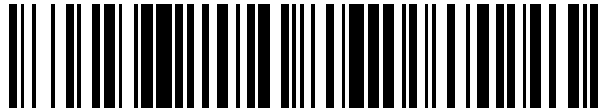


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 049**

21 Número de solicitud: 201631188

51 Int. Cl.:

G06T 1/00 (2006.01)
G06T 7/40 (2007.01)
G06T 9/20 (2006.01)
G08B 13/196 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

13.09.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

13.03.2018

71 Solicitantes:

DAVANTIS TECHNOLOGIES, S.L. (100.0%)
UAB, Edifici Eureka
08193 BELLATERRA (Barcelona) ES

72 Inventor/es:

BALCELLS CAPELLADES, Martí ;
HERRERO MOLINA, Nicolás;
HERRERA MARÍ, Josep Oriol y
LLUÍS BARBA , Jordi

74 Agente/Representante:

ZEA CHECA, Bernabé

54 Título: **PROCEDIMIENTO, SISTEMA, SISTEMA INFORMÁTICO Y PRODUCTO DE PROGRAMA INFORMÁTICO PARA DETECTAR UN SABOTAJE DE UNA CÁMARA DE VIDEO-VIGILANCIA**

57 Resumen:

Se proporcionan procedimientos para detectar sabotaje de una cámara de video-vigilancia que genera una señal de vídeo que incluye una secuencia de imágenes que comprenden una pluralidad de píxeles. Los procedimientos comprenden: adquirir dichas imágenes y procesarlas para determinar un conjunto de características predefinidas de la imagen que incluyen puntos de interés de la imagen; seleccionar el conjunto de características predefinidas de un par de imágenes que comprende una primera y una segunda imagen; determinar, para las características predefinidas, un(os) indicador(es) de similitud de la característica predefinida entre la primera y la segunda imagen, que incluye(n) un indicador de correspondencia entre puntos de interés de la primera y la segunda imagen; y proporcionar los indicadores de similitud a uno o más motores de clasificación entrenados para generar un indicador de sabotaje a partir de dichos indicadores. También se proporcionan sistemas, sistemas informáticos y programas informáticos adecuados para realizar dichos procedimientos.

ES 2 659 049 A1

DESCRIPCIÓN

Procedimiento, sistema, sistema informático y producto de programa informático para detectar un sabotaje de una cámara de video-vigilancia

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para detectar un sabotaje de una cámara de video-vigilancia, y a un sistema, sistema informático y producto de programa informático adecuados para llevar a cabo dicho procedimiento.

ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

10 La detección de sabotaje en cámaras de video-vigilancia es un problema al cual parece que no se han destinado muchos esfuerzos, ya sea porque se considera un problema poco atractivo o porque se percibe como un problema aparentemente fácil de resolver. En consecuencia, pueden existir aspectos pendientes de resolución y/o muchas posibilidades de mejora en determinadas cuestiones.

15 En realidad, la detección de sabotaje en cámaras de video-vigilancia es un problema complejo si el objetivo es proporcionar unas funcionalidades que puedan adaptarse a una amplia gama de escenas distintas capturadas por la cámara durante su funcionamiento.

20 En la técnica anterior, no se conocen muchos sistemas/procedimientos que aborden directamente el problema. La mayoría de implementaciones se limitan a detectar cambios en el histograma de una imagen y/o en los contornos de la misma. Normalmente, los sistemas/procedimientos conocidos comparan estas características de imagen entre la imagen actual y una imagen de referencia, que puede ser una imagen antigua.

25 En algunos ejemplos, esta imagen de referencia puede ser una imagen de fondo obtenida por medio de un algoritmo de sustracción de fondo.

30 Estas características de imagen a veces se calculan de forma global (para toda la imagen) o por celdas o regiones de la imagen para obtener descriptores locales y poder detectar cambios parciales en la imagen.

Hay sistemas/procedimientos que usan la entropía de la imagen o hacen un análisis en el dominio de frecuencia. En sistemas/procedimientos más recientes de detección de sabotaje que usan puntos característicos para detectar cambios en la imagen.

35

En la mayoría de estos casos, los puntos característicos se usan para calcular descriptores centrados en estos puntos y luego calcular una medida de similitud que se puede calcular estableciendo las correspondencias entre puntos de la imagen analizada y de una imagen de referencia.

5

Estos sistemas de la técnica anterior suelen limitarse a la detección de tipos concretos de sabotaje en función de la técnica empleada (histograma, entropía, etc.) y, suelen ser eficaces sólo cuando la cámara está observando (capturando) escenas bien iluminadas.

10 EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

Existe una necesidad de nuevos procedimientos, sistemas, sistemas informáticos y productos de programa informático para detectar un sabotaje de una cámara de video-vigilancia que mejoren los procedimientos, sistemas, sistemas informáticos y productos de programa informático de la técnica anterior.

15

En un primer aspecto, se proporciona un procedimiento para detectar un sabotaje de una cámara de video-vigilancia configurada para generar una señal de vídeo que incluye una secuencia de imágenes, comprendiendo cada imagen una pluralidad de píxeles. El procedimiento comprende adquirir al menos una parte de la secuencia de imágenes, y procesar las imágenes adquiridas usando un procedimiento de procesamiento de imágenes para determinar, a partir de todos o parte de los píxeles de la imagen, un conjunto de características predefinidas de la imagen. Este conjunto de características predefinidas incluye al menos una característica de puntos de interés de la imagen.

20

El procedimiento comprende además seleccionar el conjunto de características predefinidas de uno o más pares de las imágenes adquiridas, comprendiendo cada uno de dichos pares una primera imagen y una segunda imagen, y determinar, para una o más de las características predefinidas, uno o más indicadores de similitud de la característica predefinida entre la primera imagen y la segunda imagen de todos o algunos de los pares de imágenes. Dichos indicadores de similitud incluyen al menos un indicador de correspondencia entre los puntos de interés de la primera imagen y la segunda imagen.

30

El procedimiento también comprende proporcionar los indicadores de similitud a uno o más motores de clasificación, estando cada motor de clasificación entrenado para generar, a partir de todos o algunos de los indicadores de similitud, un indicador de sabotaje. En el

35

caso de que algunos o todos los indicadores de sabotaje representen la existencia de sabotaje, se puede generar una alarma de sabotaje, por ejemplo.

5 Un aspecto del procedimiento propuesto es que puede ser eficaz y eficiente tanto para cámaras visibles que producen imágenes bien iluminadas como para cámaras que producen imágenes térmicas o de espectro infra rojo (IR).

Las cámaras térmicas tienen unas particularidades que hacen que la imagen sufra cambios repentinos cada vez que la cámara hace lo que se conoce como corrección de no-uniformidad (en inglés: *nonuniformity correction*), que es una re-calibración de un sensor 10 térmico que se produce periódicamente (por ejemplo: cada 5 minutos).

Dado que el sensor térmico suele tener una resolución (de por ejemplo 14 bits) bastante mayor que la resolución de la imagen proporcionada (de por ejemplo 8 bits), la cámara tiene 15 que descartar información para poder generar la imagen.

Este proceso hace que a veces la imagen proporcionada sea muy uniforme y contenga poca información. Por este motivo puede ser muy difícil que los procedimientos conocidos (pensados exclusivamente para cámaras visibles) funcionen para cámaras térmicas de 20 manera eficaz y fiable, ya que pueden producir un número excesivo de falsas detecciones de sabotaje.

El procedimiento propuesto puede ofrecer un buen rendimiento en este sentido (número reducido de falsas detecciones) porque se basa en determinar puntos de interés 25 (característica predefinida) y correspondencias entre puntos de diferentes imágenes (indicador de similitud). Se ha comprobado que los puntos de interés y correspondencias entre puntos de diferentes imágenes generan datos que son más robustos a los cambios producidos por las re-calibraciones de la cámara térmica, en comparación con otros enfoques de la técnica anterior.

30 Por lo tanto, el procedimiento sugerido ofrece una gran versatilidad con respecto a los procedimientos de la técnica anterior, en el sentido de que el procedimiento propuesto puede funcionar de forma eficaz y fiable tanto si procesa imágenes generadas por una cámara visible, como si procesa imágenes generadas por una cámara térmica.

35

Además, el uso de motores de clasificación permite que el procedimiento propuesto pueda utilizar muchas otras características predefinidas y correspondientes indicadores de similitud, además de los mencionados puntos de interés y correspondencias entre puntos de interés. Los procedimientos de la técnica anterior suelen basarse en conjuntos de características muy reducidos, en cuyo caso parece relativamente fácil de establecer un criterio de decisión basado en un umbral determinado empíricamente.

El procedimiento propuesto es muy potente y versátil en el sentido de que puede permitir el uso de un número elevado de características predefinidas e indicadores de similitud, en comparación con procedimientos de la técnica anterior. Esto puede implicar una mayor potencia y fiabilidad en la estimación de si existe o no existe sabotaje. Los motores de clasificación pueden ser entrenados teniendo en cuenta todos los indicadores de similitud que se consideren necesarios, de acuerdo con lo descrito en otras partes de la memoria.

Otro aspecto del procedimiento propuesto es que se pueden incorporar nuevos indicadores (dependientes de características predefinidas nuevas o preexistentes) para la estimación del sabotaje de forma relativamente sencilla, re-entrenando el correspondiente motor de clasificación con datos representativos de los nuevos indicadores.

Un aspecto adicional del procedimiento propuesto es que puede realizar la detección de diferentes tipos de sabotaje usando diferentes motores de clasificación; por ejemplo, uno por cada tipo de sabotaje se quiera detectar, según se describe con más detalle en otras partes de la memoria.

En determinados ejemplos, las imágenes procedentes de la cámara pueden someterse a un procedimiento de sustracción de fondo para preservar únicamente la parte estática de la escena. Según se describe con más detalle en otras partes de la memoria, esta sustracción de fondo puede reducir significativamente el número de falsas detecciones de sabotaje y, por lo tanto, puede mejorar la eficacia y fiabilidad del procedimiento.

En algunos ejemplos, la característica (predefinida) de puntos de interés de la imagen puede comprender un número de puntos de interés de la imagen, y los indicadores de similitud pueden comprender un ratio del número de puntos de interés entre (la primera y segunda) imágenes.

35

De acuerdo con algunos ejemplos, la determinación del indicador de correspondencia entre puntos de interés (de la primera imagen y la segunda imagen) puede comprender la aplicación de una restricción de homografía, según se describe con más detalle en otras partes de la descripción. Esta restricción de homografía puede permitir el descarte de un buen número de correspondencias incorrectas y, por lo tanto, una mejora significativa de la fiabilidad del procedimiento.

En el contexto de algunos ejemplos, el procedimiento propuesto puede utilizar otras características predefinidas y/u otros indicadores de similitud, aparte de los referentes a puntos de interés y a correspondencias entre puntos de distintas imágenes. Un aspecto de combinar múltiples características e indicadores puede ser la mejora de la potencia y fiabilidad del procedimiento.

Por ejemplo, el procedimiento puede usar una distancia de Jaccard calculada a partir de los puntos de interés detectados y/o un indicador de desplazamiento de los puntos de interés entre (la primera y segunda) imágenes.

En algunos ejemplos, el conjunto de características predefinidas puede comprender un histograma de imagen, y los indicadores de similitud pueden comprender un ratio de entropía entre histogramas (de la primera y segunda imágenes) y/o un ratio de anchura entre histogramas (de la primera y segunda imágenes) y/o una distancia basada en una intersección entre histogramas (de la primera y segunda imágenes).

De acuerdo con algunos ejemplos, el conjunto de características predefinidas puede comprender un histograma de gradientes orientados de la imagen, y los indicadores de similitud pueden comprender un ratio de entropía entre histogramas de gradientes orientados (de la primera y segunda imágenes) y/o una distancia basada en una intersección entre histogramas (de la primera y segunda imágenes).

En algunos ejemplos, el conjunto de características predefinidas puede comprender unos contornos de imagen, y los indicadores de similitud pueden comprender un ratio de contornos entre (la primera y segunda) imágenes.

En un segundo aspecto, se proporciona un sistema detector de sabotaje de una cámara de video-vigilancia configurada para generar una señal de vídeo que incluye una secuencia de

imágenes, comprendiendo cada imagen una pluralidad de píxeles, y comprendiendo el sistema:

medios para adquirir al menos una parte de la secuencia de imágenes;

5 medios para procesar las imágenes adquiridas usando un procedimiento de procesamiento de imágenes para determinar, a partir de todos o parte de los píxeles de la imagen, un conjunto de características predefinidas de la imagen que incluye al menos una característica de puntos de interés de la imagen;

10 medios para seleccionar el conjunto de características predefinidas de uno o más pares de las imágenes adquiridas, comprendiendo cada uno de dichos pares una primera imagen y una segunda imagen;

medios para determinar, para una o más de las características predefinidas, uno o más indicadores de similitud de la característica predefinida entre la primera imagen y la segunda imagen de todos o algunos de los pares de imágenes, incluyendo dichos indicadores de similitud al menos un indicador de correspondencia entre los puntos de interés de la primera imagen y de la segunda imagen; y

medios para proporcionar los indicadores de similitud a uno o más motores de clasificación, estando cada motor de clasificación entrenado para generar, a partir de todos o algunos de los indicadores de similitud, un indicador de sabotaje.

20 Los medios comprendidos en el sistema detector de sabotaje pueden ser electrónicos o medios informáticos utilizados 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 sistemas que comprenden sólo medios electrónicos puede ser un CPLD (*Complex Programmable Logic Device*), un FPGA (*Field Programmable Gate Array*) o un ASIC (Circuito Integrado para Aplicaciones Específicas).

En un tercer aspecto, se proporciona un sistema informático para detectar un sabotaje de una cámara de video-vigilancia configurada para generar una señal de vídeo que incluye
30 una secuencia de imágenes, comprendiendo cada imagen una pluralidad de píxeles, y comprendiendo el sistema informático una memoria y un procesador, en el que la memoria almacena instrucciones de programa informático ejecutables por el procesador, comprendiendo estas instrucciones funcionalidades para ejecutar uno cualquiera de los procedimientos para detectar un sabotaje de una cámara de video-vigilancia descritos
35 anteriormente.

El sistema informático puede ser una parte del sistema detector, es decir, un sistema informático comprendido en el sistema detector, o puede ser el propio sistema detector.

5 En un cuarto aspecto, la invención proporciona un producto de programa informático que comprende instrucciones de programa para hacer que un sistema (informático) ejecute uno cualquiera de los procedimientos anteriores para detectar un sabotaje de una cámara de video-vigilancia.

10 Dicho programa informático puede estar almacenado en unos medios de almacenamiento físico, tales como unos medios de grabación, una memoria de ordenador, o una memoria de solo lectura, o puede ser portado por una onda portadora, tal como eléctrica u óptica.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

15 A continuación se describirán realizaciones particulares de la presente invención a título de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 muestra un diagrama de bloques que representa gráficamente un procedimiento para detectar un sabotaje de una cámara de video-vigilancia, de acuerdo con un primer
20 ejemplo.

La figura 2 muestra un diagrama de bloques parcial de un procedimiento similar al mostrado en la figura 1.

25 La figura 3 muestra un diagrama de bloques que representa gráficamente un procedimiento para detectar un sabotaje de una cámara de video-vigilancia, de acuerdo con un segundo ejemplo.

La figura 4 muestra un diagrama de bloques que representa gráficamente un procedimiento
30 para detectar un sabotaje de una cámara de video-vigilancia, de acuerdo con un tercer ejemplo.

EXPOSICIÓN DETALLADA DE MODOS DE REALIZACIÓN

A continuación, se describirán numerosos detalles concretos de la invención con el fin de
35 proporcionar una comprensión completa de la misma. Sin embargo, un experto en la materia

debe entender que la presente invención puede ponerse en práctica sin alguno o todos estos detalles concretos. Por otro lado, ciertos elementos bien conocidos no se han descrito en detalle para no complicar innecesariamente la descripción de la presente invención.

5 En la figura 1 se muestra un diagrama de bloques que representa gráficamente un procedimiento para detectar un sabotaje de una cámara de video-vigilancia 100, de acuerdo con un ejemplo. La cámara puede estar configurada para generar una señal de vídeo que incluye una secuencia de imágenes. Cada imagen puede comprender una pluralidad de píxeles.

10

En el bloque 101, el procedimiento puede comprender la adquisición de al menos una parte de la secuencia de imágenes. La adquisición de imágenes puede realizarse de forma analógica o digital (vía IP, por ejemplo) utilizando un hardware específico, y para cualquier tipo de medio transmisor: cable, fibra, inalámbrico... En el modo analógico se puede utilizar una digitalizadora de imagen. En el modo IP se pueden usar módulos que permitan demultiplexar y decodificar la información de video independientemente del protocolo y codificación usados por la cámara para transmitir la imagen vía IP.

15

En el bloque 102, se pueden procesar las imágenes adquiridas usando un software de procesamiento de imágenes para determinar, a partir de todos o parte de los píxeles de la imagen, un conjunto de características predefinidas de la imagen adecuadas para comparar y detectar diferencias entre imágenes. Dicho conjunto de características predefinidas puede denominarse también descriptor de imagen, y puede comprender características de puntos de interés de la imagen y otras características como histograma de píxeles, histograma de gradientes orientados, etc.

20

25

En otras partes de la descripción se indican con más detalle las diferentes características predefinidas que pueden obtenerse, en el contexto de diferentes ejemplos de detección de sabotaje.

30

Los puntos de interés de una imagen describen unos puntos característicos de la imagen que pueden ser localizables en otra imagen tomada desde otro punto de vista.

Previamente a la determinación de las características predefinidas de una imagen, se puede aplicar un procedimiento de sustracción de fondo a la imagen. Por lo tanto, la determinación

35

de las características predefinidas puede realizarse a partir de las imágenes obtenidas por la cámara (sin aplicar el procedimiento de sustracción de fondo) o, alternativamente, a partir de imágenes de fondo (resultantes de la aplicación del procedimiento de sustracción de fondo). Una imagen de fondo es una imagen que contiene la parte estática de la secuencia de video.

5

En las imágenes capturadas por la cámara (sin extracción de fondo), la escena puede presentar un alto grado de actividad (por ejemplo personas y/o vehículos moviéndose por la escena), lo que puede inducir una falsa detección por culpa de esta actividad que cambia la apariencia de la escena. Para mitigar este efecto, la obtención de las características predefinidas se puede realizar sobre lo que se denomina imagen de fondo (en inglés: *background image*). Esta imagen de fondo sólo contiene la parte estática de la escena y se obtiene mediante las técnicas conocidas como sustracción de fondo (en inglés: *background subtraction*). Un ejemplo de algoritmo conocido de sustracción de fondo es la Mezcla de Gaussianas (en inglés: *Mixture of Gaussians - MoG*).

10

15

Los descriptores de imagen se pueden ir introduciendo en un búfer o acumulador 103 a medida que se van obteniendo. El búfer 103 puede ser de tamaño fijo ya sea en tiempo o en número de elementos (descriptores). De este modo, cuando se introduce un nuevo descriptor de imagen (o conjunto de características predefinidas) en el búfer 103, se puede extraer de dicho búfer el descriptor más antiguo, manteniendo así el tamaño (tiempo o número de elementos) del acumulador 103 constante.

20

El bloque 104 puede acceder al búfer 103 para seleccionar el conjunto de características predefinidas de al menos un par de imágenes que comprende una primera imagen y una segunda imagen. En algunos ejemplos, alguno de los descriptores se puede obtener directamente de la salida del bloque 102, ya sea antes o después de su almacenamiento en el búfer 103.

25

La selección de descriptores se puede realizar de acuerdo con diferentes criterios de selección dependiendo del tipo de sabotaje que se quiera detectar. Por ejemplo, para detectar un cambio de escena por movimiento lento se pueden seleccionar los descriptores de dos imágenes con poco tiempo de diferencia entre ellas. En cambio, para detectar oclusión de cámara se pueden seleccionar los descriptores de dos imágenes más distantes en el tiempo (dentro de la secuencia de imágenes).

30

35

En el bloque 104, también se puede determinar, para todas o parte de las características predefinidas, uno o más indicadores de similitud de la característica predefinida entre la primera imagen y la segunda imagen de cada par de imágenes. Los indicadores de similitud también se pueden denominar características de sabotaje y se pueden proporcionar al siguiente bloque 105 en forma de vector. Un indicador de similitud puede ser, por ejemplo, un valor entre 0 y 1, de modo que un valor cercano a 0 puede indicar que las imágenes son muy similares y un indicador cercano a 1 que son muy diferentes.

Los indicadores de similitud obtenidos en el bloque 104 pueden comprender un indicador de correspondencia entre los puntos de interés de la primera y de la segunda imagen, y otros indicadores como un ratio de entropía, un ratio de anchura de histogramas, etc. En otras partes de la descripción se indican con más detalle los diferentes indicadores de similitud que se pueden usar, en el contexto de diferentes ejemplos de detección de sabotaje.

El bloque 105 puede comprender uno o más motores de clasificación que pueden recibir (cada uno) un vector de características de sabotaje (o indicadores de similitud) procedente del bloque 104. Cada motor de clasificación puede haber sido entrenado previamente para generar un indicador de sabotaje a partir de los correspondientes indicadores de similitud (o características de sabotaje). Por ejemplo, cada motor de clasificación puede utilizar un modelo entrenado previamente o unos umbrales predefinidos para votar si ha habido o no ha habido sabotaje. El resultado de esta votación puede producir, por ejemplo, un indicador de sabotaje igual a "1" (sabotaje) o "0" (no sabotaje).

En el bloque 106, cada indicador de sabotaje resultante puede ser acumulado a unos indicadores de sabotaje obtenidos anteriormente. El bloque 106 también puede comprender la verificación de si un porcentaje de indicadores de sabotaje que indican sabotaje (= "1") con respecto a un total de indicadores de sabotaje acumulados supera un umbral de porcentaje predefinido, en cuyo caso puede generarse una alerta de sabotaje.

La figura 2 muestra un diagrama de bloques parcial de un procedimiento similar al de la figura 1. En concreto, la figura 2 muestra que un bloque clasificador 201 puede recibir unas características de sabotaje (o indicadores de similitud) 200 y generar un voto binario (0/1) 202. También se muestra que el clasificador 201 puede basarse en un modelo 205 entrenado previamente para generar el voto (o indicador de sabotaje) 202 en función de las

características de sabotaje 200 recibidas. Un bloque acumulador 203 puede recibir el voto (o indicador de sabotaje) 202 para acumularlo a votos generados en iteraciones anteriores, con el fin de estimar la existencia o no de sabotaje.

- 5 La figura 3 muestra un diagrama de bloques que representa gráficamente un procedimiento para detectar el sabotaje de una cámara de video-vigilancia, de acuerdo con un segundo ejemplo.

En el bloque 303, el procedimiento puede comprender el acceso a un búfer 300 de
10 descriptores de imagen para seleccionar el conjunto de características predefinidas (o descriptores) de un determinado par de imágenes J 301 e I 302, con el fin de generar unos indicadores de similitud (o características de sabotaje) 304.

Estos indicadores de similitud 304 pueden ser proporcionados a varios clasificadores 305
15 que han sido entrenados previamente para generar, cada uno de ellos, un indicador de sabotaje (o voto) de un tipo concreto de sabotaje. Se pueden usar tantos motores de clasificación como tipos diferentes de sabotaje se quieran detectar, por ejemplo. Cada motor de clasificación puede recibir todos o parte de los indicadores de similitud 304 en función del tipo de sabotaje a detectar.

20 Por ejemplo, un primer clasificador puede generar un indicador de sabotaje por oclusión de cámara, un segundo clasificador puede generar un indicador de sabotaje por cambio de escena por movimiento rápido, un tercer clasificador puede generar un indicador de sabotaje por cambio de escena por movimiento lento, etc.

25 En el bloque 307, cada voto (o indicador de sabotaje) 306 generado por los clasificadores 305 puede ser acumulado a indicadores obtenidos anteriormente (en iteraciones anteriores) en, por ejemplo, un búfer o acumulador de tamaño constante (en tiempo o en número de muestras). Por lo tanto, la entrada de un nuevo voto en dicho búfer puede causar la salida (o
30 eliminación) del más antiguo. Se puede generar además un porcentaje de votos que indican sabotaje con respecto a un total de votos acumulados en el búfer.

En el mismo bloque 307, se puede generar una decisión global 308 en función de los votos
35 306 recibidos y/o de los porcentajes de votos que indican sabotaje. Por ejemplo, la decisión global se puede generar en base a la siguiente fórmula:

$$D(t) = d_1(t) ||d_2(t)|| \dots ||d_n(t) \quad \text{Fórmula 1}$$

en la que $D(t)$ es la decisión global en un tiempo t , $d_i(t)$ es el voto en el tiempo t y asociado al clasificador i , y $||$ es el operador OR binario. En este ejemplo concreto, por lo tanto, sólo con que uno de los votos acumulados 306 indique que se ha producido sabotaje, la decisión final $D(t)$ indicará también que se ha producido sabotaje.

5

La figura 4 muestra un diagrama de bloques que ilustra gráficamente un procedimiento para detectar un sabotaje de una cámara de video-vigilancia, de acuerdo con un tercer ejemplo. Se observan dos bloques 405, 414 de cálculo de características de sabotaje (o indicadores de similitud). El bloque 405 puede acceder al búfer 400 para seleccionar el conjunto de características de dos imágenes I 401 y J 402 según un primer criterio de selección. El

10 bloque 414 puede acceder al búfer 400 para seleccionar el conjunto de características de dos imágenes K 403 y L 404 según un segundo criterio de selección.

El primer criterio de selección y el segundo criterio de selección pueden ser distintos con el fin de determinar diferentes tipos de sabotaje. Por ejemplo, el primer criterio puede definir la selección de dos imágenes con un primer tiempo transcurrido entre las mismas y el segundo

15 criterio puede definir la selección de dos imágenes con un segundo tiempo entre imágenes inferior al primero. Las imágenes seleccionadas con el primer criterio pueden utilizarse, por ejemplo, para detectar oclusión de cámara, mientras que las seleccionadas con el segundo

20 criterio se pueden usar para detectar movimiento lento.

Los bloques 408 y 409 pueden ser similares al conjunto de bloques 305 de la figura 3. El bloque 408 puede comprender clasificadores entrenados para detectar diferentes tipos de sabotaje a partir de los indicadores de similitud 406 generados por el bloque 405 y

25 asociados a las imágenes I 401 y J 402. El bloque 409 puede comprender clasificadores entrenados para detectar diferentes tipos de sabotaje a partir de los indicadores de similitud 407 generados por el bloque 414 y asociados las imágenes K 403 y L 404.

El bloque de decisión 412 puede ser similar al bloque 307 de la figura 3. En concreto, el

30 bloque 412 puede generar una decisión global 413 en función de los votos 410 generados por los bloques de clasificadores 408 y 409, de acuerdo con un enfoque similar al descrito con respecto al bloque 307 de la figura 3.

El conjunto de características predefinidas (o descriptores) de una imagen puede comprender puntos de interés de la imagen, un histograma (de los píxeles) de la imagen, un histograma de gradientes orientados de la imagen, contornos de la imagen, etc.

- 5 Un histograma de una imagen describe la frecuencia de aparición de los posibles valores de un píxel en la imagen. En otras palabras, describe la probabilidad de observación de los valores o rangos de valores de píxel en la imagen.

Teniendo en cuenta una imagen I y que los posibles valores i (que puede tener un píxel) se encuentran entre 0 y $L - 1$ ($0 \leq i \leq L - 1$), la probabilidad $p_I(i)$ de que la imagen I tenga el valor i se puede calcular de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$p_I(i) = p(I = i) = \frac{n_i}{n} \quad \text{Fórmula 2}$$

en la que n_i es el número total de píxeles cuyo valor es igual a i , y n es el número total de píxeles en la imagen. Un histograma basado en esta fórmula puede ser una referencia de la probabilidad de cada nivel de gris (o color, según sea el caso) en la imagen I .

- 15 Un histograma de gradientes orientados (HoG) describe la frecuencia de aparición de las orientaciones de los gradientes de los píxeles de una imagen teniendo en cuenta también la fuerza con la que los gradientes de dichos píxeles están orientados en una u otra dirección.

- 20 El gradiente $\nabla_I(x, y)$ de una imagen I en un punto $I(x, y)$ puede calcularse a partir de la siguiente fórmula:

$$\nabla_I(x, y) = (dx, dy) = (I(x + 1, y) - I(x - 1, y), I(x, y + 1) - I(x, y - 1)) \quad \text{Fórmula 3}$$

La orientación $\varphi(x, y)$ y magnitud $|\nabla_I(x, y)|$ del gradiente en $I(x, y)$ pueden calcularse a partir de las siguientes fórmulas:

$$\varphi(x, y) = \text{atan} \left(\frac{dy}{dx} \right); |\nabla_I(x, y)| = \sqrt{\|(dx, dy)\|_{L2}} \quad \text{Fórmula 4}$$

- 25 Un histograma de gradientes orientados de N niveles puede definirse por medio de la siguiente fórmula:

$$h[n]_{n=1 \dots N} = \sum_i \sum_j |\nabla_I(i, j)| g(n, \varphi(i, j)) \quad \text{Fórmula 5}$$

en la que $g(n, \varphi(i, j)) = 1$ si $\left\lceil \frac{\varphi(i, j)}{\Delta n} \right\rceil = n$ y 0 en el resto de casos, y $\Delta n = 180/N$

Los contornos de una imagen se pueden determinar usando cualquier técnica o procedimiento conocido para la determinación de contornos. Los contornos de una imagen pueden dar una información muy valiosa para determinar si una cámara está apuntando a otra posición (los contornos cambian) o si ha sido tapada (los contornos desaparecen).

Para detectar los contornos de la imagen se puede usar, por ejemplo, el operador de Sobel, aunque se podría usar cualquier otro operador que permita obtener una imagen de contornos. El operador de Sobel en la dirección horizontal y vertical se puede definir de la siguiente manera:

$$S_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$S_y = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

Convolucionando los operadores de Sobel con la Imagen I se pueden obtener las imágenes de gradiente $G_x(x, y)$ y $G_y(x, y)$ de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$G_x(x, y) = S_x \times I(x, y); G_y(x, y) = S_y \times I(x, y) \quad \text{Fórmula 6}$$

A partir de las componentes horizontales y verticales del gradiente $G_x(x, y)$ y $G_y(x, y)$ se puede obtener la imagen de magnitud del gradiente $G(x, y)$ de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$G(x, y) = \sqrt{G_x(x, y)^2 + G_y(x, y)^2} \quad \text{Fórmula 7}$$

Finalmente, se puede aplicar un umbral sobre la imagen de magnitud del gradiente para obtener la imagen de contornos:

$$I_{Edge}(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{si } G(x, y) > \mu \\ 0 & \text{si } G(x, y) \leq \mu \end{cases} \quad \text{Fórmula 8}$$

En lo que respecta a los puntos de interés de una imagen I , pueden definirse como aquellos puntos x_i de la imagen I correspondientes a una cierta escena observada que pueden ser igualmente localizables cuando se observa la misma escena desde otro punto de vista.

Cada punto de interés puede estar descrito por unas coordenadas $x_i(x, y)$ que indican la posición en la que se ha detectado este punto y por un descriptor $\mathbf{d} = (d_1, d_2, \dots, d_N)$ que de alguna manera codifican la información del entorno del punto de forma invariante a rotaciones, escalados u otras transformaciones de imagen más complejas.

5

Se puede utilizar la siguiente notación para los puntos de interés:

$$\mathbf{p}_i^m = \{ \mathbf{x}_i^m; \mathbf{d}_i^m \}$$

en la que $i = 1, \dots, M$ se refiere al punto i -ésimo de los puntos detectados en la imagen considerada.

10 En lo que respecta a los indicadores de similitud (o características de sabotaje), se pueden considerar todos o algunos de los siguientes indicadores: ratio de entropía, ratio de anchura de histogramas, ratio de entropía de histogramas de gradiente orientado, ratio del número de puntos de interés, indicador de correspondencia entre puntos de interés, indicador de desplazamiento de puntos de interés, ratio de contornos, distancia basada en una
15 intersección de histogramas de imagen, distancia basada en una intersección de histogramas de gradientes orientados, etc.

La entropía H_I de una imagen I se puede calcular teniendo en cuenta la definición de histograma proporcionada anteriormente y en base a la siguiente fórmula:

$$H_I = - \sum_i p_I(i) \cdot \log(p_I(i)) \quad \text{Fórmula 9}$$

20 El ratio de entropía f_{EIm} entre una primera imagen I y una segunda imagen J se puede calcular según la siguiente fórmula:

$$f_{EIm}(I, J) = 1 - \frac{\min(H_I, H_J)}{\max(H_I, H_J)} \quad \text{Fórmula 10}$$

A partir de la Fórmula 10 se puede inferir que el ratio de entropía entre dos imágenes es un valor entre cero y uno ($f_{EI}(I, J) \in [0, 1]$) y que dicho valor se aproxima más a cero cuanto
25 más similares son las imágenes, y se aproxima más a uno cuanto más diferentes son las imágenes.

El ratio de anchura de histogramas se puede utilizar para, por ejemplo, la detección de sabotaje por oclusión de cámara, ya que se considera que la oclusión de cámara produce un

cambio brusco en la anchura del histograma de imagen. Cuando una cámara sufre una oclusión total en su campo de visión, la imagen que devuelve suele ser de color constante y, por lo tanto, de histograma muy estrecho y centrado en dicho color (o nivel de gris). Por el contrario, cuando una cámara opera normalmente (sin oclusión) la imagen de escena suele estar ecualizada, estando su histograma muy distribuido en el rango de posibles valores de la imagen.

En algunos ejemplos, con el fin de simplificar el cálculo del ancho de histograma y filtrar el ruido no deseado, se puede usar la desviación estándar del histograma como indicador del ancho del histograma. La desviación estándar σ_I se puede calcular de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\sigma_I = \sum_i^L p_I(i) \cdot (i - \mu_I)^2 \quad \text{Fórmula 11}$$

en la que μ_I es la media del histograma de la imagen I , la cual se puede calcular de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\mu_I = \sum_i^L p_I(i) \cdot i \quad \text{Fórmula 12}$$

El ratio de anchura de histogramas f_{HWidth} entre el histograma de una primera imagen I y el histograma de una segunda imagen J se puede calcular de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$f_{HWidth}(I, J) = 1 - \frac{\min(\sigma_I, \sigma_J)}{\max(\sigma_I, \sigma_J)} \quad \text{Fórmula 13}$$

A partir de la Fórmula 13 se puede inferir que el ratio de anchura de histogramas entre dos imágenes es un valor entre cero y uno ($f_{HWidth}(I, J) \in [0, 1]$) y que dicho valor se aproxima más a cero cuanto más similares son las imágenes, y se aproxima más a uno cuanto más diferentes son las imágenes.

El cálculo del ratio de entropía de histograma de gradientes orientados H_{HoG} puede ser similar al cálculo del ratio de entropía de imagen, con la diferencia de que en este caso se utilizan los histogramas de gradientes orientados (HoGs) explicados en otra parte de la descripción:

$$H_{HoG}(I) = - \sum_n h_I(n) \cdot \log(h_I(n)) \quad \text{Fórmula 14}$$

El ratio de entropía de histograma de gradientes orientados f_{EHoG} entre el HoG de una primera imagen I y el HoG de una segunda imagen J se puede calcular de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$f_{EHoG}(I, J) = 1 - \frac{\min(H_{HoG(I)}, H_{HoG(J)})}{\max(H_{HoG(I)}, H_{HoG(J)})} \quad \text{Fórmula 15}$$

5

A partir de la Fórmula 15 se puede inferir que el ratio de entropía de HoGs entre dos imágenes es un valor entre cero y uno ($f_{EHoG}(I, J) \in [0, 1]$) y que dicho valor se aproxima más a cero cuanto más similares son las imágenes, y se aproxima más a uno cuanto más diferentes son las imágenes.

10

El ratio del número de puntos de interés se puede utilizar también para, por ejemplo, la detección de cámara tapada (u ocluida) evaluando si se produce o no una caída significativa de los puntos de interés detectados entre dos imágenes. La transición de una imagen de una escena normal a una imagen ocluida puede producir una caída muy significativa de los puntos de interés.

15

El ratio del número de puntos de interés f_{KPDrop} entre una imagen I y una imagen J , se puede calcular de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$f_{KPDrop}(I, J) = 1 - \frac{\min(M_I, M_J)}{\max(M_I, M_J)} \quad \text{Fórmula 16}$$

20

en la que M_I es el número de puntos de interés detectados en la imagen I , y M_J es el número de puntos de interés detectados en la imagen J .

El indicador de correspondencia entre los puntos de interés de una primera y una segunda imagen puede calcularse como la distancia euclidiana de dos vectores según se describe a continuación.

25

Una vez se han detectado los puntos de interés de una imagen m , estando descritos los puntos de interés con unas coordenadas $\mathbf{x} (x, y)$ y unos descriptores $\mathbf{d} = (\mathbf{d}_1, \mathbf{d}_2, \dots, \mathbf{d}_N)$, la imagen m ha quedado reducida a \mathbf{M} vectores $\{\mathbf{d}_i^m\}$ de N posiciones.

- 5 Por lo tanto, teniendo en cuenta un descriptor \mathbf{d}_i^m de una primera imagen m y un descriptor \mathbf{d}_k^p de una segunda imagen p , se puede medir la disimilitud o error entre las imágenes como la distancia euclidiana de dos vectores, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$e = \|\mathbf{d}_i^m - \mathbf{d}_k^p\|_{L2} \quad \text{Fórmula 17}$$

10 Cuanto menor sea el error e , puede ser más probable que los descriptores considerados se correspondan con el mismo punto detectado en dos imágenes diferentes. Establecer las correspondencias entre los puntos en la imagen m y la imagen p usando el error e como medida de disimilitud es lo que se conoce como “*matching*” o correspondencia de puntos entre imágenes.

- 15 Con el fin de que el “*matching*” o correspondencia sea eficiente y robusto, se pueden descartar correspondencias incorrectas entre puntos utilizando un procedimiento conocido como restricción de homografía, según se describe a continuación.

20 Cuando un conjunto de puntos están situados sobre un plano en una imagen y este plano se observa desde un punto de vista distinto en otra imagen, existe una transformación proyectiva representada por una matriz \mathbf{H} de dimensiones 3×3 que transforma cualquier punto del plano de la primera imagen en su punto correspondiente de la segunda imagen. Esta transformación proyectiva (u homografía) se puede expresar matemáticamente por medio de la siguiente fórmula:

$$\mathbf{x}_i^m = \mathbf{H}\mathbf{x}_k^p \quad \text{Fórmula 18}$$

- 25 Normalmente las cámaras de seguridad observan como mínimo un plano y mientras no hay sabotaje se puede asumir que habrá siempre un conjunto de puntos que cumplirán esta restricción de homografía entre un par de imágenes de la misma escena. Por lo tanto, se puede usar un procedimiento de estimación robusta de modelos (por ejemplo: RANSAC)
- 30 para descartar las correspondencias incorrectas, es decir, aquellas que presentan un error espacial mayor que un cierto umbral T :

$$se = \|\mathbf{x}_i^m - \mathbf{H}\mathbf{x}_k^p\|_{L2} > T \quad \text{Fórmula 19}$$

En algunos ejemplos, el indicador de correspondencia entre los puntos de interés de una primera y una segunda imagen puede ser una distancia de Jaccard calculada según se describe a continuación.

5

Teniendo en cuenta que los puntos de interés de una primera imagen forman un primer conjunto finito I y los puntos de interés de una segunda imagen forman un segundo conjunto finito J , se puede calcular un índice de Jaccard de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$J(I, J) = \frac{I \cap J}{I \cup J} \quad \text{Fórmula 20}$$

10 en la que $I \cap J$ se refiere al conjunto de puntos que se corresponden (o hacen *matching*) entre ambas imágenes, y $I \cup J$ se refiere al conjunto de todos los puntos detectados en ambas imágenes.

Una vez calculado el índice de Jaccard $J(I, J)$, se puede calcular la distancia de Jaccard de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$f_{JIdx}(I, J) = 1 - J(I, J) = 1 - \frac{I \cap J}{I \cup J} \quad \text{Fórmula 21}$$

15

A partir de la Fórmula 21 se puede inferir que la distancia de Jaccard es un valor entre cero y uno ($f_{JIdx}(I, J) \in [0, 1]$) y que dicho valor se aproxima más a cero cuanto más similares son las imágenes, y se aproxima más a uno cuanto más diferentes son las imágenes.

20 La distancia de Jaccard propuesta se puede utilizar, por ejemplo, para detectar oclusión de cámara, ya que la diferencia de puntos de interés entre una imagen normal y una imagen ocluida puede ser (muy) significativa. En este caso, el número de correspondencias entre puntos de interés de las imágenes ($I \cap J$) tendería a cero y, de acuerdo con la fórmula 21, la distancia de Jaccard $f_{JIdx}(I, J)$ tendería a 1.

25

La distancia de Jaccard propuesta también se puede utilizar para detectar sabotaje por cambio de escena por movimiento rápido, ya que, aunque la diferencia del número de puntos de interés entre las imágenes puede ser pequeña, las correspondencias entre los

puntos tenderían a cero. Por lo tanto, la intersección $I \cap J$ también tendería a cero y, de acuerdo con la fórmula 21, la distancia de Jaccard $f_{JIdx}(I, J)$ tendería a 1.

El indicador de desplazamiento de puntos de interés puede proporcionar una estimación del desplazamiento de los puntos de interés de una imagen p respecto a los puntos de una imagen de referencia m . Para calcular el desplazamiento se puede realizar un *matching* (o correspondencia) entre puntos de interés de las dos imágenes. También se puede realizar el proceso de filtrado de correspondencias incorrectas por homografía descrito anteriormente, con el fin de descartar aquellos puntos que pertenecen a objetos en movimiento.

Una vez determinada la correspondencia entre los puntos de la imagen m y los puntos de la imagen p , se puede calcular, para cada punto i , la distancia euclidiana d_i entre la posición actual x_p del punto y la posición de la primera observación de ese punto x_{orig} , de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$d_i = \|x_p - x_{orig}\|_{L_2} \quad \text{Fórmula 22}$$

Los desplazamientos d_i calculados de acuerdo con la fórmula 22 se pueden usar para calcular un desplazamiento medio d_{avg} de la imagen de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$d_{avg} = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N d_i \quad \text{Fórmula 23}$$

Los desplazamientos se pueden calcular con respecto a la primera posición de observación del punto para evitar la acumulación de desplazamiento en casos de vibración de la cámara. Para calcular el desplazamiento medio d_{avg} pueden no utilizarse todos los puntos de interés de la imagen, sino que se puede usar un subconjunto de los mismos.

Por ejemplo, se pueden seleccionar aquellos puntos para los que se han podido detectar correspondencias durante un cierto tiempo. En el caso de que en un determinado momento, ya no se detecten correspondencias para un determinado punto, el desplazamiento de este punto puede ser ignorado para calcular la media d_{avg} .

De modo similar, los nuevos puntos que se van detectando se pueden ir incorporando a la media un vez superado un cierto tiempo de existencia. De acuerdo con esta lógica, cada

punto puede tener un tiempo de existencia distinto, en cuyo caso no se estaría estimando el desplazamiento real de la cámara, sino que el desplazamiento medio calculado podría estar por debajo del desplazamiento real de la cámara.

- 5 Aunque los histogramas de gradientes orientados pueden proporcionar información global sobre el contenido de contornos de la imagen, puede ser interesante localizar los contornos para, por ejemplo, detectar un pequeño movimiento de cámara. Se puede dar el caso de que, después de un ligero desplazamiento de la cámara, no se produzca cambio alguno en los histogramas de gradientes orientados debido a que la nueva imagen presenta los
10 mismos contornos pero ligeramente desplazados (sólo unos píxeles).

El ratio de contornos se puede definir como el ratio entre el número de píxeles detectados como contorno en las dos imágenes y la suma total de píxeles detectados entre las dos imágenes, pudiéndose calcular de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$f_{Edge}(I, J) = 1 - \frac{I_{Edge} \cap J_{Edge}}{I_{Edge} \cup J_{Edge}} \quad \text{Fórmula 24}$$

- 15 en la que $I_{Edge} \cap J_{Edge}$ expresa el número de píxeles de la intersección entre los contornos de la imagen I_{Edge} y la imagen J_{Edge} ; y $I_{Edge} \cup J_{Edge}$ expresa la unión o la suma total de píxeles detectados como contornos entre la imagen I_{Edge} y la imagen J_{Edge} .

- La distancia basada en la intersección de histogramas de imagen (entre el histograma de la
20 primera imagen y el de la segunda imagen) se puede determinar calculando la distancia entre los histogramas como la intersección entre los mismos. Matemáticamente la intersección del histograma de la imagen I con el histograma de la imagen J se puede definir por medio de la siguiente fórmula:

$$Intersect(I, J) = \sum_i \min(p_I(i), p_J(i)) \quad \text{Fórmula 25}$$

- en la que $p_I(i)$ representa la probabilidad de que en la imagen I haya un píxel con valor i , y
25 $p_J(i)$ representa la probabilidad de que en la imagen J haya un píxel con valor i , de acuerdo con la descripción de histograma de imagen proporcionada en otra parte de la descripción.

Por lo tanto, dado un par de imágenes I y J , se puede definir la distancia basada en la intersección de los histogramas de dichas imágenes de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$f_{DIntersec}(I,J) = 1 - Intersect(I,J) \quad \text{Fórmula 26}$$

Esta característica $f_{DIntersec}(I,J)$ toma valores en el rango $[0,1]$, siendo 0 cuando los histogramas son iguales y 1 cuando las imágenes no comparten ningún valor de píxel.

5 La distancia basada en la intersección de histogramas de gradientes orientados (entre el histograma de gradientes de la primera imagen y el de la segunda imagen) se puede determinar de manera similar a la descrita anteriormente con respecto a la distancia entre histogramas de imagen.

10 Matemáticamente la intersección de un histograma de gradientes orientados h_I y otro histograma de gradientes orientados h_J se puede definir por medio de la siguiente fórmula:

$$IntersectHoG(I,J) = \sum_i \min(h_I(i), h_J(i)) \quad \text{Fórmula 27}$$

15 Por lo tanto, dado un par de imágenes I y J , se puede determinar la distancia basada en la intersección de los histogramas de gradientes orientados de dichas imágenes de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$f_{DIntersecHoG}(I,J) = 1 - IntersectHoG(I,J) \quad \text{Fórmula 28}$$

Esta característica $f_{DIntersecHoG}(I,J)$ toma valores en el rango $[0,1]$, siendo 0 cuando los histogramas son iguales y 1 cuando las imágenes no comparten ningún valor de píxel.

20 Conceptualmente, un sabotaje por oclusión de cámara podría producir al menos alguna de las siguientes alteraciones entre una primera imagen y una segunda imagen de un par de imágenes considerado:

- Cambio drástico del color (o nivel de gris).
- Estrechamiento significativo del histograma de imagen, ya que la oclusión de cámara normalmente hace que la imagen ocluida tenga un único color predominante.
- Desaparición de contornos, lo que puede causar un efecto en el histograma de gradientes orientados similar al que se produce en el histograma de imagen. Esta alteración también se puede detectar verificando si se produce algún cambio en la imagen de contornos.

- Disminución del número de puntos de interés detectados y del número de correspondencias entre puntos de interés.

5 Cada una de las alteraciones anteriores se puede modelar con una de las características de sabotaje (o indicadores de similitud) explicadas anteriormente. Por ejemplo:

- El cambio drástico de nivel de gris se puede modelar mediante el ratio de entropías y/o la intersección de histogramas.
- El estrechamiento del histograma de imagen se puede modelar mediante el ratio de anchura de histograma.
- 10 • La desaparición de contornos se puede modelar mediante el ratio de entropía del histograma de gradientes orientados y/o su intersección (de los histogramas de gradientes orientados) y/o la imagen de contornos.
- La disminución del número de puntos de interés se puede modelar mediante el ratio del número de puntos de interés.
- 15 • La disminución del número de correspondencias entre puntos de interés se puede modelar mediante el indicador de correspondencias entre puntos de interés (por ejemplo: la distancia de Jaccard).

20 Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores sobre cómo se pueden modelar los efectos que produce a nivel de imagen un sabotaje por oclusión, se pueden definir unas combinaciones adecuadas de indicadores de similitud que, dado un par de imágenes, permitan estimar si se ha producido sabotaje. Estas combinaciones pueden conformar unos vectores de indicadores de similitud que pueden ser proporcionados como input a unos motores de clasificación para que decidan si ha habido sabotaje o no en función de dichos
25 indicadores de similitud.

Los motores de clasificación pueden ser entrenados teniendo en cuenta unos vídeos obtenidos previamente y cuyas imágenes pueden haber sido etiquetadas con un valor que indica la existencia o ausencia de sabotaje con respecto a una imagen anterior relacionada.
30 Por ejemplo, cada imagen puede tener una etiqueta asociada con valor '1' si hay sabotaje o con valor '0' si no hay sabotaje (con respecto a la imagen anterior relacionada).

Para cada una de las imágenes de los vídeos, se pueden calcular unos indicadores de similitud entre dicha imagen y la imagen anterior relacionada, de acuerdo con los cálculos (y
35 correspondientes fórmulas) descritos en otras partes de la memoria. Con ello, cada imagen i

tendría una observación $\{y_i, \mathbf{f}_i\}$, en la que $y_i = \{0,1\}$ es la etiqueta que indica la existencia o ausencia de sabotaje y $\mathbf{f}_i = (f_1, f_2, \dots, f_M)$ es un vector de indicadores de similitud (o características de sabotaje) calculados a partir de la imagen i y su imagen anterior relacionada.

5

A partir de aquí, la detección de sabotaje por oclusión ya se puede tratar como un problema de clasificación puro, el cual puede comprender una fase de entrenamiento y una fase de evaluación. El conjunto de vídeos puede ser dividido en dos grupos para que cada una de dichas fases (entrenamiento y evaluación) tenga su propio subconjunto de videos.

10

Durante la fase de entrenamiento, se puede estimar lo que se conoce como operador de clasificación $c()$. Este operador permite definir el proceso de predicción como $\tilde{y}_i = c(\mathbf{f}_i)$, en el que $c()$ sólo puede tener dos valores de salida '0' y '1'. Para estimar cual es el operador $c()$ durante el entrenamiento se puede realizar una aproximación probabilística y/o una aproximación por aprendizaje supervisado.

15

Con respecto a la aproximación probabilística (clasificador Bayesiano), en base a las observaciones $\{y_i, \mathbf{f}_i\}$ y asumiendo que en el vector $\mathbf{f} = (f_1, f_2, \dots, f_M)$ las características f_j son independientes, se pueden estimar unas probabilidades $p(f_1, f_2, \dots, f_M | C_n)$ de acuerdo con la siguiente fórmula:

20

$$p(f_1, f_2, \dots, f_M | C_n) = \prod_j^M p(f_j | C_n) \quad \text{Fórmula 29}$$

en la que C_n se refiere a las categorías en las que se puede clasificar la observación, que en este caso pueden ser $C_0 =$ no sabotaje y $C_1 =$ sabotaje. De esta manera la predicción puede efectuarse según la regla de Bayes:

$$c(\mathbf{f}_i) = n \quad \text{Fórmula 30}$$

en la que n puede obtenerse de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\max_n p(C_n | f_1, f_2, \dots, f_M) = \max_n p(f_1, f_2, \dots, f_M | C_n) \max_n p(C_n) p(f_1, f_2, \dots, f_M | C_n) \quad \text{Fórmula 31}$$

25

Con respecto al aprendizaje supervisado, puede realizarse usando una técnica conocida, como por ejemplo: *AdaBoost*, árbol de decisión, K-NN, *K-means*, redes neuronales, etc., que se basan en obtener un clasificador que minimice una función de error de clasificación:

$$\underset{c()}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=0}^n (y_i - c(\mathbf{f}_i))^2$$

Fórmula 32

5 En cuanto a la fase de evaluación, se pueden realizar, para los clasificadores considerados, unas predicciones en los vídeos destinados a tal fin, y obtener una métrica indicativa del nivel de precisión de los clasificadores, teniendo en cuenta las etiquetas asociadas a las imágenes.

10 En referencia a la figura 2, el bloque clasificador 201 puede realizar la función de predicción $y_i - c(\mathbf{f}_i)$ y el bloque modelo 205 puede ser el clasificador obtenido durante la fase de entrenamiento descrita anteriormente.

Conceptualmente, un sabotaje por movimiento brusco (rápido) de cámara podría producir al menos alguna de las siguientes alteraciones de una primera imagen a una segunda imagen de un par de imágenes considerado:

- 15 • Desaparición de determinados contornos, aunque el número de contornos no tiene por qué variar significativamente.
- Disminución del número de correspondencias entre puntos de interés de la primera imagen y puntos de interés de la segunda imagen.
- Posible cambio en los histogramas de la imagen.

20 Cada una de las alteraciones anteriores se puede modelar con una de las características de sabotaje (o indicadores de similitud) explicadas anteriormente. Por ejemplo:

- 25 • La desaparición de contornos se puede modelar mediante el ratio de entropía del histograma de gradientes orientados y/o la imagen de contornos.
- La disminución del número de correspondencias entre puntos de interés se puede modelar mediante el indicador de correspondencias entre puntos de interés (por ejemplo: la distancia de Jaccard).
- El posible cambio en los histogramas se puede modelar con la intersección de histogramas.

30 Por lo tanto, con el fin de detectar un sabotaje por movimiento rápido de cámara, se puede realizar un entrenamiento de uno o más motores de búsqueda similar al descrito anteriormente en relación al sabotaje por oclusión de cámara, pero en este caso sin tener en

cuenta algunos de los indicadores de similitud usados para el sabotaje por oclusión de cámara. En particular, en este caso pueden considerarse el ratio de entropía del histograma de gradientes orientados y/o el indicador de correspondencias entre puntos de interés (que puede ser la distancia de Jaccard).

5

En algunos ejemplos, puede considerarse solamente la distancia de Jaccard, en cuyo caso puede evitarse el uso de un algoritmo de aprendizaje supervisado, lo que puede reducir significativamente la complejidad del proceso. Por ejemplo, se puede definir una función de clasificación $c()$ de acuerdo con la siguiente lógica:

$$c() = \begin{cases} 1 & \text{si } f_{Jidx} > T_{Jidx} \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases} \quad \text{Fórmula 33}$$

10

Conceptualmente, la detección de sabotaje por un cambio lento de escena se refiere a la detección de, por ejemplo, un cambio de escena producido por una mala fijación de la cámara. En estos casos en que el cambio es lento, se puede estimar el movimiento de la cámara estimando el desplazamiento de los puntos de interés de una imagen con respecto a otra imagen (de un par de imágenes considerado), según se ha descrito anteriormente.

15

Cuando este desplazamiento supera un umbral predefinido, una función de clasificación $c_{lento}()$ puede devolver 1, mientras que puede devolver 0 en el resto de casos. El umbral se puede predefinir como un porcentaje de una diagonal de la imagen con el fin de que sirva para distintos tamaños de imagen. Matemáticamente, la función de clasificación puede expresarse de la siguiente manera:

20

$$c_{lento}() = \begin{cases} 1 & \text{si } d_{avg} > I_{diag} \cdot T_d \\ 0 & \text{si } d_{avg} \leq I_{diag} \cdot T_d \end{cases} \quad \text{Fórmula 34}$$

En algunos ejemplos, se puede considerar una región de exclusión definida por un usuario con el fin de que el procedimiento de detección de sabotaje tenga en cuenta todos los píxeles de la imagen excepto los de dicha región de exclusión. Esto puede ser de utilidad si, por ejemplo, se determina que una parte de la imagen habitualmente queda tapada por un objeto estacionado en la escena (por ejemplo, un camión). Dado que este objeto puede alterar significativamente la imagen, el procedimiento de detección puede generar falsos indicadores de sabotaje. Por lo tanto, la consideración de dicha región de exclusión puede mejorar la fiabilidad del procedimiento.

30

La región de exclusión se puede definir, por parte de un usuario, a través de una interfaz gráfica. Herramientas de dibujo adecuadas pueden permitir la definición de una región de exclusión que puede tener una forma rectangular, o de polígono con un número indeterminado de aristas, o cualquier otra forma. Herramientas de pincel adecuadas pueden permitir que el usuario pinte una o más regiones de exclusión con formas diversas.

La definición de una región de exclusión puede afectar al cálculo de las características predefinidas de una imagen. Por ejemplo, para calcular el histograma de la imagen, pueden tenerse en cuenta sólo los píxeles de la imagen que no forman parte de la región de exclusión. Para el histograma de gradientes orientados se puede aplicar el mismo criterio o similar. En el caso de los puntos de interés y la imagen de contornos, se pueden calcular para toda la imagen y posteriormente se pueden descartar aquellos (puntos y/o contornos) que se encuentren dentro de la región de exclusión.

A pesar de que se han descrito aquí sólo algunas realizaciones y ejemplos particulares de la invención, el experto en la materia comprenderá que son posibles otras realizaciones alternativas y/o usos de la invención, así como modificaciones obvias y elementos equivalentes. Además, la presente invención abarca todas las posibles combinaciones de las realizaciones concretas que se han descrito. Los signos numéricos relativos a los dibujos y colocados entre paréntesis en una reivindicación son solamente para intentar aumentar la comprensión de la reivindicación, y no deben ser interpretados como limitantes del alcance de la protección de la reivindicación. El alcance de la presente invención no debe limitarse a realizaciones concretas, sino que debe ser determinado únicamente por una lectura apropiada de las reivindicaciones adjuntas.

A pesar también de que las realizaciones descritas de la invención con referencia a los dibujos comprenden sistemas informáticos y procedimientos realizados en sistemas informáticos, la invención también se extiende a programas informáticos, más particularmente a programas informáticos en o sobre unos medios portadores, adaptados para poner la invención en práctica. El programa informático puede estar en forma de código fuente, de código objeto o en un código intermedio entre código fuente y código objeto, tal como en forma parcialmente compilada, o en cualquier otra forma adecuada para usar en la implementación de los procesos de acuerdo con la invención. El medio portador puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de portar el programa.

35

Por ejemplo, el medio 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 magnético, por ejemplo un *floppy disc* o un disco duro. Además, el medio portador puede ser un medio portador transmisible tal como una señal eléctrica u óptica que puede transmitirse
5 vía cable eléctrico u óptico o mediante radio u otros medios.

10 Cuando el programa informático está contenido en una señal que puede transmitirse directamente mediante un cable u otro dispositivo o medio, el medio portador puede estar constituido por dicho cable u otro dispositivo o medio.

Alternativamente, el medio portador puede ser un circuito integrado en el que está encapsulado (*embedded*) el programa informático, estando adaptado dicho circuito
15 integrado para realizar o para usarse en la realización de los procedimientos relevantes.

20 Por otro lado, la invención también puede ser implementada mediante sistemas informáticos, tales como ordenadores personales, servidores, una red informática de ordenadores, ordenadores portátiles, tabletas o cualquier otro dispositivo programable o procesador informático. Complementaria o alternativamente también pueden usarse dispositivos electrónicos programables, tales como controladores lógicos programables (ASICs, FPGAs, autómatas programables, etc.).

Por consiguiente, la invención puede implementarse tanto en *hardware* como en *software* o en *firmware*, o cualquier combinación de ellos.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para detectar un sabotaje de una cámara de video-vigilancia configurada para generar una señal de vídeo que incluye una secuencia de imágenes, comprendiendo cada imagen una pluralidad de píxeles, y comprendiendo el procedimiento:
 - 5 adquirir al menos una parte de la secuencia de imágenes;
 - procesar las imágenes adquiridas usando un procedimiento de procesamiento de imágenes para determinar, a partir de todos o parte de los píxeles de la imagen, un conjunto de características predefinidas de la imagen que incluye al menos una característica de puntos de interés de la imagen;
 - 10 seleccionar el conjunto de características predefinidas de uno o más pares de las imágenes adquiridas, comprendiendo cada uno de dichos pares una primera imagen y una segunda imagen;
 - determinar, para una o más de las características predefinidas, uno o más indicadores de similitud de la característica predefinida entre la primera imagen y la segunda imagen de todos o algunos de los pares de imágenes, incluyendo dichos indicadores de similitud al menos un indicador de correspondencia entre los puntos de interés de la primera imagen y de la segunda imagen; y
 - 15 proporcionar los indicadores de similitud a uno o más motores de clasificación, estando cada motor de clasificación entrenado para generar, a partir de todos o algunos de los indicadores de similitud, un indicador de sabotaje.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que determinar el indicador de correspondencia entre puntos de interés de la primera imagen y de la segunda imagen
25 comprende aplicar una restricción de homografía.

3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que procesar las imágenes adquiridas usando un procedimiento de procesamiento de imágenes comprende aplicar un procedimiento de sustracción de fondo antes de determinar las características predefinidas de la imagen.
30

4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además:
 - 35 acumular el indicador de sabotaje generado a unos indicadores de sabotaje obtenidos anteriormente; y

verificar si un porcentaje de indicadores de sabotaje que indican detección de sabotaje con respecto a un total de indicadores de sabotaje acumulados supera un umbral de porcentaje predefinido.

- 5 5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la característica de puntos de interés de la imagen comprende un número de puntos de interés de la imagen; y los indicadores de similitud comprenden un ratio del número de puntos de interés entre la primera imagen y la segunda imagen.
- 10 6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el indicador de correspondencia entre puntos de interés es una distancia de Jaccard calculada a partir de un primer conjunto que contiene los puntos de interés que se corresponden entre la primera imagen y la segunda imagen, y un segundo conjunto que contiene todos los puntos de interés detectados en ambas primera y segunda imágenes.
- 15 7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que los indicadores de similitud comprenden un indicador de desplazamiento de puntos de interés entre la primera imagen y la segunda imagen.
- 20 8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el conjunto de características predefinidas comprende además un histograma de la imagen que describe una frecuencia de aparición de unos valores de los píxeles procesados de la imagen.
- 25 9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que los indicadores de similitud comprenden un ratio de entropía entre la primera imagen y la segunda imagen determinado a partir del histograma de la primera imagen y el histograma de la segunda imagen.
- 30 10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9, en el que los indicadores de similitud comprenden un ratio de anchura de histogramas entre el histograma de la primera imagen y el histograma de la segunda imagen.
- 35 11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que los indicadores de similitud comprenden una distancia basada en una intersección entre el histograma de la primera imagen y el histograma de la segunda imagen.

12. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el conjunto de características predefinidas comprende además un histograma de gradientes orientados de la imagen, que describe una frecuencia de aparición de unas orientaciones de los píxeles procesados de la imagen y la fuerza con la que los píxeles están orientados en una dirección determinada.
13. Procedimiento según la reivindicación 12, en el que los indicadores de similitud comprenden un ratio de entropía de histogramas de gradientes orientados entre el histograma de gradientes orientados de la primera imagen y el histograma de gradientes orientados de la segunda imagen.
14. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 12 o 13, en el que los indicadores de similitud comprenden una distancia basada en una intersección de histogramas de gradientes orientados entre el histograma de gradientes orientados de la primera imagen y el histograma de gradientes orientados de la segunda imagen.
15. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que el conjunto de características predefinidas comprende además unos contornos de la imagen, que describen qué píxeles de la imagen conforman un contorno.
16. Procedimiento según la reivindicación 15, en el que los indicadores de similitud comprenden un ratio de contornos entre los contornos de la primera imagen y los contornos de la segunda imagen.
17. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, en el que el uno o más motores de clasificación comprende un primer motor de clasificación y un segundo motor de clasificación; en el que
el primer motor de clasificación está entrenado para generar un indicador de sabotaje de un primer tipo a partir de una primera selección de indicadores de similitud; y
el segundo motor de clasificación está entrenado para generar un indicador de sabotaje de un segundo tipo a partir de una segunda selección de indicadores de similitud.

18. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, en el que seleccionar el conjunto de características predefinidas de uno o más pares de las imágenes adquiridas comprende

seleccionar el conjunto de características predefinidas de un primer par de imágenes de acuerdo con un primer criterio de selección predefinido y de un segundo par de imágenes de acuerdo con un segundo criterio de selección predefinido.

19. Procedimiento según la reivindicación 18, en el que el primer criterio de selección predefinido comprende la existencia en la secuencia temporal de imágenes de un primer tiempo predefinido entre la primera y la segunda imagen del primer par de imágenes; y en el que

el segundo criterio de selección predefinido comprende la existencia en la secuencia temporal de imágenes de un segundo tiempo predefinido entre la primera y la segunda imagen del segundo par de imágenes.

20. Procedimiento según la reivindicación 19, en el que el primer tiempo predefinido es superior al segundo tiempo predefinido.

21. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20, en el que las imágenes adquiridas son procesadas usando el procedimiento de procesamiento de imágenes teniendo en cuenta parte de los píxeles de la imagen de acuerdo con una región de exclusión definida por un usuario.

22. Un producto de programa informático que comprende instrucciones de programa para hacer que un sistema informático ejecute un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21 para detectar un sabotaje de una cámara de video-vigilancia.

23. Un producto de programa informático según la reivindicación 22, que está almacenado en unos medios de grabación.

24. Un producto de programa informático según la reivindicación 22, que es portado por una señal portadora.

25. Sistema para detectar un sabotaje de una cámara de video-vigilancia configurada para generar una señal de vídeo que incluye una secuencia de imágenes, comprendiendo cada imagen una pluralidad de píxeles, y comprendiendo el sistema:

medios para adquirir al menos una parte de la secuencia de imágenes;

5 medios para procesar las imágenes adquiridas usando un procedimiento de procesamiento de imágenes para determinar, a partir de todos o parte de los píxeles de la imagen, un conjunto de características predefinidas de la imagen que incluye al menos una característica de puntos de interés de la imagen;

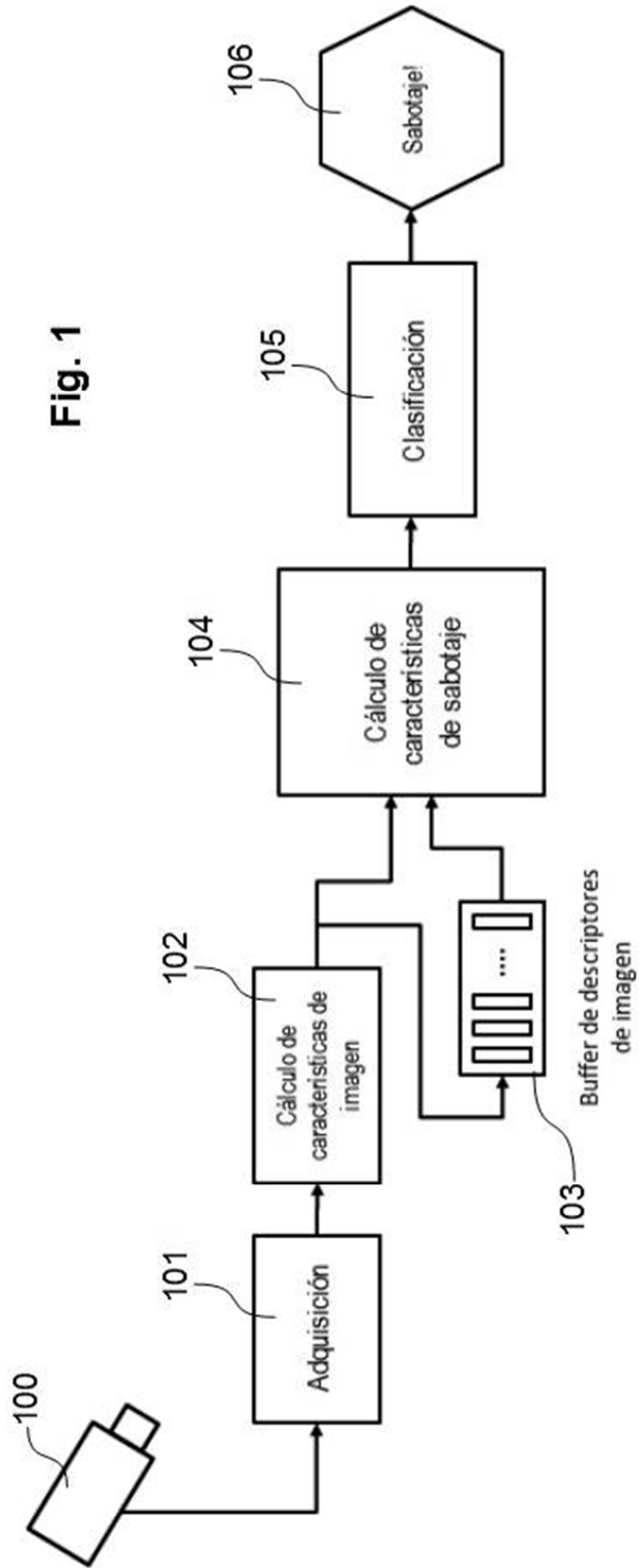
10 medios para seleccionar el conjunto de características predefinidas de uno o más pares de las imágenes adquiridas, comprendiendo cada uno de dichos pares una primera imagen y una segunda imagen;

medios para determinar, para una o más de las características predefinidas, uno o más indicadores de similitud de la característica predefinida entre la primera imagen y la segunda imagen de todos o algunos de los pares de imágenes, incluyendo dichos
15 indicadores de similitud al menos un indicador de correspondencia entre los puntos de interés de la primera imagen y de la segunda imagen; y

medios para proporcionar los indicadores de similitud a uno o más motores de clasificación, estando cada motor de clasificación entrenado para generar, a partir de todos o algunos de los indicadores de similitud, un indicador de sabotaje.

20

26. Sistema informático para detectar un sabotaje de una cámara de video-vigilancia configurada para generar una señal de vídeo que incluye una secuencia de imágenes, comprendiendo cada imagen una pluralidad de píxeles, y comprendiendo el sistema informático una memoria y un procesador, en el que la memoria almacena instrucciones de
25 programa informático ejecutables por el procesador, comprendiendo estas instrucciones funcionalidades para ejecutar un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21 para detectar un sabotaje de una cámara de video-vigilancia.



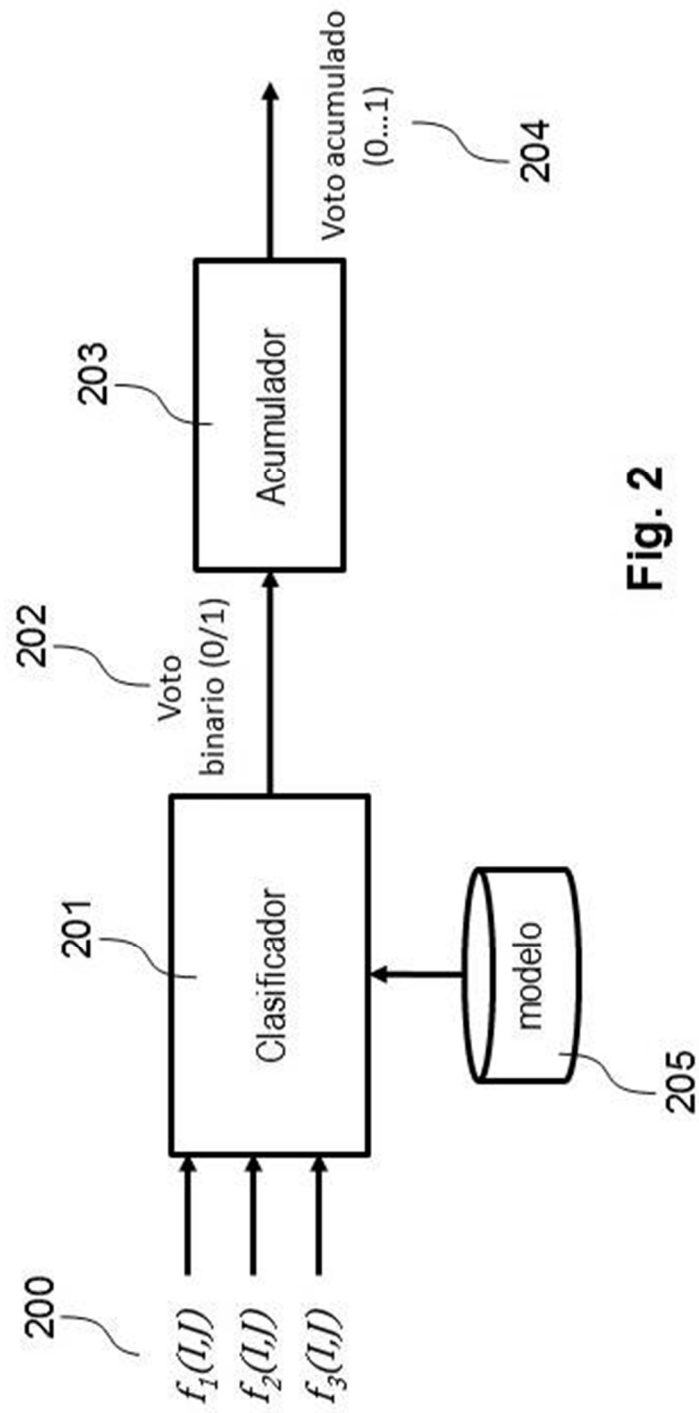


Fig. 2

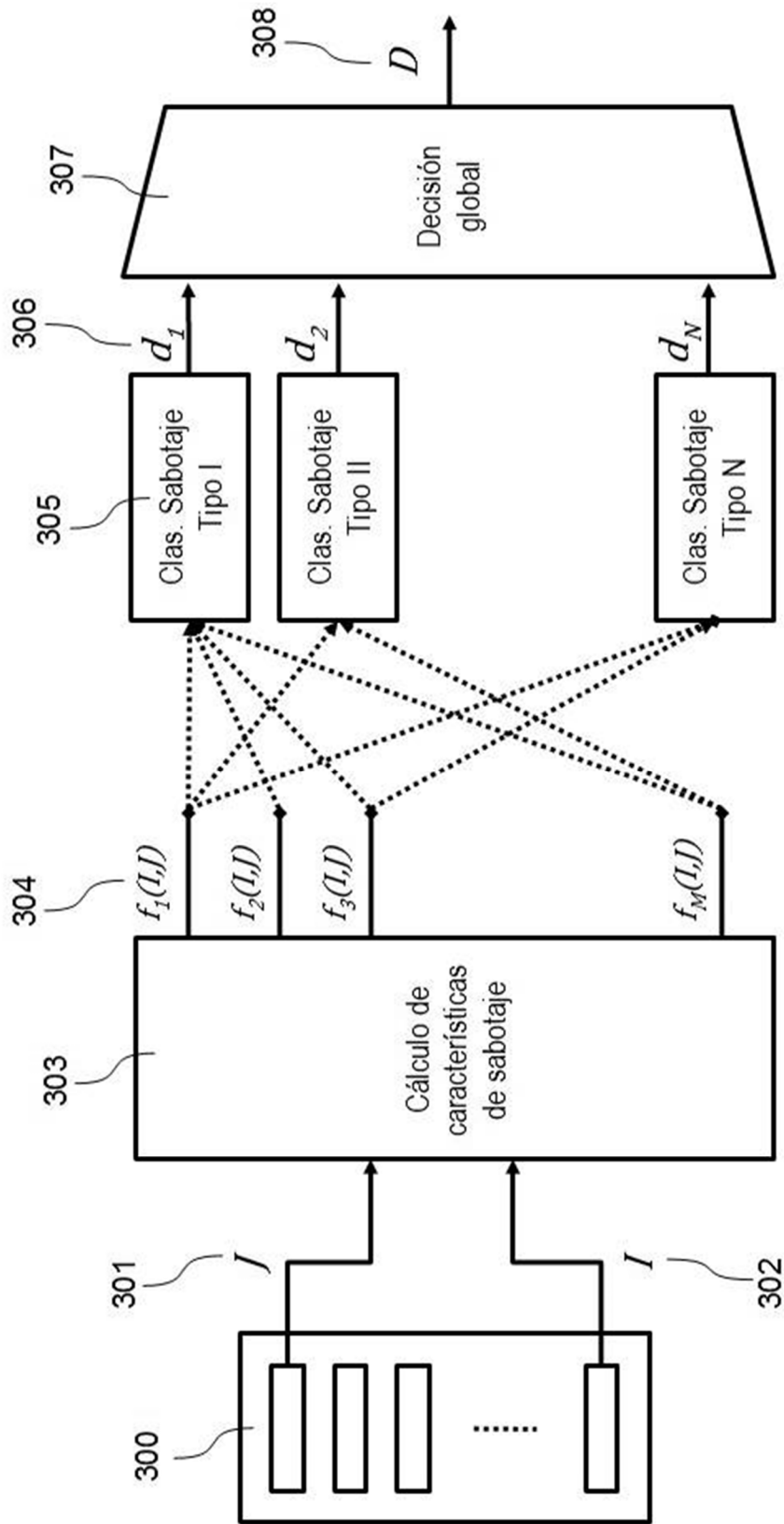


Fig. 3

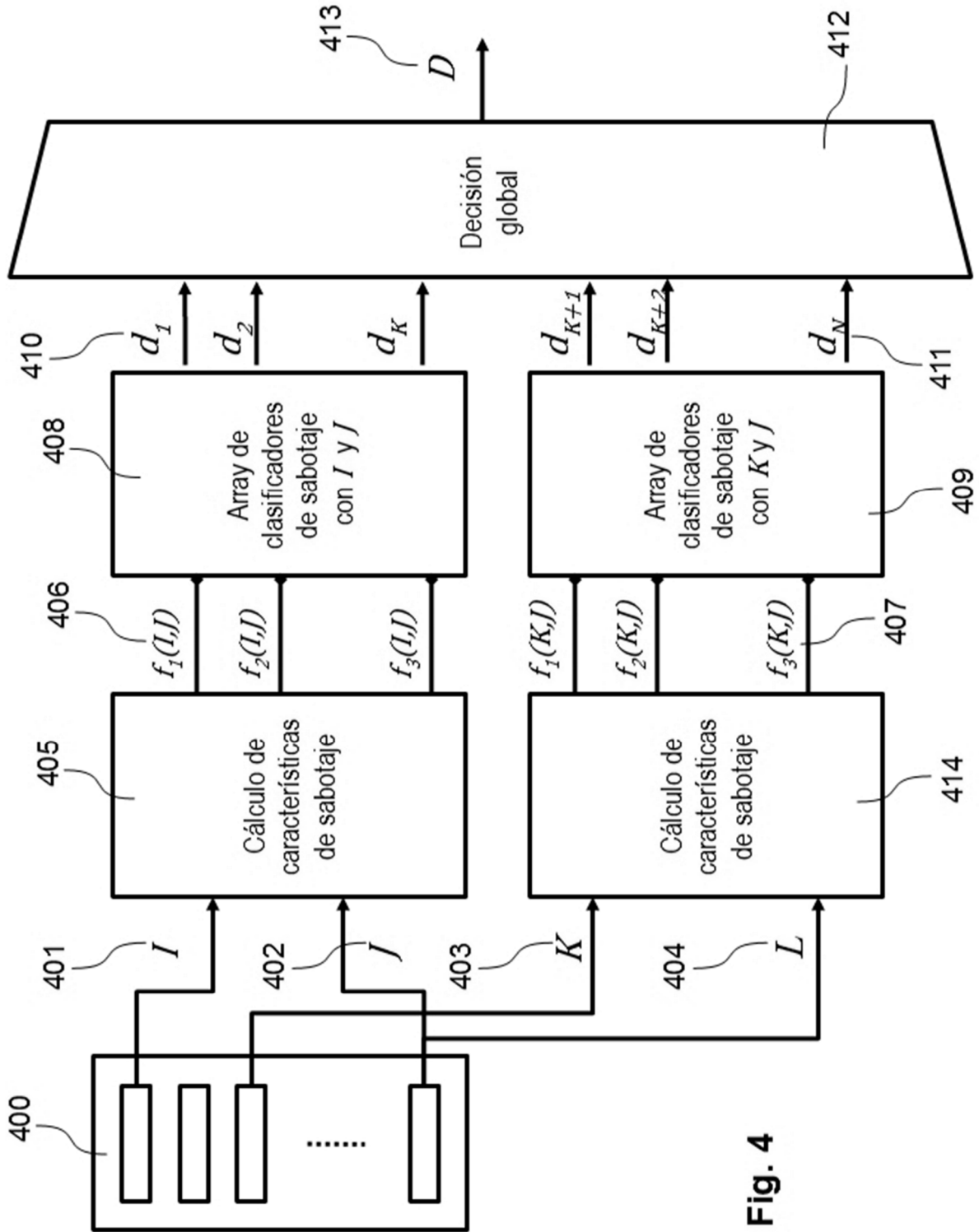


Fig. 4



- ②① N.º solicitud: 201631188
②② Fecha de presentación de la solicitud: 13.09.2016
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	JAVADI, M. S., et al. VIDEO STABILIZATION AND TAMPERING DETECTION FOR SURVEILLANCE SYSTEMS USING HOMOGRAPHY. 23/04/2015, Páginas 275-279 [en línea][recuperado el 2/09/2017]. Recuperado de Internet <URL: http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7219580/ >, <DOI: 10.1109/I4CT.2015.7219580>. Apartados I-II Apartados I-II	1-4, 7-8, 12, 15, 17-26
Y		5-6
A		9-11, 13-14, 16
X	US 2011229030 A1 (OGURA SHO) 22/09/2011, párrafos [2 - 12]; párrafo [21]; párrafos [41 - 60]; párrafos [69 - 81]; párrafos [121 - 122]; figuras 1 - 9.	1, 8, 11, 22-26
Y	Sampat M P et al. COMPLEX WAVELET STRUCTURAL SIMILARITY: A NEW IMAGE SIMILARITY INDEX. 01/11/2009, Vol. 18, Páginas 2385 - 2401 [en línea][recuperado el 03/10/2017]. Recuperado de Internet <URL: http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5109651/ >, ISSN 1057-7149, <DOI: doi:10.1109/TIP.2009.2025923>. Apartados I-II Apartados I-II	5-6
A		2-7, 9-10, 12-21
A	RIBNICK, Evan, et al. REAL-TIME DETECTION OF CAMERA TAMPERING. 24/11/2006 [en línea][recuperado el 02/10/2017]. Recuperado de Internet <URL: http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4020669/ >, 0-7695-2688-8, <DOI: 10.1109/AVSS.2006.94>. Apartados 1-3 Apartados 1-3	4, 8, 10, 12, 15-16, 18-19

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
05.10.2017

Examinador
J. M. Vazquez Burgos

Página
1/8



- ②¹ N.º solicitud: 201631188
②² Fecha de presentación de la solicitud: 13.09.2016
③² Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤¹ Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ ⁶ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	Daw-Tung Lin et al.. REAL-TIME ACTIVE TAMPERING DETECTION OF SURVEILLANCE CAMERA AND IMPLEMENTATION ON DIGITAL SIGNAL PROCESSOR. 18/07/2012, Páginas 383 - 386 [en línea][recuperado el 02/10/2017]. Recuperado de Internet <URL: http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6274260/ >, ISBN 978-1-4673-1741-2 ; ISBN 1-4673-1741-1, <DOI: doi:10.1109/IIH-MSP.2012.99>. Apartados I-IV Apartados I-IV	10, 17-18, 22-26
A	GIL-JIMÉNEZ, Pedro, et al. AUTOMATIC CONTROL OF VIDEO SURVEILLANCE CAMERA SABOTAGE. 21/06/2007, Páginas 222-231 [en línea][recuperado el 03/10/2017]. Recuperado de Internet <URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-73055-2_24 >, 978-3-540-73055-2, <DOI: 10.1007/978-3-540-73055-2_24>. Apartados 1-4 Apartados 1-4	3, 9, 17-18
A	AKSAY, Anil et al. CAMERA TAMPER DETECTION USING WAVELET ANALYSIS FOR VIDEO SURVEILLANCE. 07/09/2007, Páginas 558-562 [en línea][recuperado el 02/10/2017]. Recuperado de Internet <URL: http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4425371/ >, 978-1-4244-1695-0, <DOI: 10.1109/AVSS.2007.4425371>. Apartados 2-3 Apartados 2-3	3, 10

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
05.10.2017

Examinador
J. M. Vazquez Burgos

Página
2/8

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

G06T1/00 (2006.01)

G06T7/40 (2017.01)

G06T9/20 (2006.01)

G08B13/196 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G08B, G06N, G06T

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, INTERNET

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 05.10.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 3-6, 9-10, 13-14, 16	SI
	Reivindicaciones 1-2, 7-8, 11-12, 15, 17-26	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 9-10, 13-14, 16	SI
	Reivindicaciones 1-8, 11-12, 15, 17-26	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	JAVADI, M. S., et al. VIDEO STABILIZATION AND TAMPERING DETECTION FOR SURVEILLANCE SYSTEMS USING HOMOGRAPHY. Computer, Communications, and Control Technology (I4CT), 2015 International Conference on. IEEE, Páginas 275-279 [en línea][recuperado el 2/09/2017]. Recuperado de Internet <URL: http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7219580/ >, <DOI: 10.1109/I4CT.2015.7219580>	23.04.2015
D02	US 2011229030 A1 (OGURA SHO)	22.09.2011
D03	Sampat M P et al.. COMPLEX WAVELET STRUCTURAL SIMILARITY: A NEW IMAGE SIMILARITY INDEX. IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, 20091101 IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US. Vol. 18, Nº 11, Páginas 2385 - 2401 [en línea][recuperado el 03/10/2017]. Recuperado de Internet <URL: http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5109651/ >, ISSN 1057-7149, <DOI: doi:10.1109/TIP.2009.2025923>	01.11.2009
D04	RIBNICK, Evan, et al. REAL-TIME DETECTION OF CAMERA TAMPERING. Video and Signal Based Surveillance, 2006. AVSS'06. IEEE International Conference on. IEEE, 2006 [en línea][recuperado el 02/10/2017]. Recuperado de Internet <URL: http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4020669/ >, ISSN 0-7695-2688-8, <DOI: 10.1109/AVSS.2006.94>	24.11.2006
D05	Daw-Tung Lin et al.. REAL-TIME ACTIVE TAMPERING DETECTION OF SURVEILLANCE CAMERA AND IMPLEMENTATION ON DIGITAL SIGNAL PROCESSOR. Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIH-MSP), 2012 Eighth International Conference on, 20120718 IEEE. Páginas 383 - 386 [en línea][recuperado el 02/10/2017]. Recuperado de Internet <URL: http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6274260/ >, ISSN ISBN 978-1-4673-1741-2 ; ISBN 1-4673-1741-1, <DOI: doi:10.1109/IIH-MSP.2012.99>	18.07.2012
D06	GIL-JIMÉNEZ, Pedro, et al. AUTOMATIC CONTROL OF VIDEO SURVEILLANCE CAMERA SABOTAGE. International Work-Conference on the Interplay Between Natural and Artificial Computation. Springer, Berlin, Heidelberg, 2007, Páginas 222-231 [en línea][recuperado el 03/10/2017]. Recuperado de Internet <URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-73055-2_24 >, ISSN 978-3-540-73055-2, <DOI: 10.1007/978-3-540-73055-2_24>	21.06.2007
D07	AKSAY, Anil et al. CAMERA TAMPER DETECTION USING WAVELET ANALYSIS FOR VIDEO SURVEILLANCE. Advanced Video and Signal Based Surveillance, 2007. AVSS 2007. IEEE Conference on. IEEE, 2007, Páginas 558-562 [en línea][recuperado el 02/10/2017]. Recuperado de Internet <URL: http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4425371/ >, ISSN 978-1-4244-1695-0, <DOI: 10.1109/AVSS.2007.4425371>	07.09.2007

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El documento del estado de la técnica más próximo a la invención es D01 y divulga un método para detectar el sabotaje en cámaras de vídeo por desplazamiento de estas, mediante técnicas de homografía. Este documento incorpora por referencia, el contenido de los documentos D03 (referencia [20]), D05 (referencia [19]), D06 (referencia [18]) y D07 (referencia [21]).

Reivindicación 1

Con el fin de ilustrar de la manera más clara posible las diferencias entre la invención reivindicada en 1 y el documento D01 del estado de la técnica más próximo, se reproduce seguidamente el texto de dicha reivindicación, eliminando del mismo, si las hubiera, sus referencias originales, e insertando donde procedan las del documento D01. Asimismo, aquellas partes del texto que pudieran no estar incluidas en D01 se señalarían entre corchetes y en negrita>.

Procedimiento para detectar un sabotaje de una cámara de video-vigilancia configurada para generar una señal de vídeo que incluye una secuencia de imágenes, comprendiendo cada imagen una pluralidad de píxeles, y comprendiendo el procedimiento:

- adquirir al menos una parte de la secuencia de imágenes (figura 1; página 276, apartado II.B, primer párrafo);
- procesar las imágenes adquiridas usando un procedimiento de procesamiento de imágenes para determinar, a partir de todos o parte de los píxeles de la imagen, un conjunto de características predefinidas de la imagen que incluye al menos una característica de puntos de interés de la imagen (figura 1; página 276, apartado II.B, primero y segundo párrafos);
- seleccionar el conjunto de características predefinidas de uno o más pares de las imágenes adquiridas, comprendiendo cada uno de dichos pares una primera imagen y una segunda imagen (figura 1; página 276, apartado II.B, primero y segundo párrafos);
- determinar, para una o más de las características predefinidas, uno o más indicadores de similitud de la característica predefinida entre la primera imagen y la segunda imagen de todos o algunos de los pares de imágenes, incluyendo dichos indicadores de similitud al menos un indicador de correspondencia entre los puntos de interés de la primera imagen y de la segunda imagen (figura 1; página 276, apartado II.B, primero y segundo párrafos); y
- proporcionar los indicadores de similitud a uno o más motores de clasificación, estando cada motor de clasificación entrenado para generar, a partir de todos o algunos de los indicadores de similitud, un indicador de sabotaje (figura 1; página 276, apartado II.C).

De manera similar puede verse también que el documento D02 contiene las características reivindicadas (párrafos 41-42; 69-81; figuras 2, 6).

En consecuencia, de las consideraciones anteriores, y a la luz de D01 o de D02, tomados cada uno de ellos de forma individual y separada del otro, cabe concluir que la invención reivindicada en 1 no es nueva, conforme el requisito de novedad se define en el artículo 6 de la Ley de Patentes de 1986.

Reivindicaciones 2 a 24

La restricción objeto de 2 está contemplada en D01 (página 276, apartado II.C; figura 1).

La sustracción de fondo reivindicada en 3, de acuerdo con la descripción, debe entenderse, no como la eliminación de dicho fondo a la hora del análisis del sabotaje, sino como la obtención del mismo, como base o parte de los cálculos para decidir la existencia de dicho sabotaje (página 9, línea 34 – página 10, línea 5). Este procedimiento constituye una técnica muy conocida, como se menciona en D01 a través de D06 (páginas 223-225; apartados 2-3.1) y D07 (página 558, apartado 2).

El objeto de la reivindicación 4 estaría incluido en D01 a través de la mención en D04 a la posibilidad de definir la detección de sabotaje sobre la base del resultado de varios indicadores, de forma que basta con que uno de ellos arroje un resultado positivo para considerar que hay un resultado positivo (apartado 3.3). Teniendo en cuenta que D01 divulga un método de detección de sabotaje por una causa concreta, y que D04 divulga otro ligado a varias causas adicionales, basado también en la comparación de imágenes de una cámara de vídeo en diferentes instantes (apartado 3) un experto en la materia no necesitaría de actividad inventiva para combinar ambos métodos sin necesidad de actividad inventiva.

El objeto de la reivindicación 5 no está incluido en D01, ya que ninguno de los procedimientos divulgados en dicho documento contempla la posibilidad de valorar la similitud por medio del ratio de puntos de interés de la imagen. Esto tiene el efecto técnico de la facilidad de implementación, a costa de penalizar diferencias pequeñas (del orden de pocos píxeles) en el caso de imágenes con pocos puntos. Por ello el problema técnico objetivo a resolver sería el de implementar en los métodos divulgados por D01, medidas de la similitud que priorizasen la facilidad de implementación, aún a costa de penalizar diferencias de pocos píxeles en el caso de imágenes de pocos puntos. El documento D03 analiza diferentes procedimientos de comparación de imágenes, y entre ellos menciona los denominados métodos basados en intensidad (apartados I, II.A), que permiten efectivamente implementaciones sencillas, si bien penalizando incluso diferencias de un píxel, tanto más cuanto menos puntos tengan las figuras a comparar. Un experto en la materia, a la vista de los procedimientos divulgados en D01, basados en la comparación de imágenes, teniendo en cuenta los métodos de comparación divulgados en D02, no requeriría de actividad inventiva para combinar el documento D01 del estado de la técnica más próximo con las partes relevantes de D02 al objeto de conseguir las características reivindicadas en 5 con una expectativa razonable de éxito. De forma similar se podría razonar también con respecto al uso de la distancia de Jaccard reivindicada en 6 y mencionada en D03 como un caso particular de similitud por ratio de puntos de interés.

El uso de un indicador de desplazamiento reivindicado en 7 está incluido en D01 (apartado II.C).

El histograma objeto de 8 está incluido en D01 a través de D04 (apartado 3.2.1), así como también en D02.

El ratio de entropías reivindicado en 9 no está recogido en D01, si bien menciona el uso de la entropía como medio de detección de sabotaje, a través de D06 (apartado 3.2). No obstante, ello se consigue a partir de valores absolutos de entropía, comparados con un umbral. Tampoco D02 la recoge. Un experto en la materia no podría modificar este procedimiento hacia otro basado en ratios de entropía sin el recurso a la actividad inventiva, ya que es preciso abandonar el criterio absoluto (basado en una sola imagen) para pasar a otro relativo, basado en la comparación de imágenes, y en el ratio de entropías. Lo mismo ocurre para el ratio de entropías reivindicado en 13.

El ratio objeto de 10 no está incluido en D01 ni en ninguna de sus referencias, ya que D01 en sí se enfoca a la definición de un procedimiento de reconocimiento de sabotaje por restricción de homografía, sin mención a procedimientos de comparación de imágenes. Y, de las incorporaciones por referencia, D04 menciona la posibilidad de comparar histogramas mediante la resta de sus valores (apartado 3.2.1), al igual que D07 (apartado 3) pero no mediante el ratio de anchura, lo mismo que ocurre con D05, que contempla la posibilidad de comparar sumas de histogramas relativas a la cabeza y la cola de los mismos (apartado III), pero no sus anchuras. Tampoco D02 recoge esta posibilidad. Desde cualquiera de estas soluciones no es posible, para un experto en la materia, derivar otra basada en el ratio de anchura de los histogramas, sino es con el concurso de la actividad inventiva, puesto que se hace preciso adoptar un enfoque completamente distinto en cuanto a la evaluación de la similitud de las imágenes a comparar.

El indicador de similitud reivindicado en 11 está recogido en D02 (párrafo 73).

El uso de gradientes orientados, reivindicado en 12, está contemplado en D01 a través de D04 (apartado 3.2.3).

Sobre la distancia basada en la intersección de histogramas de gradientes, objeto de 14, semejante posibilidad no está recogida en D01, ni siquiera a través de D03, que es donde se recoge el uso de estos histogramas, si bien solamente en cuanto a la suma de su diferencia, que no de la intersección de ambos. Tampoco la recoge D02. Por ello, un experto en la materia necesitaría del uso de la actividad inventiva para pasar de una a otra solución.

El uso de píxeles del contorno de imagen, objeto de 15, está incluido en D01 a través de D04 (apartado II).

El ratio de contornos reivindicado en 16 no está incluido en D01, ni en D02. D04 menciona (apartado II) una comparación entre contornos de dos imágenes, mediante una operación AND de sus píxeles, que luego se compara con un valor promedio. Teniendo en cuenta que la invención reivindicada supone un principio de decisión diferente (no se compara con un promedio, sino entre imágenes de una secuencia, y no se maneja la intersección de los contornos con carácter absoluto, sino su proporción respecto al total de píxeles), un experto en la materia habría de recurrir a la actividad inventiva para modificar el procedimiento de D05 con el fin de obtener el reivindicado.

La posibilidad de disponer de más de un motor de clasificación, objeto de 17, así como el objeto de 18, están incluidos en D01, a través de D04 (apartado 3.3), D05 (figura 1) y D06 (apartados 3.2-3.4). También lo está el uso de tiempos diferentes entre imágenes reivindicado en 19, a través de D04 (apartado 3.1), así como el objeto de 20, ya que este básicamente implica lo mismo que el de 19 (que los dos tiempos son diferentes). A su vez, el uso de una región de exclusión, reivindicado en 21, está también contemplado en D01 (ROI; apartado II.A; figura 1).

Con respecto a los objetos de las reivindicaciones 22 a 24, teniendo en cuenta sus referencias a otras reivindicaciones, y al hecho de D01 a través de D05 presenta un ejemplo de cómo los algoritmos descritos se implementan en forma de software (apartado IV), así como que D02 menciona la implementación por software (párrafos 121-122), se puede aplicar a ellas las mismas conclusiones que a la reivindicación 1.

Por lo tanto, a la vista de las consideraciones anteriores, y una vez tenidas en cuenta las correspondientes relaciones de dependencia, cabe concluir que:

A la luz de D01 o D02, tomados cada uno de ellos de forma individual y separada del otro, las invenciones reivindicadas en 8 y 22 a 24 no son nuevas, tal y como se define el requisito de novedad en el artículo 6 de la Ley de Patentes de 1986.

A la luz de D01, las invenciones reivindicadas en 2, 7, 12, 15 y 17 a 21 no son nuevas, tal y como se define el requisito de novedad en el artículo 6 de la Ley de Patentes de 1986.

A la luz de D02, la invención reivindicada en 11 no es nueva, tal y como se define el requisito de novedad en el artículo 6 de la Ley de Patentes de 1986.

A la luz de la combinación de D01 con D03, las invenciones reivindicadas en 5 y 6 no poseen actividad inventiva, tal y como se define dicho requisito en el artículo 8 de la Ley de Patentes de 1986.

A la luz de D01, las invenciones reivindicadas en 3 y 4 no poseen actividad inventiva, tal y como se define dicho requisito en el artículo 8 de la Ley de Patentes de 1986.

Las invenciones reivindicadas en 9 a 10, 13 a 14 y 16 son nuevas y poseen actividad inventiva, conforme ambos requisitos se definen respectivamente en los artículos 6 y 8 de la Ley de Patentes de 1986.

Reivindicación 25

Con el fin de ilustrar de la manera más clara posible las diferencias entre la invención reivindicada en 25 y el documento D01 del estado de la técnica más próximo, se reproduce seguidamente el texto de dicha reivindicación, eliminando del mismo, si las hubiera, sus referencias originales, e insertando donde procedan las del documento D01. Asimismo, aquellas partes del texto que pudieran no estar incluidas en D01 se señalarían entre corchetes y en negrita.

Sistema para detectar un sabotaje de una cámara de video-vigilancia configurada para generar una señal de vídeo que incluye una secuencia de imágenes, comprendiendo cada imagen una pluralidad de píxeles, y comprendiendo el sistema:

- medios para adquirir al menos una parte de la secuencia de imágenes (apartado I, página 275, columna derecha, tercer párrafo; D05, apartado IV);
- medios para procesar las imágenes adquiridas usando un procedimiento de procesamiento de imágenes para determinar, a partir de todos o parte de los píxeles de la imagen, un conjunto de características predefinidas de la imagen que incluye al menos una característica de puntos de interés de la imagen (apartado I, página 275, columna derecha, tercer párrafo; D05, apartado IV);
- medios para seleccionar el conjunto de características predefinidas de uno o más pares de las imágenes adquiridas, comprendiendo cada uno de dichos pares una primera imagen y una segunda imagen (apartado I, página 275, columna derecha, tercer párrafo; D05, apartado IV);
- medios para determinar, para una o más de las características predefinidas, uno o más indicadores de similitud de la característica predefinida entre la primera imagen y la segunda imagen de todos o algunos de los pares de imágenes, incluyendo dichos indicadores de similitud al menos un indicador de correspondencia entre los puntos de interés de la primera imagen y de la segunda imagen (apartado I, página 275, columna derecha, tercer párrafo; D05, apartado IV); y
- medios para proporcionar los indicadores de similitud a uno o más motores de clasificación, estando cada motor de clasificación entrenado para generar, a partir de todos o algunos de los indicadores de similitud, un indicador de sabotaje (apartado I, página 275, columna derecha, tercer párrafo; D05, apartado IV).

Asimismo, también cabe considerar que el documento D02 contiene los elementos reivindicados en 25 (párrafos 43-56; figuras 3-5).

De las consideraciones anteriores, se concluye que, a la luz de D01 o de D02, tomados cada uno individualmente y separados del otro, la invención reivindicada en 25 no es nueva, tal y como se define el requisito de novedad en el artículo 6 de la Ley de Patentes de 1986.

Reivindicación 26

De acuerdo con la referencias contenidas en la reivindicación 26, y al hecho de que tanto D05 como D02 incluyen sistemas informáticos, se concluye que, a la luz de D01 o de D02, tomados cada uno individualmente y separados del otro, la invención reivindicada en 26 no es nueva, tal y como se define el requisito de novedad en el artículo 6 de la Ley de Patentes de 1986.