

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 835 053**

21 Número de solicitud: 201931128

51 Int. Cl.:

G06K 19/08 (2006.01)

G06K 19/18 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

18.12.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

21.06.2021

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

27.05.2022

Fecha de concesión:

09.06.2022

45 Fecha de publicación de la concesión:

16.06.2022

73 Titular/es:

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA (50.0%)

Ctra. Sacramento s/n

04120 La Cañada de San Urbano (Almería) ES y

UNIVERSIDAD DE GRANADA (50.0%)

72 Inventor/es:

SALINAS CASTILLO, Alfonso;

MORALES SANTOS, Diego Pedro;

CASTILLO MORALES, María Encarnación;

GARCÍA RÍOS, Antonio;

CAPITÁN VALLVEY, Luis Fermín;

ORTIZ GÓMEZ, Inmaculada;

MARÍN SÁNCHEZ, Antonio;

ÁLVAREZ BERMEJO, José Antonio;

LÓPEZ RAMOS, Juan Antonio;

MANZANO AGUGLIARO, Francisco R.;

GARRIDO CÁRDENAS, José Antonio y

LÓPEZ DELGADO, Juan Luis

74 Agente/Representante:

ESCUDERO PRIETO, Nicolás

54 Título: **MÉTODO, DISPOSITIVO Y SISTEMA PARA EL ALMACENAMIENTO, LA CODIFICACIÓN Y LA DECODIFICACIÓN DE INFORMACIÓN BASADA EN CÓDIGOS CON CAPACIDAD DE DETECCIÓN DE ERRORES**

57 Resumen:

Método, dispositivo y sistema para el almacenamiento, la codificación y la decodificación de información basada en códigos con capacidad de detección de errores.

Se describe un dispositivo compuesto por al menos dos capas, una de las cuales es invariante y contiene un código visual con capacidad de corregir errores, y al menos una capa que es variable en función de determinadas condiciones físicas o químicas. La invención también se refiere a un procedimiento para la creación de estos dispositivos y la codificación de los mensajes comprendidos en los mismo, a un procedimiento de lectura o decodificación de la información contenida en los dispositivos, y a un sistema que es capaz de llevar a cabo el proceso de análisis y decodificación de la información contenida en los mensajes del dispositivo.

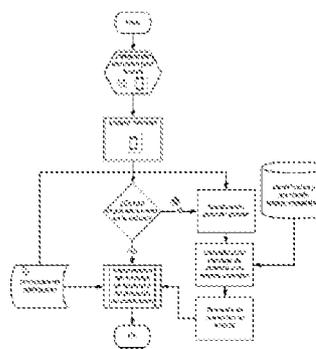


FIGURA 2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.

Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 835 053 B2

DESCRIPCIÓN

5 **MÉTODO, DISPOSITIVO Y SISTEMA PARA EL ALMACENAMIENTO, LA CODIFICACIÓN Y LA DECODIFICACIÓN DE INFORMACIÓN BASADA EN CÓDIGOS CON CAPACIDAD DE DETECCIÓN DE ERRORES**

CAMPO DE LA INVENCIÓN

10 La presente invención se engloba en el campo técnico correspondiente a las tecnologías de codificación y decodificación de información y, en particular, del campo de la transmisión de mensajes. Más concretamente, la invención se refiere a un dispositivo de almacenamiento de información basado en códigos con capacidad de corrección de errores, en el que la información almacenada en los mismos puede variar dinámicamente, en función de diferentes parámetros físico/químicos.

15

La invención tiene aplicación en todos aquellos sectores que precisen codificar información, que pueda variar dinámicamente (tras su codificación) para generar variaciones sobre el mensaje original que puedan ser identificadas como información, con independencia de las condiciones en las que transmita el mensaje.

20

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

25 En los últimos años, la amplia adopción de las tecnologías de comunicación por parte de la sociedad ha generado un importante avance en las comunicaciones móviles y basadas en sensores. Más concretamente, dentro de las tecnologías de sensores es habitual el uso de cámaras para la obtención de información en forma de imágenes y/o vídeo, así como de sistemas de visión o análisis computerizado de dicha información, proporcionados bajo diferentes tecnologías de procesamiento de información visuales (en forma, por ejemplo, de códigos matriciales, códigos 2D, texto, análisis de fotografía/vídeo, etc.), y que también
30 experimenta actualmente un alto grado de integración en la sociedad.

Dentro de las tecnologías de análisis visual, la información en forma de datos adquiridos por los sensores (por ejemplo, cámaras) ha de ser procesada por sistemas de codificación y decodificación de la información, donde una pluralidad de dispositivos se encargan de leer dicha codificación de forma automática. En el caso concreto de los códigos visuales (por
35 ejemplo, los códigos de barras o los códigos QR, o "Quick Response"), la información se codifica con patrones visuales que conforman típicamente un código matricial. La

información visual almacenada en dicho código matricial es capturada por una cámara y, posteriormente, almacenada en un medio de almacenamiento digital, donde dicha información se corresponde con la lectura de la información visual. En esta situación, donde el ser humano no interviene, se debe garantizar que la información que se codifica sea
5 coherente con la información que se decodifica, sin generarse pérdidas o distorsión de información. En este contexto, si el proceso de decodificación se ve alterado (por ejemplo, si el mensaje ha sido corrompido), entonces la información que se decodifica no será fiel ni correcta.

10 Existen, asimismo, numerosas líneas de investigación extensamente dedicadas a la detección y corrección de errores para preservar la integridad de la información decodificada, y que han proporcionado en los últimos años diversas soluciones técnicas para asegurar la calidad de la información procesada, incluso cuando se producen errores en la información visual (por ejemplo, correcciones de texto o correcciones de imágenes
15 captadas por las cámaras). Así, en dichas tecnologías, los procesos de decodificación son capaces también de corregir los errores detectados, restableciendo la información a un estado reconocible. Como ejemplo, una palabra sin significado en un determinado proceso de reconocimiento de caracteres de texto puede ser “traducida” a una palabra con significado, cercana a la palabra recibida.

20

En general, los sistemas de corrección de información visual se basan, fundamentalmente, en el concepto de “distancia” entre la información procesada con errores y la información correspondiente sin errores. Así, sobre un código procesado se puede, mediante el citado
25 uso de distancias entre secuencias de información, establecer diferentes protocolos de intervención sobre la información analizada por el sistema, tales como detectar los errores producidos (por ejemplo, cuando la distancia es mayor o igual que un valor umbral preestablecido), o corregir los citados errores (por ejemplo, corrigiendo los errores identificados si la distancia mínima es menor que dicho umbral).

30

En general, la probabilidad de que se produzcan muchos errores en una secuencia (o “palabra”) de información dada en un código es mucho menor que la probabilidad de que se produzcan pocos errores en la misma palabra. Este hecho se utiliza, generalmente, como argumento para usar la detección y/o corrección de errores (por ejemplo, algoritmos de tipo Reed Solomon en el caso de los códigos QR) para codificar nueva información, en lugar de
35 para corregir los potenciales errores detectados. En este tipo de procesos, cabe señalar algunos documentos principalmente relacionados con uso de códigos de matriz en sistemas

de detección y/o corrección de errores, tales como las solicitudes de patente ES 2257480 T3, US 7373581 B2, US 20120188442 A1, US 6685095 B2 o ES 2355423 T3.

5 Si bien las citadas tecnologías de corrección de errores de información visual están, en general, orientadas a la sustitución de dichos errores por una codificación con significado, no son conocidas, en el presente campo técnico, alternativas técnicas que proporcionen información aumentada aprovechando la presencia de dichos errores en la información procesada. En este sentido, resulta deseable encontrar nuevos métodos de codificación que permitan generar mensajes mejorados respecto a las alternativas conocidas, basados en la
10 generación de errores de forma controlada e interpretable sobre la información visual codificada. La presente invención proporciona una solución a esta necesidad, mediante un novedoso método de codificación de información visual, así como de un sistema que implementa dicho método.

15 DESCRIPCIÓN BREVE DE LA INVENCION

Tal y como se ha descrito en el apartado precedente, la presente invención se basa, principalmente, en el aprovechamiento de la información asociada a los errores provocados dinámicamente sobre un código, considerándose dichos errores como información útil, de
20 forma que se aprovechan las capacidades de detección y/o de corrección de dichos errores en un código para extender las palabras válidas del mismo, para codificar información adicional. Es decir, la invención propone, esencialmente, un método y un sistema para codificar información, incorporarla sobre un código visual, y decodificarla donde, en lugar de usar la detección y corrección de errores para restaurar el mensaje a su estado original, se
25 emplea, en primera instancia, para extender el conjunto de palabras válidas y así poder extender la interpretación del mensaje en función de los errores que, deliberadamente, lo hayan dañado. De este modo, se genera información aumentada en dicho mensaje, aumentando así las capacidades y funcionalidades del código utilizado.

30 En este contexto, la presente invención se refiere, en un primer aspecto de la misma, a un dispositivo para el almacenamiento de información visual codificada con capacidad de detección de errores, que comprende al menos dos capas físicas, una de las cuales es permanente o invariante (por ejemplo, impresa a través de un medio inalterable (en particular, indeleble), como por ejemplo tinta permanente) y contiene un código visual con
35 capacidad de corregir errores, y al menos una capa que es variable, en función de determinadas condiciones físicas o químicas, y que se superpone sobre la capa permanente. De este modo, el dispositivo proporciona información aumentada proveniente

de la decodificación de la información comprendida en las dos capas, y que se encuentra codificada de forma cooperante.

5 En una realización preferente de la invención, la capa estática del dispositivo puede comprender cualquier tipo de codificación visual inscrita sobre un medio de forma permanente, tal como texto impreso o códigos QR, datamatrix o bidi, entre otros, de forma que el dispositivo es capaz de almacenar información (que puede ir cifrada o no) tanto en la capa estática como a través de la interpretación de los errores generados sobre la capa estática por la capa o las capas dinámicas.

10

Asimismo, en un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación del citado dispositivo, y en particular a un procedimiento de creación de las capas dinámicas que se superponen a las capas permanentes o invariantes.

15

Un tercer aspecto de la invención se refiere, adicionalmente, a un procedimiento de lectura o decodificación de la información contenida en el dispositivo de almacenamiento de información visual codificada correspondiente al primer aspecto de la invención. Dicho procedimiento de decodificación se puede aplicar como sistema de lectura/decodificación rápida de información que, además, resulta independiente de las condiciones lumínicas, posición de la lectura, etc. capaz de revelar la información que pueda aparecer dinámicamente en el dispositivo del primer aspecto de la invención.

20

25

En un cuarto aspecto, la invención se refiere a programas de ordenador que implementan bien el procedimiento de creación de capas dinámicas, bien el procedimiento de decodificación del segundo aspecto de la invención.

Un quinto aspecto se refiere al sistema que es capaz de llevar a cabo el procedimiento de decodificación del segundo aspecto de la invención.

30

Los aspectos anteriores de la invención se resumen, más concretamente, en el conjunto de reivindicaciones que acompañan al presente documento.

35

Los procedimientos de codificación y decodificación de la invención, así como el dispositivo y sistema que los llevan a cabo, suponen una mejora respecto a los sistemas y métodos del estado de la técnica, al utilizar los errores presentes en un código visual como información útil que puede también generarse y codificarse, para su posterior decodificación. En la práctica, la invención proporciona, por tanto, entre otras las siguientes mejoras:

- a) Permite ampliar la capacidad de almacenar información en un dispositivo equivalente en tamaño y aspecto a un código visual. Los procedimientos de decodificación de códigos visuales conocidos sólo permiten extraer la información estática o invariante (en condiciones de lectura muy rígidas y, a veces, poco fiables) sobre el color de los sensores. En el caso de la presente invención, resulta posible almacenar información adicional en las capas dinámicas que se superponen sobre la capa con información estática o invariante.
- b) La capacidad de determinar la presencia o no de un componente de tinta que responde a la presencia de un elemento químico o biológico se puede realizar mucho más rápido en el método de la presente invención, pudiendo evitar aplicar un análisis de imagen adicional, para localizar las áreas que contienen color o no.
- c) Codificando el color, en una realización preferente de la invención, el procedimiento de decodificación permite interpretar el error como medida de la variación en la lectura debido a las condiciones luminosas evitando tener que usar luces externas. Además, la invención que se propone permite garantizar la lectura real del color.
- d) Puede evitar la necesidad de añadir marcadores especiales en los sensores para orientar la lectura aprovechando la orientación que proporcionan algunos códigos visuales, como por ejemplo los códigos QR.

A lo largo de la presente descripción, se proporciona una serie de términos que, bajo el ámbito de la invención, se interpretarán de la forma siguiente:

Se entiende por “alfabeto” a un conjunto finito de símbolos $\mathcal{A} = \{a_1, \dots, a_q\}$ donde el número q se denomina “raíz de \mathcal{A} ”.

Una “palabra”, de longitud n , se entiende como una yuxtaposición de n símbolos: $a = a_{i1}a_{i2} \dots a_{in}, a_{ik} \in \mathcal{A}$. Se denomina \mathcal{A}^n al conjunto de todas las cadenas de longitud n (o “ n -cadenas”) y por \mathcal{A}^* al conjunto de todas las palabras que pueden formarse con los símbolos del alfabeto \mathcal{A} , es decir $\mathcal{A}^* = \bigcup_{n \in \mathbb{N}} \mathcal{A}^n$.

Dado un alfabeto \mathcal{A} con raíz q , se denomina un “código q -ario” sobre \mathcal{A} como un subconjunto, \mathcal{C} , de \mathcal{A}^* ($\mathcal{C} \subset \mathcal{A}^*$).

Los elementos de \mathcal{C} se llaman palabras-código (del inglés, “codewords” o “datawords”) o simplemente “palabras”. El “tamaño”, M , del código indica el número de elementos que contiene, $M = |\mathcal{C}|$.

Si todas las palabras del código tienen longitud fija n , \mathcal{C} se denominará “código de bloque” con parámetros (n, M) o que \mathcal{C} es un “ (n, M) -código”. Si \mathcal{C} no es de bloque, entonces es un código de longitud variable.

5

En la presente invención, el término “código” se refiere a un conjunto \mathcal{C} , compuesto por palabras de longitud n , de forma que a partir de q símbolos, es posible obtener q^n palabras diferentes. Es decir, dado un código \mathcal{C} , se denota M o $|\mathcal{C}|$ a la cantidad de palabras que contiene el código, y siempre $M \leq q^n$.

10

A la hora de establecer una comunicación entre un emisor y un receptor, la finalidad de cualquier código es permitir la emisión y recepción de mensajes. En el contexto de la invención, el término “mensaje” se refiere a un conjunto de palabras de un código.

15

Tras emitir una palabra, se dirá que la palabra recibida “contiene un error” cuando difiere en, al menos, un símbolo de la palabra emitida. Así, si dos palabras de código difieren en una distancia d , se necesitan d errores para convertir una en la otra. Una métrica válida para medir la distancia entre dos palabras es la denominada “distancia de Hamming”.

20

Por “corrección de errores” se entiende cualquier procedimiento capaz de convertir una secuencia de símbolos que no forman una palabra de código en la palabra de código más cercana. En ese sentido, se entenderá como “distancia” entre dos palabras a cualquier métrica que permita medir las diferencias entre dos palabras. Así, la palabra más cercana a una palabra c_0 , será aquella palabra cuya distancia a c_0 sea menor.

25

La “distancia mínima” de un código será la diferencia mínima entre dos palabras cualesquiera del mismo.

30

El ejemplo más conocido de códigos que permiten la corrección de errores son los obtenidos por el procedimiento de paridad simple, por el que se añade un bit adicional a cada grupo de bits (palabra), que será 0 o 1 en función si el número de 1 contenidos en la palabra es par o impar. En ese sentido, se dirá que un código “permite la corrección de errores” o que “tiene capacidad de detección de errores” cuando, al emitir una palabra (válida) y recibir otra diferente (no válida) es posible, con el sistema de detección y corrección, transformar

35

la palabra recibida en la palabra correcta del código. A modo de ejemplo, un código \mathcal{C} permite corregir k errores si cualesquiera dos palabras c_1 y c_2 que tienen una distancia de Hamming menor que k coinciden. Dicho de otro modo, en ese caso, un código

permite corregir k errores si y solo si la distancia de Hamming mínima, d_m , entre cualesquiera dos palabras en él es, al menos, $k+1$ ($d_m \geq 2k+1$). Un ejemplo de código que permite la corrección de errores está formado por los códigos Reed Solomon, empleados habitualmente en códigos QR.

5

Los conceptos “generación de errores” o “inyección de errores” se emplearán para referirse a cualquier procedimiento mediante el que se añaden, intencionadamente, secuencias de símbolos que no forman una palabra válida (o, equivalentemente, que no pertenecen al código) de un mensaje. Estas secuencias de símbolos no tienen que tener necesariamente longitud igual a n .

10

En particular, el concepto “generación dinámica de errores” se refiere a la técnica capaz de generar errores, en posiciones controladas o predefinidas, ante condiciones dinámicas.

15

Se entenderá por “condición de error” a la interpretación que se le da a un error generado o inyectado en una posición determinada, en particular, como resultado de la aparición de errores a consecuencia de los cambios producidos en una capa dinámica. Es decir, si en la capa dinámica se produce algún tipo de cambio (por ejemplo, al reaccionar un reactivo al entrar en contacto con un compuesto químico), entonces aparece información que detectaría el algoritmo de corrección de errores, dando pie a una condición de error que hace que el procedimiento de decodificación de la invención active la reinterpretación de ese error.

20

25

La representación gráfica de un mensaje se puede definir como un “código visual”. Si ese mensaje está codificado en un código con capacidad de corregir errores, se denominará “código visual con capacidad de corregir errores”. Ejemplos de códigos visuales con capacidad de corregir errores son los códigos de barras, bidi, datamatrix o QR. En el contexto de la presente invención, se entenderá por “código visual”, o en su caso “código visual con capacidad de corregir errores”, a un elemento o dispositivo que comprende la representación gráfica de un mensaje codificado, particularmente la representación gráfica impresa.

30

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

35

A continuación se presenta una descripción breve de cada una de las figuras usadas para completar la descripción de la invención que sigue. Dichas figuras se relacionan

expresamente con realizaciones preferentes de la invención, que se presentan como ejemplos no limitativos de la misma.

5 La Figura 1 muestra un diagrama de bloques representando las etapas principales del método de codificación de la invención, según una realización preferente de la misma.

La Figura 2 muestra un diagrama de bloques representando las etapas principales del método de decodificación de la invención, según una realización preferente de la misma.

10 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

En un primer aspecto, la presente invención se refiere a un dispositivo para el almacenamiento de información visual codificada con capacidad de detección de errores, que comprende al menos dos capas físicas superpuestas:

- 15
- una primera capa estática, inalterable, que comprende la representación gráfica de un mensaje codificado en un código con capacidad de corrección de errores;
 - una o más capas dinámicas, cuya representación gráfica puede variar, generando errores sobre el mensaje de la primera capa.

20 En este contexto, las capas dinámicas representan un "código extendido", entendiendo como tal a una extensión de la información codificada en la capa estática, donde dicho código extendido puede ser leído por medios de lectura correspondientes (preferentemente, medios de reconocimiento óptico computerizado de la información presente en dichas capas). Así, si el error inducido por un cambio en la capa dinámica hace que la palabra del

25 código (por ejemplo, 01001001110) pase a ser una palabra que no está en el código (por ejemplo, 01001001111), al detectarse el error, la palabra se reinterpreta con dos significados: por un lado, se interpretará 01001001110 (corrección de 01001001111 en el código). Y, por otro lado, si 01001001111 pertenece al código extendido, se interpretará como la palabra del código extendido, o, en caso contrario como la palabra del código

30 extendido que corrige (la más cercana) a 01001001111. Esta extensión se hace efectiva durante el procedimiento de decodificación, que reconoce esta información adicional a la que le da interpretación, ampliando por tanto la información que estaba codificada en la capa estática. Así, en una realización preferente de la invención, el dispositivo comprende siempre una capa estática y, al menos, una capa dinámica.

35

En una realización preferente de la invención, al menos una de las capas de información dinámica del dispositivo comprende uno o más componentes químicos y/o bioquímicos, que

pueden modificar sus propiedades ópticas u opacidad en función de las condiciones ambientales a las que se vean sometidos y/o a la adición de reactivos externos. De ese modo, la información proporcionada por la capa dinámica podrá leerse e interpretarse por parte de los medios de reconocimiento óptico.

5

En una realización más preferente de la invención, al menos una de las capas de información dinámica está formada por enzimas, anticuerpos o por sustratos colorimétricos, entendiendo como tales componentes químicos y/o bioquímicos seleccionados para el desarrollo de sensores colorimétricos en papel, disolución o cualquier soporte polimérico que permita la visualización o lectura del cambio colorimétrico. Como ejemplo de dicho soporte, se puede considerar cualquier analito empleado en tiras reactivas tipo "screening" o los analitos empleados en tiras inmunocromatográficas, en particular, péptidos o polímeros.

10

En otra realización preferente de la invención, la información contenida en las capas que componen el dispositivo puede ir cifrada, para asegurar que sólo pueda extraerse si se dispone de un código de descifrado correspondiente.

15

En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación del dispositivo de la invención y de sus capas dinámicas, configuradas para generar errores sobre el código visual contenido en la capa estática, ampliando así la información que proporciona el dispositivo. En el citado procedimiento, a partir de un código visual que comprende metainformación estática (es decir, de la capa estática), el procedimiento de creación de capas dinámicas de la invención comprende la generación una representación gráfica a partir de lo que se denominará codificación de la "información errónea", en la que se genera un código extendido mediante el cual se asocia la información de error con un significado determinado, que permite interpretar las palabras con errores (definidos en la condición de error) y las distintas posiciones del código visual en las que debe ubicarse el material que se altera dinámicamente.

20

25

Preferentemente, el procedimiento de codificación de la invención comprende las siguientes etapas (Figura 1), que se puede realizar tantas veces como capas dinámicas contenga el dispositivo:

30

- Selección de una o más posiciones del código visual de la capa estática en las que se puede almacenar información de forma que introduzcan errores corregibles por el código.
- Definición de una o más condiciones de error, que determinarán la interpretación que se hace del error en función de la posición en la que éste se detecte.

35

- Generación del código extendido, con la codificación de la metainformación generada en la etapa anterior.

A continuación se describe cada una de las etapas del método en mayor detalle:

5

- Generación de un código visual que comprende metainformación estática (capa estática):

En esta etapa, opcional, ya que el procedimiento puede partir de códigos visuales previamente creados, se produce la conversión de la información en palabras válidas para el código. Las palabras que se generan en esta etapa tendrán que ser válidas para el código y dependerán de la representación visual de la codificación que se emplee: códigos QR, códigos Bidi, códigos de barras, etc. Desde un punto de vista práctico, en esta etapa se codifica, típicamente, información relativa al ámbito específico al que se aplique la invención en una realización dada (por ejemplo, lote de producto, fecha, URLs de acceso a servidores, etc.), y que puede ir opcionalmente cifrada.

15

- Selección de posiciones del código visual de la capa estática en las que se puede almacenar información:

Como se ha descrito previamente, por "posición" en un código visual se entiende un punto, o región identificada por unas coordenadas (x,y), localizadas en el área en la que se representa el código visual, ya sea un área de datos o un área de protección ante errores. Los códigos visuales con capacidad de corrección de errores suelen tener posiciones fijas dedicadas a la sincronización, orientación, etc., por lo que, en diferentes realizaciones de la invención, estas posiciones pueden ser opcionalmente descartadas.

25

Del resto de posiciones se seleccionan aquéllas que, al ser modificadas, introduzcan errores corregibles por el código. Estas posiciones se almacenan y serán las que posteriormente contendrán los medios que se ven alterados por las condiciones físicas o químicas.

30

- Definición de las condiciones de error:

En esta etapa se introduce metainformación que define las condiciones de error y el significado que tendrán estas condiciones. Una vez creada la información elemental que se desea almacenar en el código visual, se debe decidir cómo se han de interpretar dichas condiciones con cada error, dependiendo de la posición en qué éste suceda. Es decir, en esta etapa se define el tipo de modificaciones, asociadas a cada posición de código, que

35

pueden sufrir las palabras codificadas en la capa dinámica. Posteriormente, se define qué interpretación tendrá cada una de las modificaciones posibles.

5 En un ejemplo de realización de la invención, en el que se desea interpretar el error cometido al leer el color del sensor implementado en un código QR, se podría proceder de la forma siguiente:

- 10 i) En la capa estática se define la información (palabras-código) que contendrá el código visual, así como sus colores correspondientes. Esta información puede ser relativa a la empresa, lote, y otras características logísticas.
- 15 ii) La información definida en el paso anterior se codifica mediante un protocolo de codificación dado (por ejemplo, un protocolo convencional para códigos QR de tipo Reed Solomon), cuyas palabras-código irán emplazadas, al menos parcialmente, en las zonas de protección ante errores de los QR.
- 20 iii) Asimismo, en el QR se imprimirán algunas palabras-código con tinta no sensora y otras con tinta sensora. Así, las palabras-código impresas con tinta sensora podrán experimentar una variación de color respecto a las palabras-código marcadas con tinta no sensora.
- 25 iv) Cuando se somete el QR a reconocimiento óptico, las palabras-código se decodificarán mediante protocolo Reed Solomon, especificándose la distancia que hay entre el color leído y el color con el que se imprimió originalmente. Ello otorga la distancia de referencia a aplicar en el momento de lectura (condiciones de luz, cámara, etc., pudiéndose aplicar, opcionalmente, factores de corrección) y se analiza el porcentaje de variación respecto del color original.

25 - Generación del código extendido con la codificación de la metainformación generada en la etapa anterior:

30 En esta etapa se debe asociar la información de los errores generados en la etapa anterior (metainformación) con la capa de información contenida en la capa estática, especificándose cómo debe interpretarse el conjunto de errores detectados. De este modo se construye el código extendido que da validez a cierta información marcada como errónea durante la decodificación en el receptor del mensaje.

35 En una realización particular de la invención, el procedimiento se completa con una etapa de generación física, en particular impresión o deposición, de la capa dinámica, que depositará los medios alterables en aquellas posiciones seleccionadas previamente. Esta generación física se realizará, preferentemente, mediante impresión de cada una de las

capas superpuestas que conforman el dispositivo, empleando componentes químicos o bioquímicos. Así, para el ejemplo basado en análisis de errores de color antes descrito, la condición de error se crea añadiendo una capa dinámica sobre la capa de estática de forma que, con tinta sensora, se imprimen áreas cuya coloración cambia con el tiempo (por ejemplo, ante la presencia de una bacteria, gas, agente químico, etc.), de forma que aparezca nueva información sobre la información codificada en el código visual de la capa estática que, por tanto, adquiera un nuevo significado al interpretarse como una condición de error.

10 En un tercer aspecto la presente invención se refiere, asimismo, a un procedimiento de decodificación de información contenida en el dispositivo de la invención, que comprende la identificación de palabras marcadas con error y su corrección, empleando primero una palabra del código y posteriormente una palabra del código extendido. Más concretamente, dicho procedimiento comprende las siguientes etapas:

- 15 - Selección de una palabra marcada como error.
- Análisis del error:
 - o Devuelve la palabra del código con la que presenta una menor distancia con la palabra seleccionada en la primera etapa.
- Interpretación del error:
 - 20 o Devuelve la palabra del código extendido que presenta una menor distancia con la palabra seleccionada en la primera etapa.

El procedimiento de decodificación se basa fundamentalmente en el análisis del mensaje cuando éste se lee, así como en la extracción de las palabras que lo codifican (ver Figura 25 2). Si las palabras no están marcadas con errores, entonces la palabra se considera válida y, por tanto, su interpretación o significado será único. Si, por otra parte, la palabra va marcada con error, entonces es posible corregirla (en caso de que el código permita la corrección de errores) y reemplazarla por una palabra del código que sea válida y de la que se separe menos (dicho análisis puede estar basado, por ejemplo, en la distancia de Hamming). Adicionalmente, y de acuerdo con el método propuesto por la invención, durante la fase de codificación se crea una capa de metainformación asociada a una capa dinámica que generará errores en la información codificada, y que permite interpretar dichos errores y validar cada palabra. Durante el proceso de decodificación, en lugar de ignorar los errores y corregir la(s) palabra(s) errónea(s), se considerarán válidas dentro del subcódigo.

35 En una realización particular, el algoritmo empleado para la corrección de errores es un algoritmo de tipo Reed-Solomon. Asimismo, en otra realización particular, en la que la

información contenida en el dispositivo de la invención está encriptada, el procedimiento de decodificación comprende también la descryptación de esa información.

5 Un cuarto objeto de la invención se refiere a un programa de ordenador que comprende instrucciones para llevar a cabo el procedimiento de creación de capas dinámicas de la invención y/o el procedimiento de decodificación de la invención. De este modo, dicho objeto puede estar realizado 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. En particular, los programas de ordenador también abarcan aplicaciones en la nube que implementen el procedimiento de creación de capas dinámicas de la invención y/o el procedimiento de decodificación de la invención. Dichos programas pueden estar dispuestos sobre o dentro de un soporte apto para su lectura, denominado como "medio portador" o, simplemente, "portador". El medio portador puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de portar el programa. Cuando el programa va incorporado en una señal que puede ser transportada directamente por un cable u otro dispositivo o medio, el medio portador puede estar constituido por dicho cable u otro dispositivo o medio. Como variante, el medio portador podría ser un circuito integrado en el que va incluido el programa, estando el circuito integrado adaptado para ejecutar, o para ser utilizado en la ejecución de, los procesos correspondientes.

A modo de ejemplo, los programas pueden estar incorporados en un medio de almacenamiento, como una memoria ROM, una memoria CD ROM o una memoria ROM de semiconductor, una memoria USB, o un soporte de grabación magnética, por ejemplo, un disco flexible o un disco duro. Alternativamente, los programas podrían estar soportados en una señal portadora transmisible. Por ejemplo, podría tratarse de una señal eléctrica u óptica que podría transportarse a través de cable eléctrico u óptico, por radio o por cualesquiera otros medios.

30 Un quinto aspecto de la presente invención se refiere a un sistema de lectura de información visual codificada con capacidad de detección de errores, que permite decodificar la información contenida en los dispositivos de la invención, en particular los dispositivos creados al superponer, sobre un código visual con capacidad de corrección de errores, una o más capas dinámicas creadas con el procedimiento de creación de capas dinámicas de la invención, y que comprende los medios necesarios para llevar a cabo el procedimiento de decodificación de la invención.

Más concretamente, el sistema de la invención comprende, preferentemente:

- Medios para capturar o adquirir imágenes.
- Medios de procesamiento de información aptos para ejecutar instrucciones configuradas para llevar a cabo el procedimiento de decodificación de la invención.
- Opcionalmente, al menos un servidor externo y medios de comunicación configurados para conectar el sistema a dicho servidor externo, y permitir el intercambio de información entre ambos.

5

10 Ejemplos de medios para capturar imágenes pueden variar entre una cámara digital, sensores CCD o lectores de códigos mediante infrarrojos. En una realización preferente, el sistema de lectura de códigos de la invención comprende un sensor CCD.

15

Como ejemplo de medio de procesado de información, puede emplearse cualquier procesador con capacidad para ejecutar las instrucciones de programa que implementa el método de decodificación de la invención.

20

El sistema puede realizar el procesamiento de decodificación sin tener que intercambiar información con ningún otro elemento computacional externo (como, por ejemplo, servidores de datos). No obstante, en otras realizaciones particulares de la invención, el sistema puede comprender también uno o más servidores y medios de comunicación entre los mismos. Ejemplos de dichos medios de comunicación son dispositivos de comunicación a través de WIFI o Bluetooth, o conexiones USB, entre otros. En otra realización particular, el sistema comprende una antena de comunicaciones que permita acceder a otros entornos (redes) de computación, a través de protocolos comerciales o de investigación de intercambio de datos en redes de comunicaciones, Internet entre ellas.

25

30

Finalmente, en otra realización opcional, el sistema comprende además medios de salida de datos donde se pueda mostrar información, tales como por ejemplo una es una pantalla.

35

Otro objeto de la invención se refiere a medios de almacenamiento legibles por un ordenador, que comprenden instrucciones de programa capaces de hacer que un ordenador lleve a cabo el procedimiento de creación de capas dinámicas de la invención y/o el procedimiento de decodificación de la invención.

Finalmente, un último objeto de la invención se refiere a señales transmisibles que comprenden instrucciones de programa capaces de hacer que un ordenador lleve a cabo el

procedimiento de creación de capas dinámicas de la invención y/o el procedimiento de decodificación de la invención.

5 Según los objetos de la invención antes descritos, se procede a continuación a describir algunos ejemplos de aplicación de los mismos:

- Procedimiento de control de color:

10 Otra aplicación directa de la invención es poder contar con un medio de control para dispositivos que usen cámaras para leer información asociada al color. Dicha aplicación permite corregir las desviaciones, en la lectura del color, que se producen por las condiciones lumínicas, como consecuencia del sustrato de las tintas usadas, del papel, del proceso de fabricación de la cámara, por los algoritmos de compresión de la imagen captada a través de la cámara, etc. En este contexto, la invención hace posible, gracias a la
15 interpretación de la información de error en la lectura, corregir dicha información de color en forma de metainformación.

- Procedimiento de obtención de datos útiles para diagnóstico:

20 Otra aplicación de la invención es su empleo para obtener información útil para el diagnóstico médico y, de forma más concreta, su empleo en el desarrollo de kits de diagnóstico de enfermedades o marcadores de enfermedades que permitan obtener información in situ y en tiempo real. En el mercado existen números sistemas, por ejemplo tiras reactivas inmunocromatográficas, dispositivos de tipo "lab-on-chip", etc., que pueden
25 beneficiarse de un dispositivo según la invención.

- Envases inteligentes:

30 En otra realización particular, la invención puede utilizarse en un envase que lleva incorporado al menos un dispositivo de codificación, caracterizado por que al menos una de las capas dinámicas del código está compuesta por un compuesto químico o bioquímico que puede alterar sus propiedades ópticas u opacidad, en función de las condiciones físicas o químicas que se produzcan dentro y/o fuera del envase. A modo de ejemplo, un envase según la invención puede consistir en un film transparente, para envasado al vacío o en
35 atmosfera controlada, que lleva impreso un código de la invención en su parte interior, y en la que dicho código visual contiene una primera capa de información estática con datos relativos al producto envasado (fecha de envasado, tipo de producto, etc.), y una segunda

capa dinámica compuesta por un compuesto químico que reacciona en presencia de oxígeno, y que alcanza la opacidad cuando el nivel de oxígeno en el interior de la bolsa supera un determinado umbral.

5 - Test de embarazo:

En otra realización particular, mediante los dispositivos de la invención se puede mejorar la aplicación del test de embarazo basado en la presencia de la hormona llamada gonadotropina coriónica humana (hCG, por sus siglas en inglés). El test determina la presencia o ausencia de esta hormona en la orina, con la conclusión de si la mujer está embarazada o no.

En este caso, se emplea un código QR impreso sobre una tira reactiva, en el con algunos bits modificados bioquímicamente con los anticuerpos monoclonales y policlonales contra la hCG, junto con el indicador colorimétrico y producirse mediante un ensayo tipo “sándwich”, un ensayo de inhibición de la aglutinación o un inmunoensayo de flujo lateral. Si se produce la reacción inmunológica, el test será positivo y existirá un código de colores para informar a la persona sobre el resultado.

20

REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo para el almacenamiento de información codificada con capacidad de corrección de errores, que comprende:

5 - una primera capa física, que comprende una impresión gráfica inalterable de un mensaje codificado mediante un código con capacidad de corrección de errores;

 - al menos una segunda capa física, que comprende una impresión gráfica alterable en función de las propiedades físico/químicas de dicha segunda capa física, donde dicha alteración genera uno o más errores situados en posiciones determinadas de la información del mensaje codificado en la primera capa física;

10 **caracterizado por que** el mensaje de la primera capa física y los errores generados en ella por alteración de la impresión gráfica de la segunda capa física están codificados según un código extendido, donde dicho código extendido comprende una o más reglas de definición y corrección de errores en dicho mensaje, a partir de la información óptica asociada a la superposición formada por la impresión gráfica inalterable de la primera capa física y por la impresión gráfica alterable de la segunda capa física, de forma que la información asociada a los errores proporciona información ampliada respecto al código del mensaje de la primera capa física.

20 2.- Dispositivo según la reivindicación anterior, donde la segunda capa física está impresa con uno o más componentes químicos y/o bioquímicos cuya concentración o cuyas propiedades ópticas son dependientes de una o más condiciones físico/químicas.

25 3.- Dispositivo según la reivindicación anterior, donde la propiedad óptica variable comprende el color de impresión de la segunda capa física.

30 4.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 2-3, donde los componentes químicos y/o bioquímicos de la segunda capa física comprenden uno o más primeros reactivos, cuya concentración o propiedades ópticas son variables al reaccionar con, al menos, unos segundos reactivos.

35 5.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 2-4, donde los componentes químicos y/o bioquímicos de la segunda capa física comprenden uno o más compuestos cuya concentración o propiedades ópticas son variables ante la presencia de una bacteria, gas o agente biológico o bioquímico.

6.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el mensaje impreso en la primera capa física comprende una codificación de tipo QR, código de barras, bidi y/o datamatrix.

5 7.- Procedimiento de fabricación de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende las siguientes etapas:

 - se dispone una primera capa física sobre la que imprime información gráfica inalterable, donde dicha información comprende un mensaje codificado mediante un código, y donde dicho código comprende una o más reglas de definición y corrección de errores en
10 dicho mensaje, en su lectura por parte de un medio de reconocimiento óptico del mismo; donde uno o más de dichos errores forma un código extendido con el código del mensaje;

 - se dispone al menos una segunda capa física sobre la primera capa física, donde dicha segunda capa física comprende una impresión gráfica alterable, sobreimpresa a la impresión gráfica inalterable de la primera capa física, y donde dicha segunda capa física
15 está configurada para generar, con la alteración de su impresión gráfica, uno o más errores situados en posiciones determinadas del mensaje de la primera capa física, según el código extendido de codificación de la misma.

 8.- Sistema para decodificar información codificada, con capacidad de corrección de
20 errores, que comprende:

 - un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-6;
 - medios de reconocimiento óptico de la superposición formada por la impresión gráfica inalterable de la primera capa física y por la impresión gráfica alterable de la segunda
capa física;

25 - medios de procesamiento de la información adquirida por los medios de reconocimiento óptico, configurados mediante hardware y/o software para decodificar el mensaje de la primera capa física y uno o más errores generados en ella por alteración de la impresión gráfica de la segunda capa física del dispositivo,

 estando el sistema **caracterizado por que**:

30 el mensaje de la primera capa física y los errores generados en ella por alteración de la impresión gráfica de la segunda capa física del dispositivo están codificados según un código extendido, donde dicho código extendido comprende una o más reglas de definición y corrección de errores en dicho mensaje a partir de la información de lectura de los medios de reconocimiento óptico, de forma que dichos errores proporcionan información ampliada
35 respecto al código del mensaje de la primera capa física.

9.- Sistema según reivindicación anterior, donde los medios de procesamiento de información comprenden uno o más servidores configurados con medios de decodificación del mensaje de la primera capa física y de los errores de la segunda capa física, según el código extendido de codificación de los mismos.

5

10.- Procedimiento para procesar información contenida en un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, llevado a cabo por un sistema según cualquiera de las reivindicaciones 8-9, **caracterizado por que** comprende, al menos, las siguientes etapas:

10 - adquirir información, con los medios de reconocimiento óptico del sistema, de la superposición formada por la impresión gráfica inalterable de la primera capa física y por la impresión gráfica alterable de la segunda capa física;

15 - analizar, con los medios de procesamiento del sistema, la información obtenida en el paso anterior, identificando una o más palabras-código asociadas a un error generado en el mensaje de la primera capa física por alteración de la impresión gráfica de la segunda capa física del dispositivo, y corregir dicha información empleando primero una palabra del código y, posteriormente, una palabra del código extendido.

20 11.- Procedimiento según reivindicación anterior, donde la identificación de las palabras código asociadas a un error comprende la aplicación de una métrica que comprende el cálculo de la distancia de Hamming.

25 12.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10-11, donde la corrección de los errores comprende el uso de un algoritmo Reed-Solomon.

30 13.- Medio de almacenamiento legible por un ordenador, donde dicho medio de almacenamiento está comprendido en un medio de procesamiento de un sistema según cualquiera de las reivindicaciones 8-9, y que comprende instrucciones de programa capaces de hacer que un ordenador lleve a cabo el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10-12.

35 14.- Señal transmisible que comprende instrucciones de programa configuradas para hacer que un sistema según cualquiera de las reivindicaciones 8-9 lleve a cabo el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10-12.

15.- Uso de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-6 o de un sistema según cualquiera de las reivindicaciones 8-9 en un envase alimentario, en un kit de detección de enfermedades o en un dispositivo de predicción de embarazo.

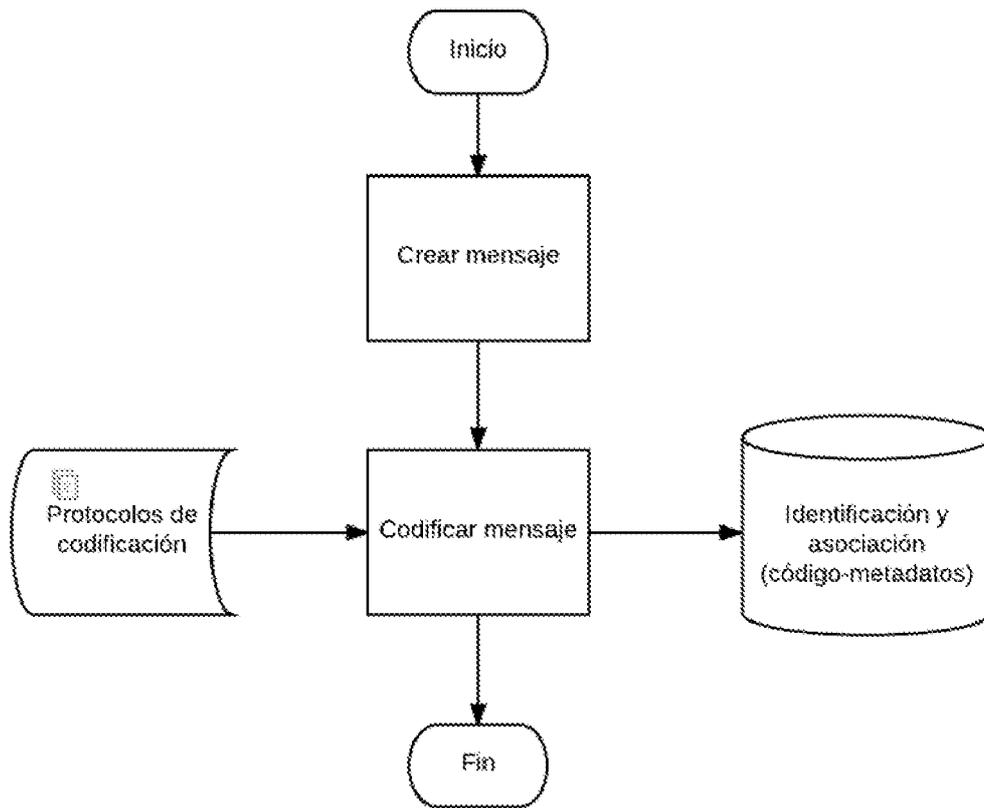


FIGURA 1

