidad.

En una variante de la invención, la etapa 110 consta de otros tipos de ataques, eventualmente aún no existentes, de manera de garantizar la resistencia del tatuaje a todos los tipos de ataques.

En otra variante de la invención, la secuencia de vídeo utilizada en la entrada de la etapa 110 con el proceso iterativo k es la producida por la etapa 110 con el proceso iterativo $k - 1$ que representa aquí i o j de acuerdo con la ruta de llegada a la etapa 110. Si i y j valen 0, entonces la secuencia de vídeo en la entrada de la etapa 110 es la secuencia de vídeo modificada.

De la etapa 110 se pasa a una etapa 111 de extracción de un vector C_w de la secuencia de vídeo producida en la etapa 110. Esta extracción se realiza como para la producción del vector C_0 en la etapa 101, pero a partir de la secuencia de vídeo producida en la etapa 110.

ES 2 302 301 T3

De la etapa 111 se pasa a una etapa 112 de recálculo del vector B a partir del vector Cwa. Esta producción se realiza por $B = f(Cwa)$, siendo f la función definida durante la descripción de la etapa 104.

De la etapa 112 se vuelve a pasar a la etapa 105.

En la etapa 109, se calcula un coeficiente de resistencia D. Para esto, en una aplicación de la invención se utiliza la siguiente fórmula:

$$D = \frac{G - B}{|G - B|} \circ C_w$$

en la que $\circ$ es el operador de cálculo del coeficiente de correlación no normado.

De la etapa 109 se pasa a una etapa 113 de volver a colocar en 0 el contador i.

El experto en la técnica comprobará sin inconveniente que el orden relativo de las etapas 109 es 113 no tiene importancia en la aplicación de la invención. De una manera general lo mismo sucede para las etapas de inicialización que no dependen unas de las otras.

De la etapa 113 se pasa a una etapa 114 de comparación de D con una referencia Dt determinada previamente. Si D es superior o igual a Dt entonces se pasa a una etapa 115. En este caso, significa que la resistencia de la secuencia de vídeo modificada se juzga satisfactoria. En la práctica Dt vale 0.4, pero puede seleccionarse en el intervalo [0.2, 1] conservando el procedimiento un comportamiento aceptable del punto de vista de la calidad del tatuaje producido.

En la etapa 115 se incrementa el contador j en una unidad luego, se pasa a la etapa 110.

Si D es inferior a Dt entonces se pasa de la etapa 114 con una etapa 116.

En la etapa 116 se pone en 0 el contador j luego se pasa a una etapa 117 de modificación del vector Cw.

En una aplicación de la invención, en la etapa 117 el vector Cw se modifica con la siguiente fórmula:

$$C_w \leftarrow C_w + \frac{G - B}{|G - B|} \cdot (D_t - D)$$

De la etapa 117 se pasa a una etapa 118 de inserción de Cw en la secuencia de imagen para producir una secuencia de imagen modificada.

La inserción de Cw en la secuencia de imagen se realiza por un procedimiento inverso del descrito para la producción del vector C0. En particular, se considera que el vector Cw es el resultado de una extracción de una secuencia de imágenes y que está compuesto entonces de L subconjuntos de R coeficientes. Un subconjunto dado en Cw corresponde entonces a una zona de interés de una imagen de la secuencia de imágenes. Cada coeficiente de subconjunto corresponde entonces a un coeficiente de la imagen. Para insertar Cw en la secuencia de imágenes se reemplaza entonces los coeficientes de las imágenes de la secuencia de imágenes por sus correspondientes en Cw.

De la etapa 118 se vuelve a pasar a la etapa 110.

Cuando se llega a la etapa 106 la secuencia de vídeo tatuada es la última secuencia de vídeo modificada producida en la etapa 118.

El lector habrá vuelto a marcar que el modo de realización descrito no es exactamente el reivindicado. En efecto, el modo de realización reivindicado corresponde a un encadenamiento de las etapas como sigue:

De la etapa 113 se pasa a la etapa 115, de la etapa 115 se pasa a la etapa 114. Si la prueba de la etapa 114 es negativa, entonces se pasa a la etapa 110, si es positiva, se pasa a la etapa 116.

Esta diferencia que es voluntaria volverá la descripción confusa pero permitirá más bien ilustrar una vez aún lo que se ha dicho para las etapas 109 y 113. A saber, que se puede cambiar el orden de ciertas etapas sin modificar por tanto el procedimiento de acuerdo con la invención. Esto es en particular verdad para las etapas de inicialización.

Una vez tatuada la secuencia de vídeo, puede ser emitida. La revelación del tatuaje requiere del conocimiento del procedimiento de tatuaje y de la matriz K. Para revelar el tatuaje es suficiente proceder a una extracción del vector C0 sobre la secuencia de vídeo y aplicar al vector C0 una decodificación de canal de Viterbi utilizando como matriz de codificación la matriz K. La revelación se realiza entonces en ciego.

ES 2 302 301 T3

Con la invención es entonces posible disimular al menos 125 octetos de informaciones en una secuencia de vídeo de 40 s a 64 kbits/s. Estas informaciones pueden ser utilizadas para identificar a un propietario de la secuencia de vídeo, un destinatario de la secuencia de vídeo, o toda otra forma de información como los códigos de instrucciones que serán interpretados por el dispositivo que da la secuencia de vídeo para aportar la interactividad a la secuencia de vídeo. La invención permite entonces, de una manera general, crear un canal de difusión escondido en una secuencia de vídeo.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de tatuaje de una secuencia de vídeo que consta al menos de las siguientes etapas, aplicadas por un dispositivo de tatuaje de la secuencia de vídeo:

- transformación (201) de una secuencia de imágenes en una secuencia de imágenes transformadas,
- ordenamiento (203), para los coeficientes de cada imagen transformada, o de una zona (202) de cada imagen transformada, de acuerdo con un orden determinado previamente,
- selección (204) para cada imagen de la secuencia transformada de los R primeros coeficientes entre los coeficientes ordenados,
- ensamblado (205) de los coeficientes seleccionados de cada imagen en un vector de trabajo por concatenación de los coeficientes ordenados,
- procesamiento (105 - 117) del vector de trabajo,
- inserción (118) del vector de trabajo procesado en la secuencia de imágenes,
- prueba (110) de la resistencia de la inserción por comparación con un mensaje de referencia determinado previamente y después de la sumisión de la secuencia de imágenes a ataques y/o a ruido,
- repetición (105) del procesamiento hasta que se alcance una condición de detención ligada a la prueba de resistencia,

el procedimiento consta para esto de las siguientes etapas:

- a. extracción (101) de un vector C0 por la aplicación de las siguientes etapas:
 - a.1. transformación (201) de una secuencia de L imágenes en una secuencia de L transformadas,
 - a.2. determinación (202) de una zona de interés en las L transformadas,
 - a.3. para cada zona de interés de cada transformada se ordenan (203) los coeficientes de la zona,
 - a.4. para cada zona de interés de cada transformada se extraen (204) los R primeros coeficientes del ordenamiento,
 - a.5. se reúnen (205) los L * R coeficientes en un vector C0,
- b. se elige (102) un mensaje M de dimensión Lm,
- c. se cifra (103) el mensaje M con una clave K de manera de obtener un vector G de longitud L * R,
- d. se inicializa (104) un vector Cw por el vector C0,
- e. se aplica (104) un procesamiento de descifrado al vector Cw, luego se aplica al resultado obtenido un procesamiento de cifrado, para obtener un vector B de longitud L * R, que estas operaciones son de tipo codificación de canal,
- f. se inicializan (104) dos contadores i y j a 0,
- g. tanto que i es inferior a Ni y j inferior a Nj (105)
 - g.1. si G es idéntico a B (107), entonces se incrementa (108) i en una unidad,
 - g.2. si G es diferente de B (107), entonces:
 - g.2.1. se calcula (109) un coeficiente de resistencia D,
 - g.2.2. se inicializa (113) i a 0,
 - g.2.3. se incrementa (115) j en una unidad,
 - g.2.4. si D es inferior a Dt (114) entonces

ES 2 302 301 T3

g.2.4.1. se modifica (117) C_w ,

g.2.4.2. se inserta (118) el C_w modificado en la secuencia de vídeo a tatuar, por un procedimiento inverso al utilizado para la extracción del vector C_0 ,

g.2.4.3. se inicializa (116) j a 0,

g.3. se efectúa (110) una prueba de resistencia interfiriendo la secuencia de vídeo por una transmisión ruidosa y por un ataque contra el tatuaje,

g.4. se extrae (111) un vector C_w a partir de la secuencia de vídeo interferida, por el mismo procedimiento utilizado para la extracción del vector C_0 ,

g.5. se produce (112) el vector B a partir del vector C_w .

con N_i y N_j de números enteros positivos utilizados para la evaluación de una condición de salida del bucle y D_t una referencia determinada previamente.

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado** porque la transformada utilizada es una transformada entre la lista formada por al menos: transformada por ondas, transformada por coseno directo, transformada de Fourier, transformada de Mellin-Fourier, o por una representación algebraica por ejemplo una descomposición en valores singulares.

3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** porque el ordenamiento es creciente, decreciente o aleatorio.

4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el procesamiento de cifrado se realiza por un procedimiento de tipo codificación de canal, con un codificador en entramado, que la clave K es la matriz de este codificador.

5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque el procesamiento de descifrado se realiza por un procedimiento de tipo decodificación de canal, con un decodificador de Viterbi que utiliza la clave K como matriz de decodificación.

6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque R está comprendido en el intervalo $[300, 420]$.

7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque L está comprendido en el intervalo $[800, 1200]$ para una secuencia de vídeo que consta de 25 imágenes por segundo a una velocidad de 64 kb/s.

8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque el coeficiente de resistencia D es $D = \frac{G - B}{|G - B|} \circ C_w$, en la que $|\cdot|$ representa la norma euclidiana $L * R$ dimensional y es el operador de cálculo del coeficiente de correlación no normado.

9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque la interferencia de la secuencia de vídeo se realiza con un ruido de tipo ruido blanco.

10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque la interferencia de la secuencia de vídeo se realiza con un ataque StirMark, aplicada a cada imagen de la secuencia.

11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque la modificación de C_w se realiza conforme a la fórmula:

$$C_w \leftarrow C_w + \frac{G - B}{|G - B|} \cdot (D_t - D), \text{ en la que } (\cdot) \text{ representa el producto entre un vector y un escalar.}$$

12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** porque N_i está en el intervalo $[175, 225]$.

13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado** porque N_j está en el intervalo $[175, 225]$.

ES 2 302 301 T3

14. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado** porque $S * L_m$ vale $L * R$, en la que S representa el número de columnas en la matriz del codificador en entramado.

5 15. Utilización del procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14 para tatuar una secuencia de vídeo.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

