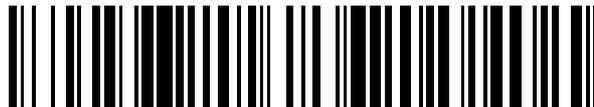


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 722**

51 Int. Cl.:

G06K 9/18 (2006.01)

G06K 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.03.2013 PCT/US2013/028574**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.09.2013 WO13130946**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.03.2013 E 13754659 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.01.2018 EP 2820592**

54 Título: **Información de identificación única de rasgos marcados**

30 Prioridad:

01.03.2012 US 201261605369 P

26.07.2012 US 201261676113 P

24.10.2012 US 201261717711 P

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

23.04.2018

73 Titular/es:

SYS-TECH SOLUTIONS, INC. (100.0%)

One Research Way

Princeton, NJ 08540, US

72 Inventor/es:

SOBORSKI, MICHAEL L.

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 664 722 T3

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

DESCRIPCIÓN

Información de identificación única de rasgos marcados

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

5 Esta solicitud está relacionada con las Solicitudes de Patentes Provisionales de EE.UU. N° 61/605.369, presentada el 1 de marzo de 2012, y N° 61/676.113, presentada el 26 de julio de 2012 para un "Método para la extracción de información de identificación única de rasgos marcados", y N° 61/717.711, presentada el 24 de octubre de 2012, para "Información de identificación única de rasgos marcados", todas de Soborski.

Declaración con respecto a investigación o desarrollo patrocinado federalmente

No aplicable

10 **Referencia a apéndice de disco compacto de listado de secuencias, una tabla, o un listado de programas de ordenador**

No aplicable

Antecedentes de la invención

Los aspectos de la presente descripción están en el campo técnico de la Visión Artificial.

15 Los aspectos de la presente descripción también están en el campo técnico de la Antifalsificación y la Serialización de Artículos con propósitos de seguridad de la cadena de suministro de Rastreo y Trazado.

20 La técnica anterior en este campo existe con el propósito de identificar artículos de manera única. Algunos métodos se basan en marcas abiertas o encubiertas, aplicadas deliberadamente a un artículo, normalmente por medio de impresión. Otros métodos se basan en variaciones naturales en un sustrato del material (orientación de fibras en papel, por ejemplo) a ser usado como identificador único. Existen deficiencias significativas en la técnica anterior. Éstas incluyen la necesidad de añadir deliberadamente marcas abiertas o encubiertas al artículo además de cualquier marca ya presente en el artículo con otros propósitos. En el caso del método de variación de sustrato, es necesario un sistema especializado que perciba las variaciones; también, para los sustratos que no presentan un rasgo único fácilmente identificable (algunas películas de plástico, por ejemplo) no se puede emplear este método. 25 Estas deficiencias reducen seriamente la utilidad de estos métodos en los campos técnicos considerados aquí.

Un ejemplo de la técnica anterior se describe en el documento US2008/149725.

Compendio de la invención

30 La presente descripción enseña la utilización de variaciones naturales en los rasgos marcados en un artículo como forma de establecer información o datos específicos de ese artículo, que se pueden conocer como "firma" o "identificador de artículo original", almacenando por separado la información del artículo y, posteriormente, accediendo a la información almacenada para validar la identidad de un artículo que se alega que es el artículo original. No se requiere la aplicación deliberada de marcas de identificación encubiertas o abiertas en el artículo, aunque se pueden usar en algunas realizaciones. En su lugar, las variaciones naturales inherentes a muchos procesos de fabricación, marcado o impresión se pueden explotar para extraer rasgos de identificación de un artículo o una marca, tales como uno de los muchos tipos de marcas aplicadas a los artículos. Además, este planteamiento se integra fácilmente en sistemas de lectores existentes para marcas aplicadas, tales como lectores de código de barras o sistemas de visión artificial; no se necesitan sistemas especializados para percibir variaciones en un sustrato material suficiente para identificar un artículo.

40 Las realizaciones de la presente invención proporcionan métodos, aparatos y programas de ordenador (que se pueden almacenar en un medio de almacenamiento tangible no transitorio) para verificar una identidad de un artículo, que comprenden: examinar un artículo original para artefactos originales específicos al artículo original; extraer información asociada con los artefactos originales; clasificar la información según una característica del artefacto respectivo; y almacenar la información clasificada en un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador no transitorio separado del artículo original.

45 Los artefactos pueden ser rasgos del artículo que se produjeron cuando se produjo el artículo. Al menos algunos de los artefactos pueden no ser producibles de manera controlable al producir el artículo. La característica por la cual se clasifican los artefactos originales puede ser una magnitud, por ejemplo, el tamaño de un artefacto. La información de los artefactos originales clasificados se puede codificar en datos legibles por ordenador correspondientes al artículo original para formar una firma.

50 Las realizaciones de la presente invención proporcionan métodos, aparatos y programas de ordenador (que se pueden almacenar en un medio de almacenamiento tangible no transitorio) para verificar una identidad de un artículo, que comprenden: examinar una marca que comprende un identificador y un artefacto, en el que el

identificador está asociado con un artículo original y el artefacto no altera la asociación; extraer información asociada con el artefacto; y almacenar la información en un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador no transitorio, separado del artículo original para que sea al menos parcialmente localizable usando el identificador.

5 La información respectiva de una pluralidad de dichas marcas se puede almacenar en un dispositivo de almacenamiento, por ejemplo, en forma de una base de datos, y usando el identificador de una de dichas marcas, puede ser recuperable la información respectiva de un número de marcas más pequeño que dicha pluralidad de marcas y que comprende dicha marca. En un ejemplo, el identificador puede identificar un grupo o categoría de artículos. El identificador entonces se puede usar para recuperar de la base de datos solamente la información almacenada relacionada con los artículos en ese grupo o categoría, reduciendo la extensión de una búsqueda posterior para identificar la información sobre un único artículo. En otro ejemplo, el menor número de marcas puede ser solamente una marca. Por ejemplo, el identificador puede ser un Identificador Único (UID) que identifica explícitamente solamente un único artículo, y la información se puede almacenar para que sea recuperable usando el UID.

15 Las realizaciones de la presente invención proporcionan métodos, aparatos y programas de ordenador (que se pueden almacenar en un medio de almacenamiento tangible no transitorio) para verificar una identidad de un artículo, que comprenden: examinar un artículo original para artefactos originales específicos del artículo original; almacenar información asociada con los artefactos originales e información asociada con al menos uno del aparato implicado en la creación de los artefactos originales y el aparato implicado en el examen del artículo original en un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador no transitorio separado del artículo original.

20 La información almacenada puede incluir información indicativa de un tipo del aparato implicado en la creación de los artefactos originales. La información almacenada puede incluir información indicativa de una resolución del aparato implicado en el examen del artículo original.

25 Las realizaciones de la presente invención proporcionan métodos, aparatos y programas de ordenador (que se pueden almacenar en un medio de almacenamiento tangible no transitorio) para verificar la identidad de un artículo, que comprenden: examinar un artículo no verificado para artefactos no verificados específicos del artículo no verificado; extraer información que representa los artefactos no verificados; recuperar de un dispositivo de almacenamiento datos almacenados que contienen información que representa artefactos originales de un artículo original; recuperar la información de los artefactos originales de los datos almacenados; comparar la información de los artefactos no verificados y originales para determinar si la información de los artefactos no verificados coincide con la información de los artefactos originales; y en el caso de que la información de los artefactos no verificados coincida con la información de los artefactos originales, verificar el artículo no verificado como un artículo original verificado; en el que la comparación incluye la corrección de las propiedades de al menos uno del aparato implicado en la creación de los artefactos originales, el aparato implicado en el examen del artículo original para la información que representa los artefactos originales, y el aparato implicado en el examen del artículo no verificado para la información que representa los artefactos no verificados.

35 Los datos almacenados pueden incluir información relacionada con al menos uno del aparato implicado en la creación de los artefactos originales y el aparato implicado en el examen del artículo original.

40 La corrección puede comprender comparar resoluciones u otras propiedades del aparato implicado en el examen del artículo original y el aparato implicado en el examen del artículo no verificado, y descontar los artefactos detectados por uno de esos aparatos que no serían detectados de manera fiable por los otros de esos aparatos. Cuando los dos aparatos tienen resoluciones diferentes, se pueden descontar los artefactos que son más grandes que el límite de resolución de un aparato, y son detectados por ese aparato, pero son más pequeños que el límite de resolución del otro aparato. La ponderación se puede basar en una potencia de resolución característica y fidelidad de formación de imágenes del dispositivo de verificación frente a las características correspondientes del dispositivo de formación de imágenes original.

45 Cuando los artefactos son de distintas categorías, determinar si la información de los artefactos no verificados coincide con la información de los artefactos originales puede comprender comparar los artefactos detectados en cada categoría y combinar los resultados de las comparaciones, y la corrección entonces puede comprender ponderar la combinación según una tendencia conocida del aparato que creó los artefactos originales para producir artefactos en diferentes categorías con diferentes frecuencias o con diferentes magnitudes.

55 Las realizaciones de la presente invención proporcionan métodos, aparatos y programas de ordenador (que se pueden almacenar en un medio de almacenamiento tangible no transitorio) para verificar la identidad de un artículo, que comprenden: examinar un artículo original que tiene en él un símbolo original que comprende una agrupación de celdas impresas coloreadas de manera diferente para los artefactos originales específicos del símbolo original, en el que: los artefactos son rasgos de al menos algunas de las celdas que se produjeron cuando se produjo el símbolo original; y al menos algunos de los artefactos no fueron producibles de manera controlable al producir el símbolo original; y los artefactos comprenden al menos una categoría de artefactos seleccionada del grupo que consiste en desviación en el color promedio de una celda de un promedio derivado desde dentro de la marca, que puede ser un promedio para las celdas vecinas del mismo color nominal, sesgo en la posición de una celda relativo a una

cuadrícula de mejor ajuste de celdas vecinas, áreas de uno diferente de al menos dos colores de un color nominal de las celdas, y desviación desde una forma nominal de un borde continuo largo; extraer información que representa los artefactos originales para cada celda; codificar la información de los artefactos originales en datos legibles por ordenador correspondientes al artículo original; y almacenar los datos en un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador no transitorio separado del artículo original.

En general, diferentes “colores” pueden diferir en luminosidad, matiz, o ambos, y se pueden distinguir por diferencias en luminosidad, matiz o ambos. Por ejemplo, cuando el símbolo se imprime en una tinta u otro medio de un único primer color sobre un sustrato de un único segundo color, se puede usar cualquier medida que distinga el primer color del segundo color. En el caso más común, comúnmente llamado “blanco y negro” o “monocromo”, el medio de impresión es negrozco, el papel es blanquecino, y se usa una diferencia en el albedo para distinguirlos. No obstante, en otras circunstancias, por ejemplo, al imprimir con más de un color de tinta, puede ser deseable o incluso necesario medir diferencias de matiz en lugar de, o además de, diferencias en el brillo.

Las realizaciones de la presente invención proporcionan métodos, aparatos y programas de ordenador (que se pueden almacenar en un medio de almacenamiento tangible no transitorio) para verificar la identidad de un artículo, que comprenden: examinar un artículo original para artefactos originales específicos del artículo original; extraer información asociada con los artefactos originales; clasificar la información de los artefactos originales según una característica del artefacto; calcular una serie de autocorrelación de la información de los artefactos originales clasificados; y almacenar datos relacionados con la serie de autocorrelación en un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador no transitorio separado del artículo original.

Las realizaciones de la presente invención proporcionan métodos, aparatos y programas de ordenador (que se pueden almacenar en un medio de almacenamiento tangible no transitorio) para verificar la identidad de un artículo: examinando un artículo original para artefactos originales específicos del artículo original, en el que los artefactos son rasgos del artículo que se produjeron cuando se produjo el artículo, y al menos algunos de los artefactos no fueron producibles de manera controlable al producir el artículo; extrayendo información que representa los artefactos originales; codificando la información de los artefactos originales en datos legibles por ordenador correspondientes al artículo original; y almacenando los datos en un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador no transitorio separado del artículo original.

Las realizaciones de la presente invención proporcionan métodos, aparatos y programas de ordenador (que se pueden almacenar en un medio de almacenamiento tangible no transitorio) para verificar la identidad de un artículo, que comprenden: definir una pluralidad de módulos en un artículo original y un orden de los módulos; examinar los módulos en el artículo original para una pluralidad de categorías de artefactos originales específicos del artículo original, en el que los artefactos son rasgos del artículo que se produjeron cuando se produjo el artículo, y al menos algunos de los artefactos no fueron producibles de manera controlable al producir el artículo; extraer información que representa los artefactos originales; codificar para cada módulo en orden de qué categorías de artefactos están presentes y qué categorías de artefactos están ausentes para formar datos legibles por ordenador; y almacenar los datos en un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador no transitorio separado del artículo original.

Las realizaciones de la presente invención proporcionan métodos, aparatos y programas de ordenador (que se pueden almacenar en un medio de almacenamiento tangible no transitorio) para verificar la identidad de un artículo, que comprenden: examinar un artículo no verificado para uno o más artefactos no verificados específicos del artículo no verificado; extraer información que representa los artefactos no verificados; recuperar datos almacenados relativos a uno o más artefactos de un artículo original desde un dispositivo de almacenamiento; recuperar la información de los artefactos originales de los datos almacenados recuperados; comparar la información de los artefactos no verificados y originales para determinar si la información de los artefactos no verificados coincide con la información de los artefactos originales; y en el caso de que la información de los artefactos no verificados coincida con la información de los artefactos originales, verificar el artículo no verificado como artículo original verificado. El procesamiento del artículo no verificado, o el procesamiento del artículo original, está de acuerdo con cualquiera de los aspectos y realizaciones de la presente invención. Se puede preferir procesar tanto el artículo no verificado como el original mediante procesos bastante similares, para reducir el nivel de error y la incertidumbre introducidos por las diferencias entre los procesos usados.

Las realizaciones de la presente invención proporcionan métodos, aparatos y programas de ordenador (que se pueden almacenar en un medio de almacenamiento tangible no transitorio) para verificar la identidad de un artículo, que comprenden: examinar un artículo no verificado para artefactos no verificados específicos del artículo no verificado; extraer información que representa los artefactos no verificados; clasificar la información de los artefactos no verificados según una característica del artefacto; calcular una serie de autocorrelación de la información clasificada de los artefactos no verificados; recuperar una serie de autocorrelación que representa artefactos de un artículo original desde un dispositivo de almacenamiento; comparar la serie de autocorrelación no verificada y la original para determinar si la información de los artefactos no verificados coincide con la información de los artefactos originales; y en el caso de que la información de los artefactos no verificados coincida con la información de los artefactos originales, verificar el artículo no verificado como artículo original verificado.

- 5 Las realizaciones de la presente invención proporcionan métodos, aparatos y programas de ordenador (que se pueden almacenar en un medio de almacenamiento tangible no transitorio) para verificar la identidad de un artículo: examinando un artículo no verificado para artefactos no verificados específicos del artículo no verificado; extrayendo información que representa los artefactos no verificados; recuperando datos que comprenden información de los artefactos originales de un dispositivo de almacenamiento; recuperando información de los artefactos originales de los datos recuperados; comparando la información de los artefactos no verificados y originales; y en el caso de que la información de los artefactos no verificados coincida con la información de los artefactos originales, verificando el artículo no verificado como artículo original verificado.
- 10 Las realizaciones de la presente invención proporcionan métodos, aparatos y programas de ordenador (que se pueden almacenar en un medio de almacenamiento tangible no transitorio) para verificar la identidad de un artículo, llevando a cabo sucesivamente cualquiera de los procesos anteriores para generar y almacenar datos o información, y cualquier proceso anterior adecuado para comparar un artículo no verificado con datos o información almacenados.
- 15 Las realizaciones de la presente invención proporcionan métodos, aparatos y programas de ordenador (que se pueden almacenar en un medio de almacenamiento tangible no transitorio) para verificar la identidad de un artículo que combina rasgos de cualesquiera dos o más de los métodos, aparatos y programas de ordenador anteriores.
- 20 La clasificación de la información de los artefactos originales puede incluir el tratamiento de artefactos con una característica por debajo de un valor umbral de manera diferente de los artefactos por encima del umbral. Por ejemplo, los artefactos más pequeños que el umbral no se pueden clasificar, o se pueden agrupar junto con las ubicaciones en las que no se detecta ningún artefacto, o se pueden descontar. El umbral se puede elegir con consideración de un umbral de ruido de los artefactos y el aparato usado para detectarlos, por debajo del cual los artefactos no se pueden detectar de manera fiable o no se pueden cuantificar de manera fiable. En una realización, la clasificación puede consistir simplemente en separar los artefactos por encima del umbral de los artefactos por debajo del umbral o completamente ausentes. No obstante, en muchas realizaciones se prefiere que la
- 25 característica sea cuantificable y la clasificación comprenda ordenar los artefactos según una magnitud o cantidad de la característica.
- El método puede comprender extraer información que representa una pluralidad de diferentes categorías de artefactos, y la clasificación entonces puede comprender clasificar la información de los artefactos originales por separado para cada categoría de artefacto.
- 30 El método puede comprender definir una pluralidad de ubicaciones predeterminadas en el artículo original, y extraer información que representa los artefactos entonces puede comprender asociar cada artefacto con una de las ubicaciones predeterminadas. En el que el artículo original lleva un símbolo impreso que comprende una pluralidad de celdas, las ubicaciones predeterminadas pueden ser al menos algunas de la pluralidad de celdas, y los artefactos entonces pueden ser artefactos de la impresión de las celdas. Donde sea práctico, usualmente se prefiere usar el
- 35 símbolo entero, con el fin de maximizar el número de artefactos disponibles. No obstante, eso no siempre es necesario. Por ejemplo, si el símbolo tiene un número grande de celdas y una alta incidencia de artefactos utilizables, se puede usar un grupo más pequeño de celdas. En una realización, se ha encontrado que seis categorías de artefactos, con 100 artefactos de cada categoría, clasificados por magnitud dentro de cada categoría, dan un resultado robusto.
- 40 Los artefactos pueden comprender al menos una categoría de artefacto seleccionada del grupo de categorías que consisten en una desviación en el color promedio de una celda del promedio de las celdas vecinas del mismo color nominal; sesgo en la posición de una celda en relación con una cuadrícula de mejor ajuste de las celdas vecinas; áreas de un color diferente de un color nominal de la celda dentro de la cual aparecen; y desviación de una forma nominal de un borde continuo largo.
- 45 Producir el artículo original puede comprender aplicar una marca al artículo original, y los artefactos entonces pueden ser rasgos de la marca. "Producir el artículo original" puede incluir cada etapa antes de que comience el examen, y la marca se puede aplicar en un paso separado en cualquier momento entre cuando comienza la producción del artículo original e inmediatamente antes del examen.
- 50 Cuando se imprime el artículo o marca, los artefactos pueden comprender imperfecciones u otras variaciones en la impresión. Cuando la marca impresa transporta información, las imperfecciones pueden ser demasiado pequeñas para afectar materialmente la legibilidad de la información. La producción del artículo puede comprender además causar rasgos aleatorios o casi aleatorios adicionales utilizables como dichos artefactos a ser producidos en la impresión. La extracción de información puede comprender además determinar un tipo de impresora usada al producir los artefactos, donde los artefactos son de una pluralidad de categorías distintas. La codificación de la información y el almacenamiento de los artefactos originales clasificados entonces pueden comprender al menos
- 55 uno de la clasificación de diferentes categorías de artefactos según el tipo de impresora, y el almacenamiento de datos que indican el tipo de impresora como parte de los datos almacenados. La información puede ser útil, debido a que diferentes tipos de impresoras pueden producir diferentes categorías de artefactos con diferentes intervalos de

magnitud, más o menos frecuentemente, o con otras variaciones que pueden afectar a cómo evaluar o cuánto peso dar a diferentes categorías de artefacto.

5 Se puede incorporar otra información en relación con el artículo original en los datos almacenados además de la información que representa los artefactos originales. La otra información del artículo original puede incluir un número de serie específico del artículo original. Tal otra información entonces se puede recuperar a partir de los datos almacenados recuperados adicionalmente a la información que representa los artefactos originales.

10 Cuando al menos algunos de los artefactos son artefactos de un símbolo que codifica datos, y los datos codificados incluyen un Identificador Único (UID) para un caso individual del símbolo u otros datos de identificación, los datos almacenados se pueden almacenar para ser recuperables bajo un identificador derivable del UID u otros datos de identificación. Cuando los otros datos de identificación solamente identifican parcialmente el símbolo, por ejemplo, identifican una categoría o grupo de artículos más pequeño que todos los artículos para los cuales se almacenan datos en una base de datos, los datos se pueden almacenar de modo que los datos almacenados para la categoría o grupo sean recuperables bajo un identificador derivable de los otros datos de identificación. Los datos almacenados para un artículo original individual deseado entonces se pueden recuperar mediante una búsqueda adicional dentro del grupo recuperado.

20 La determinación puede comprender evaluar una probabilidad estadística de que la información de los artefactos no verificados coincida con la información de los artefactos originales. Entonces se puede determinar que la información de los artefactos no verificados coincide con la información de los artefactos originales cuando la información de los artefactos no verificados y la información de los artefactos originales están dentro de un porcentaje predeterminado una de otra.

25 En el caso de que la probabilidad estadística exceda un primer umbral, se puede determinar que el artículo no verificado es un artículo original verificado. En el caso de que la probabilidad estadística esté por debajo de un segundo umbral inferior que el primer umbral, se puede determinar que el artículo no verificado no es un artículo original. En el caso de que la probabilidad estadística esté entre el primer y el segundo umbrales, entonces se puede informar que no se puede determinar si el artículo no verificado es un artículo original.

Al evaluar la probabilidad estadística, se puede dar una ponderación mayor a los artefactos de mayor magnitud.

30 La comparación de la información de los artefactos puede incluir detectar artefactos que están presentes en uno del artículo original y del artículo no verificado, y ausentes en el otro del artículo original y del artículo no verificado. La presencia de un artefacto en el artículo no verificado que no estaba presente en el artículo original, sin una indicación de que el artículo haya sido dañado mientras tanto, puede ser tan significativa como la presencia de un artefacto en el artículo original que no está presente en el artículo no verificado.

35 En general, "descontar" un artefacto incluye considerar ese artefacto con menor clasificación estadística que artefactos comparables de otro modo, considerando ese artefacto en una clase separada de artefactos que no se pueden cuantificar y/o clasificar con precisión, considerando ese artefacto de la misma forma que una ubicación sin artefacto detectado de esa categoría, e ignorando totalmente ese artefacto. Diferentes de esos planteamientos se pueden aplicar en diferentes puntos incluso dentro de una única realización.

40 Cuando al menos algunos de los artefactos son artefactos de un símbolo que codifica datos y soporta detección de error, extraer información que representa los artefactos no verificados puede incluir determinar un estado de error del símbolo que contiene los artefactos no verificados. Cuando el estado de error indica que parte del símbolo está dañado, la comparación entonces puede comprender descontar artefactos en la parte dañada del símbolo.

45 Antes del paso de almacenamiento, el artículo original se puede dividir en una pluralidad de zonas originales. Cada una de al menos una parte de los artefactos originales entonces se puede asociar con la zona original en la que está situada. Se puede conservar la información que representa los artefactos originales asociados y sus zonas originales respectivas en los datos almacenados. El artículo no verificado entonces se puede dividir en al menos una zona no verificada disponible correspondiente a menos que todas las zonas originales. Cada una de al menos una parte de los artefactos no verificados puede estar asociada con la zona no verificada disponible en la que está situada. La información que representa los artefactos originales y las zonas originales asociadas que corresponden a las zonas no verificadas disponibles se pueden recuperar de los datos almacenados recuperados. En el paso de comparación, solamente se puede usar la información que representa los artefactos originales y las zonas originales asociadas que corresponden a las zonas no verificadas disponibles.

50 El artículo original se puede unir a un objeto para formar un objeto original, antes del paso de examen de un artículo no verificado; y en el caso de que la información de los artefactos no verificados coincida con la información de los artefactos originales, un objeto al cual se une el artículo no verificado se puede verificar entonces como un objeto original verificado.

55 La magnitud de una desviación en el color promedio se puede normalizar por referencia a una diferencia entre los colores promedio para celdas vecinas de al menos dos colores nominales. La magnitud de sesgo en la posición de una celda en relación con una cuadrícula de mejor ajuste de celdas vecinas se puede normalizar por referencia al

tamaño de las celdas. La magnitud de las áreas del color opuesto de un color nominal de las celdas se puede determinar por el tamaño de las áreas, normalizadas por referencia al tamaño de las celdas. La magnitud de la desviación de una forma nominal de un borde continuo largo se puede normalizar por referencia a una línea recta de mejor ajuste u otra curva suave.

5 Cuando la codificación de la información de los artefactos originales clasificados comprende calcular una serie de autocorrelación de la información de los artefactos originales clasificados, la codificación puede comprender además representar o aproximar la serie de autocorrelación como un polinomio en un orden fijo y usar los coeficientes del polinomio para formar los datos almacenados. La aproximación puede ser a un polinomio de un orden predeterminado, y los coeficientes se pueden aproximar a una precisión predeterminada.

10 Cuando la codificación de la información de los artefactos originales clasificados comprende calcular una serie de autocorrelación de la información de los artefactos originales clasificados, la comparación puede comprender calcular una serie de autocorrelación de la información de los artefactos no verificados, y comparar las dos series de autocorrelación. La comparación puede comprender además o alternativamente comparar la serie de potencia de una Transformada Discreta de Fourier (DFT) de las dos series de autocorrelación, y puede comprender entonces comparar al menos una de las funciones de Kurtosis y de Sesgo de Distribución de las series de potencias DFT.

15 Según las realizaciones de la invención, se proporciona un aparato o sistema para verificar la identidad de un artículo, que comprenden: un escáner de artículo original operable para examinar un artículo original y extraer información que representa artefactos originales del artículo original, mediante el método de una cualquiera o más de las realizaciones y aspectos mencionados de la invención; un codificador operable para codificar la información extraída en un identificador de artículo legible por ordenador; y un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador operable para almacenar el identificador de artículo.

20 Según las realizaciones de la invención, se proporciona un aparato o sistema para verificar la identidad de un artículo mediante el método de una cualquiera o más de las realizaciones y aspectos mencionados de la invención, que comprenden: un escáner de verificación operable para examinar un artículo no verificado y extraer información que representa artefactos no verificados del artículo no verificado; un procesador operable para recuperar un identificador de artículo almacenado de un dispositivo de almacenamiento, recuperar información de los artefactos originales del identificador de artículo recuperado, comparar la información de los artefactos no verificados y producir una salida dependiente del resultado de la comparación.

25 Según las realizaciones de la invención, se proporciona un aparato o sistema para verificar la identidad de un artículo, que comprende en combinación el aparato o sistema descrito anteriormente para crear y almacenar un identificador de artículo, y el aparato o sistema descrito anteriormente para examinar y comparar un artículo no verificado.

El escáner de verificación puede estar acoplado a un dispositivo de punto de venta. El escáner de verificación puede estar incorporado en un teléfono celular.

30 El sistema puede comprender además un productor de artículo original operable para producir un artículo original, en el que los artefactos son rasgos del artículo que se producen cuando el productor del artículo original produce el artículo, y al menos alguno de los artefactos no son producibles de manera controlable por el productor del artículo original.

35 El productor del artículo original puede estar operativo para producir o mejorar intencionalmente al menos alguno de los artefactos.

El productor del artículo original puede comprender un aplicador de marca original que aplica una marca al artículo original, con los artefactos siendo entonces rasgos de la marca.

El productor del artículo original puede comprender una impresora, con al menos algunos de los artefactos que comprenden entonces variaciones o imperfecciones en la impresión.

40 El sistema puede comprender además al menos un artículo original para el cual el identificador de artículo está almacenado en el dispositivo de almacenamiento legible por ordenador.

45 En diversas realizaciones, los artefactos pueden ser rasgos del artículo en sí mismo, o de una marca que se haya aplicado al artículo. El artículo puede ser el que en última instancia ha de ser verificado, o se puede adjuntar (típicamente pero no necesariamente en forma de una etiqueta) a un objeto que ha de ser verificado. Cuando el objeto, el artículo, o la marca implican impresión, algunos o todos los artefactos pueden ser variaciones o imperfecciones en la impresión. "Verificar la identidad de un artículo" puede incluir verificar que la impresión u otra marca aplicada a un artículo, o un artículo agregado a un objeto, no haya sido alterado o sustituido, incluso si el artículo u objeto subyacente es original. Por ejemplo, se puede desear verificar que no se haya manipulado una fecha de caducidad, un número de serie u otros datos de seguimiento o de identificación.

En muchas realizaciones, se prefiere que los artefactos sean rasgos que no afecten, o al menos no disminuyan, la función o el valor comercial de la marca, artículo, u objeto en el que aparecen.

- 5 Otro aspecto de la invención proporciona artículos originales, que incluyen objetos originales que comprenden objetos a los que se han unido artículos originales, para los cuales se han almacenado datos de firma en el dispositivo de almacenamiento de un sistema según otro aspecto de la invención.

Breve descripción de los dibujos

Los anteriores y otros aspectos, rasgos y ventajas de la presente invención pueden ser más evidentes a partir de la siguiente descripción más particular de las realizaciones de la misma, presentada junto con los siguientes dibujos. En los dibujos:

- 10 La FIG. 1 es una ilustración de un caso de una marca impresa usada por métodos que llevan a cabo la presente invención.
- La FIG. 2 es una ilustración de la marca en la FIG. 1 con los rasgos del borde de la marca extraídos por claridad.
- La FIG. 3 es una ilustración de un segundo caso de la misma marca que en la FIG. 1, que puede representar una versión falsificada de la marca en la FIG. 1.
- 15 La FIG. 4 es una ilustración de la marca en la FIG. 3 con los rasgos del borde de la marca extraídos por claridad.
- La FIG. 5 es una matriz de datos 2D que ilustra algunos rasgos que se pueden usar en los presentes métodos.
- La FIG. 6 es una ilustración que compara los rasgos de las secciones superiores izquierdas de la FIG. 2 y de la FIG. 4.
- La FIG. 7 es un diagrama esquemático de un sistema informático.
- 20 La FIG. 8 es un diagrama de bloques de un sistema informático operativo para llevar a cabo el proceso de las realizaciones de la presente invención.
- La FIG. 9 es un diagrama de flujo de una realización de un método de registro de una nueva marca.
- La FIG. 10 es un diagrama de la ponderación de rasgos característicos.
- La FIG. 11 es un diagrama de flujo de una realización de un método de evaluación de una marca.
- 25 La FIG. 12 es un código de barras 1-D que ilustra algunos rasgos que se pueden usar en los presentes métodos.
- La FIG.13 es un gráfico de una aproximación polinómica de una serie de autocorrelación para un artículo genuino con un símbolo "candidato" genuino.
- La FIG. 14 es un gráfico de una serie de potencias para los datos genuinos en la FIG. 13.
- La FIG. 15 es un gráfico similar a la FIG. 14 para los datos "candidatos" en la FIG.13.
- 30 La FIG. 16 es un gráfico similar a la FIG. 14 para un símbolo "candidato" falsificado.
- La FIG.17 es un gráfico similar a la FIG. 14 para los datos falsificados usados en la FIG. 16.
- La FIG. 18 es un diagrama de parte de una matriz de datos 2D, que ilustra un proceso de codificación.

Descripción detallada de la invención

- 35 Se puede obtener una mejor comprensión de los distintos rasgos y ventajas de los presentes métodos y dispositivos mediante referencia a la siguiente descripción detallada de las realizaciones ilustrativas de la invención y los dibujos anexos. Aunque estos dibujos representan realizaciones de los métodos y dispositivos contemplados, no se deberían interpretar como realizaciones alternativas o equivalentes excluyentes evidentes para los expertos ordinarios en la técnica objeto.
- 40 La realización de un método descrita actualmente opera sobre marcas que se aplican a artículos. Estas marcas pueden ser con el propósito de identificar de manera única un artículo, como con un número de serie, por ejemplo, o pueden ser marcas que tengan otros propósitos, tales como imagen de marca, etiquetado o decoración. Estas marcas se pueden imprimir, grabar, moldear, formar, transferir o aplicar de otro modo al artículo usando distintos procesos. Con el fin de que el método de las presentes realizaciones opere sobre las marcas, las marcas se deben adquirir de manera que se puedan procesar de forma electrónica. Los métodos de adquisición electrónica son
- 45 variados, y pueden incluir, pero no se limitan a, cámaras de visión artificial, lectores de código de barras, formadores

de escaneado en línea, escáneres de bancada plana, dispositivos de imágenes portátiles de mano, o muchos otros medios.

Con referencia ahora a los dibujos, en la FIG. 1 se muestra un ejemplo de una marca impresa indicada de manera general por el número de referencia 20 a la que se pueden aplicar los presentes métodos. En este ejemplo, la marca impresa es un código de barras bidimensional. Este código de barras es un portador de datos de información, en el que la información se codifica como un patrón de áreas claras 22 y áreas oscuras 24 en la marca. Un caso ideal del código de barras 2-D consistiría en una cuadrícula rectangular, con cada celda o "módulo" 22, 24 en la cuadrícula, o bien negro o bien blanco, que representa un bit de datos.

La FIG. 2 proporciona una vista mejorada de algunas de las variaciones presentes en la marca mostrada en la FIG. 1. La FIG. 2 muestra solamente los bordes 26 entre las áreas claras y oscuras de la marca mostrada en la FIG. 1. Rasgos tales como linealidad de borde, discontinuidades de región, y forma del rasgo dentro de la marca mostrada en la FIG. 1 son fácilmente evidentes. Numerosas irregularidades a lo largo de los bordes de los rasgos impresos de la marca son claramente visibles. Obsérvese que esta ilustración se proporciona por claridad y no es necesariamente un paso de procesamiento de los presentes métodos. En algunas de las realizaciones postuladas en la presente memoria, tal extracción de borde es beneficiosa y, por lo tanto, se usa. En algunas de las realizaciones, se extraen rasgos distintos de los bordes.

La FIG. 3 muestra un ejemplo de una segunda marca impresa, indicada de manera general por el número de referencia 30, que puede representar una falsificación de la marca 20 mostrada en la FIG. 1, o puede representar un segundo caso único de la marca con propósitos de identificación. Esta segunda marca impresa 30 también es un código de barras bidimensional. Este código de barras 30 falsificado, cuando se lee con un lector de código de barras bidimensional, presenta exactamente la misma información decodificada que la marca 20 de la FIG. 1. Cuando se adquiere la marca 30 de la FIG. 3, la presente realización identifica de nuevo rasgos significativos y los captura como datos de "firma" que identifican de manera única la marca. Como en el caso de la FIG. 1, estos datos de firma se derivan de las características físicas y ópticas de la geometría y apariencia de la marca, y además, pueden incluir datos que están codificados en la marca, en caso de que la marca sea un símbolo que transporta datos, tal como un código de barras bidimensional. Las propiedades de la marca evaluada para crear los datos de firma normalmente son las mismas propiedades usadas al evaluar el primer caso de la marca, de modo que las dos firmas son directamente comparables.

La FIG. 4 proporciona una vista mejorada de algunas de las variaciones presentes en la marca 30 mostrada en la FIG. 3. La FIG. 4 muestra solamente los bordes 32 de la marca mostrada en la FIG. 3, de manera similar a la FIG. 2. Los rasgos y variaciones correspondientes, tales como la linealidad de los bordes, las discontinuidades de las regiones y la forma de los rasgos dentro de la marca mostrada en la FIG. 3 son evidentes fácilmente. Ejemplos de algunos de los rasgos que se pueden usar se muestran con más detalle en la FIG. 5, que se trata con más detalle a continuación.

La FIG. 6 muestra una comparación cercana de las características de la esquina superior izquierda de la FIG. 2 y de la FIG. 4. Como se puede ver más claramente en la FIG. 6, las dos marcas impresas 20, 30 de las FIG. 1 y 3, incluso aunque idénticas con respecto a sus datos codificados abiertamente, contienen numerosas diferencias en una escala más fina, resultantes de las imperfecciones del proceso de impresión usado para aplicar las marcas. Estas diferencias son duraderas, normalmente casi tan duraderas como la marca en sí misma, y son prácticamente únicas, especialmente cuando se combina un número grande de diferencias que se pueden encontrar entre los símbolos de la FIG. 1 y de la FIG. 3. Además, las diferencias son difíciles, si no casi imposibles, de falsificar, debido a que el símbolo original tendría que ser representado y reimpresso a una resolución mucho más alta que la impresión original, al tiempo que se introduzcan nuevas imperfecciones de impresión distinguibles. Mientras que solamente se muestra aquí la sección de la esquina superior izquierda de las marcas, rasgos diferenciables entre las dos marcas mostradas en las FIG. 1 y 3 se extienden a lo largo de la totalidad de las marcas y se pueden utilizar por la presente realización.

Con referencia a la FIG. 7, una realización de un sistema informático indicado de manera general por el número de referencia 50 comprende, entre otros equipos, un procesador o una CPU 52, dispositivos de entrada y salida 54, 56, incluyendo un dispositivo de adquisición de imágenes 58, memoria de acceso aleatorio (RAM) 60, memoria de sólo lectura (ROM) 62, y discos magnéticos u otro almacenamiento a largo plazo 64 para programas y datos. El sistema informático 50 puede tener una impresora 65 para generar marcas 20, o la impresora 65 puede ser un dispositivo separado. El sistema informático 50 se puede conectar a través de una interfaz 66 a una red externa 68 u otros medios de comunicación, y a través de la red 68 a un servidor 70 con almacenamiento a largo plazo 72. Aunque no se muestra con el interés de la simplicidad, varios sistemas informáticos 20 similares se pueden conectar al servidor 70 sobre la red 68.

Con referencia a la FIG. 8, en una realización de un sistema informático, el dispositivo de adquisición de imágenes suministra datos de imagen a un procesador de extracción y codificación de firma 74, que puede ser un software que se ejecuta en la CPU principal 52 del sistema informático 50, o puede ser un coprocesador dedicado. El procesador de extracción y codificación de firma 74 suministra datos de firma al almacenamiento de datos de firma de marca 76 accesible en red, que puede ser almacenamiento a largo plazo 72 del servidor 70. Un motor de búsqueda de firma de

marca 78 accesible en red, que puede ser un software que se ejecuta en la CPU principal 52 del sistema informático 50, o puede ser un coprocesador dedicado, recibe datos de firma desde el procesador de extracción y codificación de firma 74 y/o el almacenamiento de datos de firma 76. El procesador de comparación de firma 80 normalmente compara una firma extraída por el procesador de extracción y codificación de firma 74 de una marca 30 escaneada recientemente con una firma almacenada previamente en el almacenamiento de datos de firma 76 y asociada con una marca genuina 20. Como se muestra simbólicamente mediante la separación entre la parte superior de la FIG. 8, en relación con la captura y el almacenamiento de la firma de marca genuina, y la parte inferior de la FIG. 8, en relación con la captura, comparación y verificación de la firma de marca candidata, el sistema informático 50 que escanea la marca candidata 30 puede ser diferente del sistema informático 50 que escaneó la marca original 20. Si son diferentes, entonces normalmente o bien comparten el acceso al almacenamiento de datos de firma 76, o bien una copia de los datos de firma almacenados se pasa desde el almacenamiento 76 en el sistema de captura 50 de la marca genuina al sistema de evaluación 50 de la marca candidata.

En más detalle, y con referencia a la FIG. 9, en una realización de un método según la invención, en el paso 102 una marca, que en este ejemplo se ilustra como un código de barras 2-D similar al mostrado en la FIG. 1, se aplica a un objeto, o a una etiqueta que se aplica posteriormente a un objeto, por la impresora 65. Como ya se ha explicado, una impresora que aplica un código de barras 2D típicamente introduce una cantidad significativa de artefactos que son demasiado pequeños para afectar a la legibilidad de los datos abiertos codificados por el código de barras, y son demasiado pequeños para que su apariencia sea controlable en el proceso de impresión, pero son visibles (posiblemente solamente bajo aumento) y duraderos. Si una impresora particular no produce de manera natural un buen suministro de artefactos, se puede hacer que algunas impresoras incluyan variaciones aleatorias o pseudoaleatorias en su salida, como se trata además a continuación.

En el paso 104, la marca se adquiere mediante un dispositivo adecuado de formación de imágenes u otro de adquisición de datos 58. El dispositivo de formación de imágenes puede ser de cualquier forma conveniente, incluyendo dispositivos convencionales o dispositivos a ser desarrollados a partir de entonces. La única restricción real en esta realización es que el dispositivo de formación de imágenes debe reunir datos sobre la apariencia de la marca a un nivel de detalle considerablemente más fino que la salida controlable del dispositivo que aplicó la marca. En el ejemplo mostrado en las FIG. 1-4, el detalle es la forma de los límites entre las áreas claras y oscuras, a una resolución considerablemente más fina que el tamaño de los módulos del código de barras 2-D impreso. Se describen a continuación otros ejemplos de rasgos adecuados. Si la marca está siendo usada como una medida antifalsificación, es la más fuerte si el dispositivo de formación de imágenes reúne datos a un nivel de detalle más fino que la salida controlable de un dispositivo que es probable que sea usado para aplicar una marca falsificada. No obstante, eso no es necesario si es posible mantener en secreto el hecho de que los detalles particulares en una marca en particular están siendo usados con ese propósito.

En el paso 106, se decodifica un Número Identificador Único (UID) incluido en los datos abiertos de la marca 20. Si la impresora 65 está en el mismo sistema informático 50 que el dispositivo de adquisición de imágenes 58, el UID se puede pasar de uno a otro, evitando la necesidad de decodificar el UID de la imagen adquirida por el dispositivo de adquisición de imágenes 58. Si la marca 20 no incluye un UID, normalmente se requerirá en este paso alguna otra información que identifique de manera única el caso específico de la marca 20.

En los pasos 110 y 112, la imagen de la marca 20 se analiza por el procesador de extracción y codificación de firma 74 para identificar rasgos significativos. En el paso 120, los datos con relación a esos rasgos se almacenarán entonces en el almacenamiento de datos de firma 76 como datos de "firma" que identifican de manera única la marca 20. Estos datos de firma se derivan de las características físicas y ópticas de la geometría y apariencia de la marca, y además, pueden incluir datos que están codificados en la marca, a condición de que la marca sea un símbolo que transporte datos, tal como un código de barras bidimensional. Las propiedades de la marca evaluada para crear los datos de firma pueden incluir, pero no están limitados a, la forma de los rasgos, el contraste de los rasgos, la linealidad de los bordes, las discontinuidades de las regiones, las marcas extrañas, los defectos de impresión, el color, la pigmentación, las variaciones de contraste, las relaciones de aspecto de los rasgos, las ubicaciones de los rasgos y tamaño de los rasgos.

Con referencia ahora también a la FIG. 5, en el siguiente ejemplo, una desviación en la pigmentación promedio del módulo o la intensidad de marcado 92, sesgo de la posición del módulo 94 en relación con una cuadrícula de mejor ajuste, la presencia o ubicación de marcas extrañas o vacíos 96 en el símbolo, y la forma (linealidad) de los bordes continuos largos 98 en el símbolo se usan como rasgos variables ejemplares. Éstos actúan como las métricas principales que forman la firma única de símbolo. Ilustraciones de algunos de estos rasgos se muestran en la FIG. 5.

En el caso de que la marca sea un símbolo que transporte datos, tal como un código de barras bidimensional, la presente realización puede aprovecharse de la información adicional llevada a cabo por y codificada en el símbolo. La información que está codificada, por ejemplo, un número de serie único o no único, se puede incluir en sí mismo entonces como parte de los datos de la firma o usar para indexar los datos de la firma para una recuperación más fácil.

Además, en el caso de un código de barras bidimensional u otro portador de datos para el cual se puede establecer una medida de calidad, en el paso 108 información que representa la calidad del símbolo opcionalmente se puede extraer e incluir como parte de los datos de firma.

5 La información de calidad se puede usar para detectar cambios en la marca 20 que podrían causar una falsa determinación de la marca como falsificación, en la medida que estos cambios pueden alterar los datos de firma de la marca. Algunas de las mediciones de calidad que se pueden usar son, pero no están limitadas a, Corrección de Errores no Usados y Daño de Patrón Fijo, como se define en la especificación ISO 15415 "Data Matrix Grading processes" u otro estándar comparable. Estas medidas hacen posible detectar áreas que aportarían datos de firma que han sido alterados por el daño a la marca y, de esta manera, los descartan de la consideración cuando se comparan datos de firma de una marca frente a los datos de firma almacenados de la marca genuina.

Ponderación de métricas de firma

15 En este ejemplo, la facilidad con que cada una de las cuatro métricas ilustradas en la FIG. 5 se puede extraer depende de la resolución de la imagen, y las métricas se pueden disponer en orden de la resolución requerida para extraer datos útiles en relación con cada una de las cuatro métricas, como se muestra en la FIG. 10. En orden de la menor a la mayor resolución, esas son pigmentación del módulo, sesgo de posición del módulo, ubicación de vacío/marca, y proyección de la forma del borde.

20 El aumento de la fidelidad y resolución de la imagen permite un análisis cada vez más preciso, haciendo uso de analíticas de precisión progresivamente más alta. Por ejemplo, en una imagen de resolución baja, quizás solamente la pigmentación promedio del módulo 92 y el sesgo de posición del módulo 94 se pueden extraer con una confianza significativa, de modo que se dé más peso a esos resultados al determinar la coincidencia de firma de un símbolo candidato frente los datos genuinos almacenados. Con una imagen de alta resolución, el procesamiento puede continuar todo el camino hasta la métrica de proyección de borde fino 98 y usar esa como la consideración de ponderación más alta en la determinación de la coincidencia de firma. Si hay desacuerdos entre otras medidas (de menor ponderación) con la firma esperada, éstos pueden ser debidos a daños en los símbolos o artefactos del dispositivo de captura de imágenes. No obstante, es altamente improbable que el daño, la alteración del símbolo 20 o los artefactos del creador de imagen modifiquen un código de falsificación 30 para coincidir coincidentemente con alta precisión con la métrica de la firma de proyección de borde 98 del artículo 20 válido. Por lo tanto, la proyección de borde, si está altamente correlacionada y presenta una magnitud adecuada en el rango dinámico, puede reemplazar las métricas de resolución más baja en soporte de una confianza de coincidencia alta.

30 Además, en la realización preferida, usando un código de Matriz de Datos 2-D como ejemplo, el uso de la información de Corrección de Errores, como se proporciona por los algoritmos de decodificación estándar de esa simbología, se usa para ponderar además los datos de métrica de firma adecuadamente. Si una región de datos dentro del símbolo está dañada por daño a la marca y esa región produce un desacuerdo con los datos de firma almacenados, mientras que otras regiones no corruptas concuerdan bien, la ponderación de votación de la región dañada se disminuirá. Este mecanismo evita que los daños de símbolos detectables presenten un resultado de falso negativo en una comparación de métrica de símbolo candidato frente a los datos de firma de símbolo genuino. La especificación ISO 16022 "Data Matrix Symbol" describe un ejemplo de cómo los Códigos de Corrección de Errores se pueden distribuir dentro de una Matriz de Datos 2D, y cómo se pueden identificar las regiones dañadas y no dañadas dentro de una Matriz de Datos.

40 Filtrado de magnitud

45 En los pasos 114 y 116, los rasgos de firma candidata se evalúan para asegurar que poseen una magnitud adecuada para actuar como parte de cada métrica de firma. Este paso asegura que las características que forman cada métrica de firma poseen una "señal" real para codificar como una característica distintiva de la marca. Dejar de aplicar mínimos de umbral a las candidatas contribuyentes de la firma puede permitir una firma que es fácilmente subsumida por el ruido en cualquier intento posterior de validar una marca frente a la firma almacenada genuina, haciendo el proceso de validación altamente susceptible a las limitaciones de calidad y fidelidad del dispositivo o los dispositivos usados para capturar los datos de marca para el análisis de firma. Asegurando que las métricas de firmas estén formadas únicamente por rasgos que satisfagan estos mínimos de magnitud, se puede asegurar o facilitar extremadamente la capacidad de realizar verificaciones con éxito de firmas de marcas con una amplia variedad de dispositivos de adquisición (teléfonos celulares equipados con cámara, cámaras de visión artificial, reproductores de imágenes de baja calidad o baja resolución, etc.) y en una amplia gama de entornos ambientales (iluminación variada, baja o no uniforme, etc.).

55 En la realización preferida, usando un código de Matriz de Datos 2D como ejemplo, en los pasos 110, 112 y 114 los rasgos candidatos para las cuatro métricas de firma 92, 94, 96, 98 se extraen y se ordenan por magnitud. Como se ha descrito previamente, con el fin de que estos métodos operen sobre la marca, la marca 20 se debe adquirir de manera que los rasgos se puedan procesar de forma electrónica, típicamente como una imagen a color o escala de grises. Como paso preliminar, la Matriz de Datos 2-D se analiza primero como un todo, y se determina una cuadrícula de "mejor ajuste" que define las posiciones "ideales" de los límites entre las celdas de la matriz. Los rasgos candidatos se seleccionan entonces encontrando los rasgos que están más desviados del estado "normal" u

“óptimo” del atributo o de los atributos de las marcas para la métrica particular que se analiza. Considerando el ejemplo de código de Matriz de Datos 2-D mostrada en la FIG. 5, algunos atributos adecuados son:

- 5 1. Los módulos 92 cuyo color, pigmentación o intensidad de marca promedios están los más cercanos al umbral promedio global que diferencia los módulos oscuros de los módulos claros como se determina por los algoritmos de lectura de la Matriz de Datos; es decir, los módulos oscuros “más claros” y los módulos claros “más oscuros”.
- 10 2. Los módulos 94 que están marcados en una posición que es la más desviada de la ubicación idealizada que se define por una cuadrícula de mejor ajuste aplicada al símbolo 20 global. Se prefieren actualmente dos métodos de identificación de estos módulos: (a) extraer las posiciones de bordes del módulo de la marca candidata y comparar esas posiciones de bordes con sus posiciones esperadas que se definen por una cuadrícula idealizada, de mejor ajuste para el símbolo 20 entero; (b) extraer un histograma de la región límite entre dos módulos adyacentes de polaridad opuesta (claro/oscuro u oscuro/claro), con la región de muestra que se superpone el mismo porcentaje de cada módulo en relación con la cuadrícula de mejor ajuste, y evaluar la desviación del histograma de una distribución bimodal 50/50.
- 15 3. Las marcas o vacíos extraños 96 en los módulos de símbolo, sean o bien claros o bien oscuros, se definen como módulos que poseen un amplio intervalo de densidad de pigmentos o luminancia; es decir, un módulo que posee niveles de pigmentación en ambos lados del umbral promedio global que diferencia los módulos oscuros de los módulos claros, con las mejores candidatas de firma que son aquéllas con histogramas de luminancia bimodal que tienen la mayor distancia entre los modos dominantes más externos.
- 20 4. La forma de los bordes continuos largos 98 en el símbolo, midiendo o bien su continuidad/linealidad o bien su grado de discontinuidad/no linealidad. El método preferido de extracción de estos datos es una proyección de valor de luminancia de píxel ancho, con una longitud de proyección de un módulo, desplazada de la cuadrícula de mejor ajuste en medio módulo, ejecutada perpendicular a la línea de la cuadrícula que delimita ese borde en la cuadrícula de mejor ajuste para el símbolo.

25 La Matriz de Datos 2-D pone un buen ejemplo, debido a que consiste en celdas cuadradas blancas y negras, en las que los rasgos descritos anteriormente se ven fácilmente. No obstante, los mismos principios se pueden aplicar, por supuesto, a otras formas de marca visible de codificación de datos o de no codificación de datos.

30 Una vez que se han identificado los rasgos candidatos que cumplen con los criterios descritos anteriormente, los rasgos candidatos se ordenan en el paso 114 en una lista en el orden de magnitud, y entonces se someten en el paso 116 al filtrado de límite de magnitud encontrando el primer rasgo en cada lista que no satisface la magnitud mínima establecida para calificar como contribuyente a esa métrica. El umbral se puede establecer en cualquier nivel conveniente lo suficientemente bajo para incluir un número razonable de rasgos que no se pueden reproducir fácilmente, y lo suficientemente alto para excluir rasgos que no son razonablemente duraderos, o están cerca del suelo de ruido del dispositivo de adquisición de imágenes 58. En esta realización, el extremo de magnitud baja de la lista ordenada se trunca entonces desde ese punto y los rasgos restantes (la magnitud más alta) se almacenan, junto con sus ubicaciones en la marca, como los datos de firma para esa métrica. Preferiblemente, se almacenan todos los rasgos por encima del umbral de truncamiento, y eso incluye implícitamente en la firma la información de que no hay ningún rasgo de firma por encima del umbral del filtro de magnitud en ninguna otra parte de la marca.

40 Como se sabe de antemano que las diferentes tecnologías de dispositivos de marcado presentan rasgos de firma superiores o inferiores en diferentes atributos para su uso en la creación de datos de firma de Métricas, el tipo de dispositivo de marcado se puede usar para ponderar previamente las métricas en lo que se conoce como Perfil de Ponderación. Por ejemplo, a condición de que las marcas genuinas sean creadas usando una impresora de transferencia térmica, se sabe que las proyecciones de bordes paralelas a la dirección de movimiento del material del sustrato es improbable que transporten una magnitud de firma suficiente para codificar como parte de los datos de firma genuina. Este conocimiento de diversos comportamientos de dispositivos de marcado se puede usar durante la captura de los datos de firma genuina original. Si se emplean, todas las métricas usadas en la creación de la firma de marca genuina se ponderan según sea adecuado para los comportamientos conocidos de ese tipo de dispositivo de marcado particular, y el mapeado de énfasis/quitar énfasis resultante de las métricas llega a ser un Perfil de Ponderación de Métricas. En el paso 118, este perfil de la ponderación de métricas, basado en el tipo de dispositivo de marcado usado para crear la marca original, se almacena como parte de los datos de firma.

50 En el paso 120, las métricas de firma se almacenan como listas ordenadas de rasgos, en orden descendente de magnitud. La entrada de lista para cada característica incluye información que localiza la posición en la marca desde la que se extrajo ese rasgo.

55 En esta realización, el registro de cada símbolo se indexa bajo un contenido de identificador único (típicamente un número de serie) incluido en los datos codificados explícitamente en el símbolo. El registro se puede almacenar en un servidor o dispositivo de almacenamiento de datos accesible en red, o se puede almacenar localmente donde sea necesario. Se pueden distribuir copias al almacenamiento local en múltiples ubicaciones.

Métricas de firma de amplitud baja

Si el caso de un símbolo 20, o una región identificable dentro del símbolo, carece de cualquier rasgo de firma que satisfaga la magnitud mínima para una o más de las métricas de firma, en la presente realización ese hecho en sí mismo se almacena como parte de los datos de firma, utilizando por ello la falta de variación significativa de rasgo como parte de la información de identificación única para ese símbolo. En este caso, un símbolo sometido a verificación frente a esos datos se considera genuino solamente si también posee rasgos de firma cero que satisfagan la magnitud mínima para la métrica o métricas en cuestión, o al menos suficientemente que unos pocos rasgos significativos pasen una prueba estadística. En estos casos, la ponderación para esa métrica particular se disminuye, en la medida que una región sin características distintivas es un rasgo de identificación menos robusto que lo que sería una región con características distintivas significativas. Un símbolo o región sin ningún rasgo de firma significativo es la más útil negativamente. La ausencia de rasgos significativos tanto de la marca genuina 20 como de la marca candidata 30 es solamente una evidencia débil de que la marca candidata es genuina. La presencia de un rasgo significativo en una marca candidata 30, en la que la marca genuina 20 no tiene ningún rasgo, es la evidencia más fuerte de que la marca candidata está falsificada.

Se hace una excepción para rasgos de magnitud de firma apreciable que se pueden atribuir al daño del símbolo en el símbolo candidato 30, revelado a través del uso antes mencionado de la información de Corrección de Errores del símbolo de los algoritmos de decodificación de esa simbología particular, y sometido a los principios de la ponderación de las métricas de firma de fidelidad de la imagen capturada como se ha descrito previamente.

En el caso extremo en el que tanto la marca genuina 20 como la marca candidata 30 contengan SOLAMENTE datos por debajo del umbral (como en 2 símbolos "perfectos"), serían indistinguibles por el proceso del presente ejemplo debido a que ese proceso depende de alguna variación medible o bien en la marca genuina o bien la falsificada para actuar como una forma de detección. Eso no es un problema en la práctica, en la media que ninguno de los escenarios de uso contemplados actualmente (típicamente, impresión de alta velocidad en línea) produce símbolos perfectos.

Si es necesario, por ejemplo, si el proceso de impresión usado está demasiado bien controlado para producir una suficiencia de variaciones medibles, entonces en el paso 102 se pueden crear marcas 20 con variaciones aleatorias o casi aleatorias introducidas deliberadamente. Tales variaciones entonces se pueden detectar en conjunto con la detección de las variaciones que surgen de manera natural del proceso de creación de marca de la manera descrita previamente. Por ejemplo, si las marcas se imprimen en etiquetas, se pueden usar una impresora y un sustrato de etiquetas que produzcan marcas de una calidad alta tal que las variaciones que surjan de manera natural sean insuficientes para distinguir de manera fiable las marcas individuales unas de otras. En ese caso, el proceso de impresión se puede modificar para introducir anomalías aleatorias o casi aleatorias en las marcas impresas, de modo que las anomalías introducidas aleatoriamente y las variaciones que surgen de manera natural juntas sean suficientes para distinguir de manera fiable las marcas individuales unas de otras.

A diferencia de los métodos que dependen únicamente de los rasgos de seguridad aplicados deliberadamente, el presente proceso solamente necesita añadir un mínimo de rasgos casi aleatorios para fortalecer la variación que ocurre de manera natural. De esta forma, es posible crear las condiciones en las que la marca puede satisfacer entonces bastante los mínimos de umbral de filtro de magnitud para crear una firma utilizable. Tales artefactos se pueden introducir en la marca 20 usando cualquier método apropiado. Por ejemplo, en realizaciones ejemplares, la impresora puede estar adaptada para crear por sí misma los artefactos necesarios como parte del proceso de impresión, o el software que genera las marcas antes de la impresión se puede modificar para introducir artefactos, o similares. De esta manera, los artefactos introducidos deliberadamente pueden aumentar el rendimiento de los sistemas y métodos descritos en la presente memoria cuando se usan tecnologías de marcado de baja variación.

Análisis

Con referencia a la FIG. 11, en la presente realización, las métricas de firma se almacenan como una lista ordenada, en orden descendente de magnitud, e incluyen información que localiza su posición en la marca de la que se extrajeron. En la realización preferida, usando un código de Matriz de Datos 2-D como ejemplo, el proceso por el cual se evalúa una marca o símbolo candidato para determinar si es genuino es como sigue:

En el paso 152, se adquiere una imagen de la marca candidata 30 por el dispositivo de adquisición de imágenes 58.

En el paso 154, se decodifican los datos explícitos en la marca candidata 30 y se extrae su contenido de identificador único (UID).

En el paso 156, el UID se usa para buscar los datos de métrica de firma almacenados originalmente para el símbolo original 20 que tiene ese UID. Los datos almacenados se pueden recuperar del almacenamiento local 64 o se pueden recuperar de un servidor o dispositivo de almacenamiento de datos accesible en red 72. En el caso de una marca candidata 30 que no contiene un UID, se puede obtener alguna otra información de identificación en relación con la marca candidata 30. Alternativamente, toda la base de datos de firmas de marcas genuinas en el almacenamiento 64 o 72 se puede buscar después del paso 164 a continuación, para intentar localizar una firma genuina que coincida con la firma de la marca candidata.

En el paso 158, en el caso de un código de barras bidimensional u otro portador de datos para el cual se puede establecer una medida de calidad, se pueden obtener mediciones de calidad 158 para la marca candidata 30, de manera similar a las obtenidas en el paso 108 para la marca genuina 20. Las mediciones de calidad se pueden usar en los pasos de análisis posteriores para reducir la ponderación dada a una marca, o partes de una marca, que parecen haber sido dañadas desde que se aplicó. También, si las mediciones de calidad del símbolo original 20 se almacenaron como parte de los datos de firma genuina, las mediciones de calidad almacenadas se pueden verificar frente a los datos de firma extraídos de la marca candidata 30.

En el paso 160, se extraen rasgos de firma significativas de la imagen de la marca candidata 30 que se adquirió en el paso 152. La totalidad de la marca candidata 30 (distinta de las secciones que se han descalificado como dañadas debido a errores de ECC) se busca para los rasgos significativos. Además, la información que especifica las ubicaciones dentro del símbolo del que se extrajeron los datos de firma de símbolo original, genuino se usa para especificar desde dónde extraer los datos de firma del símbolo candidato. Eso asegura que se observe un rasgo presente en la marca 20 pero ausente de la marca 30.

En el paso 162, los rasgos de firma están codificados para su análisis.

En el paso 164, los datos de firma extraídos del símbolo candidato 30 se ordenan en el mismo orden (por ejemplo, ordenados por magnitud) como la lista original del símbolo original 20.

En los pasos 166, los datos de firma candidata se comparan con los datos de firma original almacenados. Los datos se someten a una operación estadística que revela una correlación numérica entre los dos conjuntos de datos. Cada métrica se somete a un análisis numérico individual que produce una medida que refleja la confianza individual del símbolo candidato como que es el artículo genuino para esa métrica. Si la marca no contiene datos de UID, y no están disponibles datos de identificación alternativos, puede ser necesario buscar a través de una base de datos de marcas similares, usando los procedimientos tratados con referencia a la FIG. 13 a continuación. Por ejemplo, en el caso de las FIG. 1 y 3, puede ser necesario buscar a través de todas las marcas genuinas 20 que tengan el mismo patrón abierto de módulos en blanco y negro. El objetivo de la búsqueda es identificar, o dejar de identificar, una única marca genuina 20 que sea similar de manera única a la marca candidata 30.

En el paso 168, en el que el Perfil de Ponderación de Métricas se almacenó como parte de los datos de firma genuina, esta información se usa para enfatizar y/o quitar énfasis de las métricas según sea adecuado para el tipo de dispositivo de marcado usado para crear las marcas genuinas originales.

En el paso 170, en el que los dispositivos de adquisición de imágenes 58 usados en los pasos 104 y 152 tienen diferentes sensibilidades, pueden necesitar ser ajustadas las contribuciones de datos de firma al resultado del análisis global. Por ejemplo, el umbral de magnitud mínima usado para rasgos significativos puede necesitar ser establecido en un nivel adecuado para el dispositivo de adquisición de imágenes 58 menos sensible, o puede necesitar ser omitida una métrica particular del conjunto de análisis, en la medida que se sabe que no transporta ninguna magnitud de firma adecuada en las marcas producidas por el dispositivo de marcado original. En algunos casos, un rasgo que se reconoce en una de las categorías de resolución más alta en la escala mostrada en la FIG. 10 se puede confundir por un escáner de menor resolución para un rasgo en una categoría diferente. Por ejemplo, un rasgo que se ve en alta resolución como un módulo negro con un vacío blanco se puede ver a baja resolución como un "módulo de baja pigmentación". En general, la resolución del escáner de verificación 58 se usa en conjunto con el Perfil de Ponderación de Métricas del dispositivo de marcado para determinar qué métricas enfatizar/quitar énfasis. En este ejemplo, en la imagen de baja resolución, el rasgo podría existir en la lista de "pigmento bajo", pero existiría tanto en las listas de "pigmento bajo" como "vacía" en la imagen de alta resolución. Dado que los métodos usados se someten en última instancia a analíticas basadas en estadísticas, la aparición ocasional de una marca menor que caiga por debajo de la resolución del escaneado original será de impacto insignificante, especialmente dado que, incluso aunque no se resuelva como un "objeto", su efecto se capturará en al menos una de las métricas empleadas (tal como el nivel de gris de módulo reducido como en este ejemplo). Eso ha probado ser cierto en ensayos prácticos incluso cuando se usan resoluciones de escaneado de hasta 2 veces más altas en la imagen de verificación que la que se usó en el escaneado de la firma original.

Si se desea corregir explícitamente la resolución del escaneado original y/o de verificación, en muchos casos, la resolución se puede determinar en el momento de la verificación detectando una caída comparativamente abrupta en el número de artefactos en el umbral de resolución del escáner. Alternativamente, donde el escáner original puede ser de menor resolución que el escáner de verificación, la resolución del escaneado, u otra información a partir de la cual se puede derivar la resolución, se puede incluir como metadatos con la firma almacenada, de manera similar al Perfil de Ponderación de Métricas tratado anteriormente. Cualquiera que sea el procedimiento que se use, ordenando los datos de firma en orden de magnitud del artefacto hace muy fácil aplicar o cambiar una magnitud de umbral.

En el paso 172, por exclusión, se espera que todas las ubicaciones dentro de una marca no representada en la lista ordenada de ubicaciones de rasgos que satisfagan el umbral de magnitud mínima estén desprovistas de rasgos de firma significativos cuando se analiza una marca genuina. Esta condición se evalúa examinando la magnitud de rasgo de firma en todas las ubicaciones dentro de una marca candidata en la que se esperan rasgos por debajo del

umbral, y ajustando los resultados para la métrica adecuada hacia la negativa cuando se encuentran rasgos que exceden el mínimo umbral. Si los rasgos significativos se encuentran en una región determinada que ha sido dañada cuando se evaluó la corrección de error del símbolo u otros atributos de calidad, el ajuste se disminuye o no se lleva a cabo, dependiendo de la ubicación del daño en relación con el punto de extracción de rasgos y la naturaleza de la métrica particular implicada. Por ejemplo, si se extrae una discrepancia en un rasgo de firma en relación con la marca original 20 de un módulo de la marca candidata 30 que está cerca, pero no es el mismo que, el módulo o módulos dañados, el ajuste negativo a la métrica debido a que ese rasgo se puede disminuir en una proporción que refleja confianza reducida en la firma de métrica, debido a que el módulo anterior, que está cerca de una región dañada conocida, puede haber sufrido un daño que afecte a la métrica pero caiga por debajo del umbral detectable de la calidad o el mecanismo de evaluación ECC de la simbología. Si la discrepancia se extrae directamente de un módulo dañado, o si la métrica es uno de los tipos que abarca múltiples módulos y esa extensión incluye el dañado, el ajuste no se aplicará en absoluto.

En el paso 174, estos valores de confianza individuales se usan entonces para determinar una confianza global en el símbolo candidato 30 como genuino (o falsificado), con los valores de confianza individuales estando ponderados adecuadamente como se ha descrito anteriormente usando información de fidelidad de imagen, resolución y daño de símbolo.

En el paso 176, se determina si el resultado está suficientemente definido para ser aceptable. Si la comparación de los datos de firma produce un resultado indeterminado (por ejemplo, las métricas individuales que tienen indicaciones contradictorias no resolubles a través del uso del mecanismo de ponderación de datos), se sugiere al usuario que envió el símbolo para su verificación que vuelva a enviar otra imagen del símbolo para su procesamiento, y el proceso vuelve al paso 152.

Por razones prácticas, el número de reintentos permitidos es limitado. En el paso 178, se determina si se ha excedido el límite de reintentos. Si es así, se evita un nuevo retorno para volver a escanear.

Una vez que el análisis se ha completado con éxito, los resultados del análisis de comparación se notifican en el paso 180. El informe puede aprobarse/fallar, o puede indicar el nivel de confianza en el resultado. Estos resultados se pueden mostrar localmente o transferirse a un sistema informático en red u otro dispositivo para una acción adicional. Si el resultado todavía es indeterminado cuando se alcanza el límite de reintentos, eso también pasa al paso 178, en el que el resultado indeterminado se puede notificar como tal.

Tras el almacenamiento de los datos de firma extraídos de la marca 20 mostrada en la FIG. 1, el presente método es capaz de reconocer esa misma marca como genuina cuando se presenta como una marca candidata 30 en virtud del hecho de que, cuando se analiza mediante el mismo proceso, se determina que posee los mismos datos de firma, al menos a un nivel deseado de confianza estadística. De manera similar, el presente método es capaz de identificar una copia falsificada 30 de la marca 20 mostrada en la FIG. 1, o distinguir un caso único diferente 30 de la marca, reconociendo que los datos de firma, por ejemplo, como extraídos del caso de la marca en la FIG. 3, no coinciden con los almacenados originalmente desde cuando la marca genuina mostrada en la FIG. 1 fue procesada originalmente.

Operación en sustratos distorsionados

Al desarrollar las métricas de firma en la realización preferida, puede ser importante la inmunidad a las distorsiones del sustrato sobre el que se hacen las marcas analizadas. La luminancia o el color del módulo, el sesgo de posición de la cuadrícula del módulo, las ubicaciones de vacíos o marcas y la forma del perfil del borde son propiedades en las que los métodos de extracción empleados se pueden hacer en gran medida inmunes a los impactos de datos de firma causados por la presentación en sustratos distorsionados. Esto se logra usando métodos de extracción de rasgos que escalan dinámicamente a la geometría de la marca presentada independientemente de los cambios en la relación de aspecto de la marca. El mecanismo principal para esto en la realización preferida es la creación de la cuadrícula de mejor ajuste para la marca candidata al inicio de la extracción. Esto es especialmente importante en el caso en el que la marca genuina 20 se haga en una etiqueta que se desplaza sobre una lámina de etiqueta plana, y la etiqueta se aplica entonces a un objeto que no es plano, tal como una botella con una superficie curva. Las marcas candidatas 30 enviadas a análisis para comprobar su estado como genuino o falsificado se adquirirán normalmente de manera natural para su procesamiento mientras que estén en la superficie no plana (una botella redonda en este ejemplo). La capacidad de verificar símbolos presentados en diversas geometrías de sustrato con un impacto mínimo en las métricas de firmas notificadas representa una ventaja significativa para los métodos descritos en la presente memoria.

Mediciones de referencia locales para datos de métrica para inmunidad ambiental

Para hacer aún más robusta la extracción de datos de firma precisos, siempre que sea posible, los métodos de esta invención utilizan referencia local de área dentro del símbolo analizado para componer los datos de firma. Esto proporciona una mayor inmunidad a cosas como la distorsión de sustrato antes mencionada, iluminación no uniforme del símbolo candidato cuando se adquiere para su procesamiento, ópticas de calidad no ideal o baja en el

dispositivo de adquisición, u otras muchas variables ambientales o sistemáticas. Para la realización preferida, las localizaciones de referencia de métrica son:

1. El color del módulo promedio, la pigmentación o la intensidad de la marca hacen referencia al vecino o a los vecinos más cercanos del estado del módulo opuesto (oscuro frente a claro o claro frente a oscuro). Cuando una celda se identifica como un rasgo significativo 92 con una densidad de pigmentación promedio desviada, las celdas para las que era un vecino más cercano pueden necesitar ser reevaluadas descontando la celda desviada identificada como referencia.
 2. El sesgo de la posición de la cuadrícula del módulo está referenciado a la cuadrícula de mejor ajuste de símbolo global, y como tal tiene una localización de referencia adaptativa nativa.
 3. El análisis de marcas extrañas o vacíos en los módulos de símbolos utiliza referencias de color, pigmentación o intensidad de marca del módulo local - es decir, el histograma de luminancia de la imagen dentro del módulo analizado en sí mismo proporciona valores de referencia para los métodos aplicados.
 4. Los métodos de proyección usados para extraer las formas de los bordes continuos largos en el símbolo son de naturaleza diferencial y tienen inmunidad nativa a las variables de impacto típicas.
- Con referencia ahora a la FIG. 12, una realización alternativa es similar al proceso descrito con referencia a la FIG. 5, pero puede usar tipos de marcas distintos del símbolo 2-D. Por ejemplo, el símbolo puede ser un código de barras lineal de 1-D, un logotipo de empresa, etc. La FIG. 12 muestra algunos rasgos de un código de barras lineal de 1-D 200 que se pueden usar como métricas de firma. Éstas incluyen: variaciones en la anchura de y/o de separación entre las barras 202; variaciones en el color, pigmentación o intensidad 204 promedio; vacíos en las barras negras 206 (o puntos negros en rayas blancas); o irregularidades en la forma de los bordes de las barras 208.

Análisis por el método de autocorrelación

En las realizaciones descritas anteriormente, la lista de datos en bruto para cada métrica primero se hace coincidir con el índice de agrupación y se somete a una correlación normalizada con un conjunto de métricas extraído de orden similar a partir de un símbolo candidato. Estos resultados de correlación se usan entonces para llegar a una decisión de coincidencia/no coincidencia (genuina frente a falsificada). Para hacer eso, el almacenamiento de la firma necesariamente incluye el orden de ordenación de los módulos de símbolos genuinos originales, así como los valores de métricas capacitadas en sí mismos, completados para cada métrica. Además de la necesidad de almacenamiento exhaustivo, los datos en bruto no se "normalizan", debido a que cada medida tiene su propia escala, algunas veces ilimitada, lo que complica la selección de profundidades de bits de almacenamiento. Una implementación típica de las realizaciones descritas anteriormente tiene un tamaño de firma almacenado de aproximadamente 2 kilobytes.

Con referencia ahora a las FIG. 13 a 17, se aplica una realización alternativa de métodos de procesamiento posterior, almacenamiento y comparación de métricas después de que las métricas de artefactos originales se hayan extraído y estén disponibles como una lista asociada de agrupación de índices (asociable por la posición del módulo en el símbolo). En base a la autocorrelación, la aplicación de este nuevo método de procesamiento posterior puede producir al menos en algunas circunstancias varios beneficios significativos cuando se compara con las firmas de las realizaciones previas. Lo más significativo es una reducción en el tamaño del paquete de datos: se ha realizado una reducción del 75% en los datos de firma almacenados. Incluso más (hasta un 90% de reducción) es posible con la aplicación de algunos métodos menores de compresión de datos adicional. Esta drástica reducción surge del uso de la autocorrelación, la ordenación de listas, y la normalización resultante y las oportunidades de modelado de datos que estos mecanismos permiten sean aplicadas a los datos de los artefactos originales.

Cuando en las realizaciones descritas anteriormente el análisis de un conjunto particular de datos de métricas toma la forma de comparación de las métricas en bruto ordenadas extraídas de un símbolo candidato con las métricas en bruto ordenadas de forma similar extraídas del símbolo genuino, el método de autocorrelación compara la serie de autocorrelación de los datos de métricas de símbolos candidatos ordenados con la serie de autocorrelación de los datos de símbolos genuinos ordenados (almacenados) – efectivamente ahora correlacionamos las autocorrelaciones. Por claridad, la operación estadística bien conocida

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \sqrt{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}}$$

es la Ecuación de Correlación Normalizada común, en la que:

- r es el resultado de la correlación,
- n es la longitud de la lista de datos de la métrica, y

x e y son los conjuntos de datos de métricas Genuina y Candidata.

Cuando la operación se implementa como una autocorrelación, ambos conjuntos de datos x e y son los mismos.

Para producir la serie de autocorrelación, la correlación se realiza múltiples veces, desplazando cada vez la serie x en una posición de índice adicional con respecto a la serie y (recordar que y es una copia de x). A medida que progresa el desplazamiento, el conjunto de datos debe “envolverse” de vuelta al principio a medida que se excede el último índice de la serie de datos y debido al desplazamiento del índice x; esto se logra a menudo de manera más práctica doblando los datos y y “deslizándolo” los datos x del desplazamiento 0 hasta el desplazamiento n para generar la serie de autocorrelación.

Al implementar el planteamiento de autocorrelación, el primer beneficio observado es que no es necesario almacenar los valores de datos de firma en sí mismos como parte de los datos almacenados. En la autocorrelación, una serie de datos se correlaciona simplemente contra sí misma. Así, cuando previamente era necesario entregar tanto el orden (clasificación) de extracción como los valores de datos de firma genuina al dispositivo de verificación para su validación, ahora solamente es necesario proporcionar el orden de clasificación/extracción para la operación de la serie de autocorrelación.

La firma de autocorrelación genuina necesaria para comparar con los resultados del símbolo candidato no requiere almacenar o pasar los datos genuinos al verificador. Debido a que la operación de generación de la firma siempre se realiza sobre datos de métricas ordenadas, la serie de autocorrelación para la información de los artefactos originales es siempre una curva polinómica simple. Por lo tanto, en lugar de necesitar almacenar la serie de autocorrelación entera de cada métrica de símbolo genuino, es suficiente almacenar un conjunto de coeficientes polinómicos que describan (con un orden y precisión predeterminados) una curva de mejor ajuste que coincida con la forma de los resultados de autocorrelación genuinos para cada métrica

En una realización, se calcula r_{xy} , en el que cada término x_i es un artefacto representado por su magnitud y ubicación, y cada término $y_i = x_{(i+j)}$, donde j es el desplazamiento de los dos conjuntos de datos, para $j = 0$ a $(n-1)$. Debido a que los x_i están ordenados por magnitud, y la magnitud es los dígitos más significativos de x_i , hay una correlación muy fuerte en o cerca de $j = 0$, cayendo rápidamente hacia $j = n/2$. Debido a que y es una copia de x, j y n-j son intercambiables. Por lo tanto, la serie de autocorrelación siempre forma la curva en forma de U mostrada en la FIG. 13, que es necesariamente simétrica alrededor de $j = 0$ y $j = n/2$. Por lo tanto, de hecho es necesario calcular solamente la mitad de la curva, aunque en la FIG. 13 se muestra por claridad la curva entera desde $j = 0$ a $j = n$.

En la práctica, se ha encontrado que una ecuación de sexto orden que usa valores de coma flotante de 6 bytes para los coeficientes siempre coincide con los datos genuinos con un error de ajuste de curva o “fidelidad de reconocimiento” del 1%. Es decir, si se hace una validación de candidato usando los números de autocorrelación reales y entonces se hace de nuevo la validación sobre la misma marca usando la curva modelada por polinomio, los resultados de coincidencia obtenidos estarán dentro del 1% de cada uno. Eso es cierto tanto para el resultado de coincidencia alto para una marca candidata genuina como para el resultado de coincidencia bajo para una marca candidata falsificada. Eso permite que una serie de autocorrelación completa sea representada solamente con 7 números. Suponiendo que se obtienen 100 puntos de datos para cada métrica, y que hay 6 métricas (que se han encontrado que son números prácticos razonables), eso produce una reducción de 600 valores de datos a solamente 42, sin pérdida de capacidad de diferenciación de símbolos o fidelidad de análisis. Incluso si los números individuales son más grandes, por ejemplo, si los 600 números en bruto son números enteros de 4 bytes y los 42 coeficientes polinómicos son números de coma flotante de 6 bytes, hay una reducción de datos de casi el 90%. En un prototipo experimental, 600 valores de un único byte se convirtieron en 42 flotantes de 4 bytes, reduciendo 600 bytes a 168 bytes, una reducción del 72%.

Además, los datos de firma almacenados ahora están explícitamente delimitados y normalizados. Los coeficientes polinómicos se expresan con una precisión fija, los datos de autocorrelación en sí mismos están siempre por definición entre -1 y +1, y la lista de orden de clasificación es simplemente la ubicación del índice de agrupación de módulos dentro del símbolo analizado. Para una matriz de datos 2D, el índice de agrupación de módulos es un índice de trama ordenada de posición de módulo dentro de un símbolo, ordenado a partir del dato de origen convencional para esa simbología, y de esta manera tiene un tamaño máximo definido por la definición de la simbología de matriz. En un tipo común de matriz de datos 2D, el origen es el punto en el que se encuentran dos barras sólidas que delimitan los lados izquierdo e inferior de la cuadrícula. También se establece una longitud de lista ordenada estándar de 100 puntos de datos para cada métrica, dando una firma predecible, estable y compacta.

En una realización, la comparación de una firma genuina con una candidata comienza ahora con la “reconstitución” de la firma de autocorrelación del símbolo genuino usando los coeficientes polinómicos almacenados. Entonces, los datos de métricas en bruto se extraen a partir del símbolo candidato y se ordenan en el mismo orden de clasificación, lo que se puede indicar como parte de los datos de firma genuina si no están predeterminados.

Los datos de métricas candidatas entonces se autocorrelacionan. La serie de autocorrelación resultante se puede correlacionar entonces contra la curva de autocorrelación genuina reconstituida para esa métrica, o alternativamente las dos curvas se pueden comparar calculando un error de ajuste de curva entre el par. Esta correlación se ilustra

gráficamente en las FIG. 13 y 16. Este resultado de correlación final entonces llega a ser el resultado “coincidente” individual para esa métrica particular. Una vez completados para todas las métricas, los resultados “coincidentes” se usan para tomar la decisión genuino/falsificado para el símbolo candidato.

5 Adicionalmente, se puede hacer uso además de las curvas de autocorrelación aplicando un análisis de serie de potencias a los datos a través de una transformada discreta de Fourier (DFT). Por claridad, la operación bien conocida

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n \cdot e^{-i2\pi kn/N}$$

es la Transformada Discreta de Fourier, en la que:

X_k es la componente de frecuencia de orden k ,

10 N es la longitud de la lista de datos de métrica, y

x es el conjunto de datos de métrica.

Se calcula entonces la Serie de Potencias de los datos DFT. Cada componente de frecuencia, representada por un número complejo en la serie DTF, se analiza entonces por magnitud, con la componente de fase descartada. Los datos resultantes describen la distribución de la energía espectral de datos de métrica, de baja a alta frecuencia, y llega a ser la base para un análisis posterior. Ejemplos de estas series de potencias se muestran gráficamente en las FIG. 14, 15 y 17.

Se emplean dos analíticas en el dominio de frecuencia – Kurtosis y una medida de distribución de energía alrededor de la frecuencia de banda central del espectro total, conocida como Sesgo de Distribución. Kurtosis es una operación estadística común usada para medir “lo puntiagudo” de una distribución, útil aquí para señalar la presencia de frecuencias agrupadas estrechamente con banda limitada extendida en los datos de la serie de potencias. Empleamos una función Kurtosis modificada, definida por

$$kurtosis = \frac{\sum_{n=1}^N (Y_n - \bar{Y})^4}{N(N-1)s^4}$$

en la que:

\bar{Y} es la media de los datos de magnitud de la serie de potencias,

25 s es la desviación estándar de las magnitudes, y

N es el número de frecuencias espectrales discretas analizadas.

El Sesgo de Distribución se calcula como

$$DB = \frac{\sum_{n=0}^{(N/2)-1} x_n - \sum_{n=N/2}^N x_n}{\sum_{n=0}^N x_n}$$

en la que N es el número de frecuencias espectrales discretas analizadas.

30 La curva polinómica uniforme de las firmas de métricas de símbolos genuinos (que surgen de la ordenación por magnitud) produce características reconocibles en la firma espectral cuando se analiza en el dominio de la frecuencia. Un símbolo candidato, cuando los datos de métricas se extraen en el mismo orden que se prescribe por los datos de firma genuina, presentará una distribución de energía espectral similar si el símbolo es genuino; es decir, el orden de clasificación genuino “concuerta” con las magnitudes de métricas del candidato. El desacuerdo en las magnitudes ordenadas, u otras señales superpuestas (tales como los artefactos de fotocopiado), tienden a mostrarse como componentes de alta frecuencia que de otro modo están ausentes en los espectros de símbolos genuinos, proporcionando de esta manera una medida adicional de autenticidad del símbolo. Esto aborda la

- posibilidad de que una serie de autocorrelación falsificada aún pudiera satisfacer el umbral de coincidencia estadística mínimo del símbolo genuino. Esta es una posibilidad remota, pero puede ocurrir de manera concebible cuando se usa una correlación normalizada si el intervalo global de los datos es grande en comparación con la magnitud de los errores entre puntos de datos individuales, y el orden de clasificación natural de las magnitudes de métricas dominantes ocurre que está cerca de aquél del símbolo genuino. Las características de distribución de la serie de potencias DFT de tal señal revelarán la mala calidad de la coincidencia a través de las altas frecuencias presentes en los errores de coincidencia de pequeña amplitud de la serie candidata. Tal situación podría ser indicativa de una fotocopia de un símbolo genuino. En términos específicos, aquí esperamos una alta Kurtosis y una alta Relación de Distribución en los espectros de un símbolo genuino.
- 5
- 10 Junto con el resultado de coincidencia de autocorrelación, hacemos uso de esta información de distribución de serie de potencias como una medida de “confianza” en la verificación de un símbolo candidato.
- La FIG. 13 muestra una comparación de la serie de autocorrelación para una única métrica entre un artículo genuino (aproximación polinómica) y un símbolo candidato (genuino en este caso). Obsérvese el acuerdo de cierre; aquí la correlación entre las 2 series de autocorrelación excede el 93%.
- 15 La FIG. 14 es una serie de potencias de los datos de autocorrelación genuinos originales usados para la FIG. 13. Se puede ver claramente que el espectro está dominado por las bajas frecuencias.
- La FIG. 15 es una serie de potencias similar a la FIG. 14 de una imagen adquirida por un teléfono celular del artículo genuino de la FIG. 14. Está presente algún ruido de imagen, pero el espectro de potencia global coincide estrechamente con el espectro genuino, con la misma dominancia de las componentes de baja frecuencia.
- 20 La FIG. 16 muestra una comparación de la serie de autocorrelación para una única métrica entre la aproximación polinómica para un artículo genuino y un símbolo candidato (aquí una falsificación). Hay un desacuerdo considerable, y la autocorrelación del candidato es notablemente más irregular que en la FIG. 13. La correlación numérica entre las dos series es baja (<5%) y la forma irregular de los datos también es evidente en el análisis DFT (a continuación).
- 25 La FIG. 17 muestra la serie de potencias de la imagen adquirida por el teléfono celular del símbolo falsificado del gráfico 4. Obsérvese cómo las componentes de baja frecuencia se reducen con la energía espectral total ahora extendida para incluir partes significativas del intervalo de frecuencia más alto.
- Realización alternativa usando comparaciones de Cadena Literal
- 30 Con referencia ahora a la FIG. 18, en algunas implementaciones es deseable evitar el uso de métodos computacionalmente intensivos tales como correlación numérica u otras operaciones estadísticas. En otros casos, la marca que se usa para la extracción de la firma puede no ser un símbolo que transporta datos, o puede ser un símbolo con capacidad de datos limitada, que no permite la asociación de las métricas de firma de marca con un identificador único, tal como un número de serie. En una realización alternativa, los datos de firma para la marca se pueden codificar como una cadena de bytes, que se pueden visualizar como caracteres ASCII, en lugar de los datos de magnitud numérica usados en el ejemplo anterior. Este formato de datos alternativo proporciona la capacidad de usar los datos de firma directamente como un medio de búsqueda de una marca en particular, como en una base de datos, por ejemplo, como normalmente se haría usando un número de serie en el caso de un símbolo que transporta datos. Cuando se codifican los datos de marca como una cadena literal de caracteres ASCII, los datos ASCII de firma llegan a ser la información de identificador único para la marca, actuando como lo haría un número de serie, por ejemplo, como en el caso de un símbolo que transporta datos.
- 35
- 40
- En esta realización, en lugar de almacenar la ubicación y la magnitud de cada métrica de firma para una marca, lo que se almacena es la presencia (o ausencia) de rasgos de firma significativos y cada una de las ubicaciones evaluadas dentro de una marca. Por ejemplo, en el caso de un símbolo de Matriz de Datos 2D que no transporta/codifica un identificador/número de serie único, los datos de firma se pueden almacenar como una cadena de caracteres, cada uno codificando la presencia/ausencia de un rasgo que excede el umbral de magnitud mínimo para cada métrica de firma en un módulo, pero no codificando datos adicionales alrededor de la magnitud o el número de rasgos en una métrica cualquiera. En este ejemplo, cada módulo en el símbolo tiene 4 bits de datos, un bit para cada una de las métricas de firma, en el que un “1” indica que la firma de métrica particular tiene un rasgo significativo en esa ubicación del módulo. Por lo tanto, en este ejemplo, cada combinación posible de las 4 métricas extraídas y probadas frente a los mínimos del límite de magnitud se puede codificar en medio byte por módulo; 0000 (0 hexadecimal) que significa que ninguna de las métricas de firma probadas están presentes en un grado mayor que el mínimo de la magnitud en ese módulo particular, hasta 1111 (F hexadecimal), que significa que todas de las cuatro métricas de firmas probadas están presentes en un grado mayor que el mínimo de magnitud en ese módulo particular.
- 45
- 50
- 55 En el ejemplo de una matriz de datos 2-D 250 mostrada en la FIG. 18, los primeros seis módulos están codificados como sigue. Un primer módulo 252 no tiene ningún artefacto para la luminancia promedio: es satisfactoriamente negro. No tiene sesgo de cuadrícula. Tiene un gran vacío blanco. No tiene ningún artefacto en forma de borde: sus bordes son rectos y uniformes. De esta manera, está codificado 0010. Un segundo módulo 254 tiene un vacío y un

artefacto de forma de borde, y está codificado 0011. Un tercer módulo 256 es notablemente gris en lugar de negro, pero no tiene otros artefactos, y está codificado 1000. Un cuarto módulo 258 no tiene artefactos, y está codificado 0000. Un quinto módulo 260 tiene un sesgo de cuadrícula pero no otros artefactos, y está codificado 0100. Un sexto módulo no tiene artefactos, y está codificado 0000. De esta manera, los primeros seis módulos están codificados como binarios 00100011 10000000 01000000, o hexadecimal 238040, o decimal 35-128-64, o ASCII # € @. (Algunos códigos ASCII, especialmente aquéllos en el intervalo extendido del decimal 128-255, tienen asignaciones de caracteres variables. Eso no es importante para la implementación actual, dado que nunca se expresan realmente como caracteres legibles por el ser humano).

Análisis bajo la Realización de Codificación de Cadena Literal

10 Las métricas de firma de la marca genuina se almacenan como una cadena ASCII, codificando los datos de firma como se ha descrito anteriormente. Usando un código de Matriz de Datos 2D como ejemplo, con un tamaño de símbolo típico de 22 x 22 módulos, la porción de cadena ASCII que contiene los datos de firma única sería de 242 caracteres de longitud, suponiendo que los datos están empaquetados 2 módulos por carácter (byte). Las cadenas de firma de marcas genuinas se almacenan en una base de datos, archivo plano, documento de texto o cualquier
15 otra construcción adecuada para almacenar poblaciones de distintas cadenas de caracteres. Los datos almacenados pueden estar en el almacenamiento local en el que se espera que sean necesarios, o se puede buscar sobre una red en cualquier servidor o dispositivo de almacenamiento de datos conectado.

En este ejemplo, el proceso por el cual se evalúa una marca candidata para determinar si es genuina es el siguiente:

1. El símbolo candidato se analiza y se extrae su cadena ASCII de firma.
- 20 2. Esta cadena de firma se usa como una consulta de búsqueda de los datos de firma genuina almacenados para intentar encontrar una coincidencia dentro del conjunto de datos de firma genuina.
3. Los datos almacenados se someten a una prueba para una coincidencia exacta de la cadena de búsqueda de candidata completa. Si no se encuentra una coincidencia de cadena completa, se puede buscar una coincidencia aproximada, o bien buscando subcadenas o bien mediante una búsqueda de "coincidencia difusa" en todas las
25 cadenas. Los algoritmos para buscar una cadena candidata frente a una base de datos de cadenas de referencia, y devolver la identidad de la mejor coincidencia o de las mejores coincidencias y la identidad porcentual, son bien conocidos y, con el interés de la concisión, no se describirán aún más aquí.
4. Cuando la búsqueda devuelve una coincidencia con una cadena de referencia de al menos un primer umbral mínimo de coincidencia de confianza, los símbolos original y candidato se pueden aceptar como el mismo. Cuando
30 la búsqueda no devuelve ninguna cadena con una coincidencia porcentual por encima de un segundo umbral inferior, el símbolo candidato se puede rechazar como falsificado o no válido.
5. Cuando la búsqueda devuelve una cadena de referencia con una coincidencia porcentual entre los umbrales primero y segundo, el resultado se puede considerar que es indeterminado. Cuando la búsqueda devuelve dos o más cadenas de referencia con una coincidencia porcentual por encima del segundo umbral, el resultado se puede
35 considerar que es indeterminado, o se puede llevar a cabo un análisis adicional para hacer coincidir la cadena candidata con una u otra de las cadenas de referencia.
6. Cuando el resultado es indeterminado, se puede sugerir al usuario que envíe el símbolo para su verificación que vuelva a enviar otra imagen del símbolo para su procesamiento. En su lugar, o además, el método de extracción de firma puede emplear un método de reintento para codificar las características individuales en la imagen original. El
40 método de reintento se puede aplicar a cualquier módulo cuyos datos de firma en el símbolo candidato estén cerca del umbral mínimo de magnitud para esa métrica. (En esta realización, la magnitud de datos de firma no está disponible para los símbolos originales almacenados). Si el símbolo que se analiza usa un mecanismo de corrección de errores, el método de reintento se puede aplicar a cualquier módulo en un símbolo, o parte del símbolo, que el mecanismo de corrección de errores indique como posiblemente dañado o alterado. En su lugar, o además,
45 cualquier dato de firma con una magnitud que esté cerca de ese umbral de magnitud mínimo se le puede quitar énfasis, por ejemplo, buscando con su bit de presencia afirmado (establecido en 1) y luego de nuevo con el bit no afirmado (establecido en 0), o sustituyendo un carácter "comodín". Alternativamente, la consulta de coincidencia porcentual se puede volver a calcular dando una ponderación reducida o nula a esos bits que representan rasgos que están cerca del umbral.
- 50 7. Una vez completado con éxito, se notifican los resultados del análisis de comparación. Estos resultados se pueden mostrar localmente o transferir a un sistema informático en red u otro dispositivo para acción adicional. Los resultados indeterminados se pueden notificar como tales.

Las ventajas de las realizaciones de la presente invención incluyen, sin limitación, la capacidad de identificar de manera única un artículo usando una marca que se ha colocado en el artículo con otro propósito, sin la necesidad de
55 introducir específicamente elementos abiertos o encubiertos con los propósitos de antifalsificación. Una ventaja adicional es que tal identificación puede ser muy difícil de falsificar. Otras ventajas incluyen la capacidad de integrar las funciones de la presente invención en tecnologías existentes usadas comúnmente para leer símbolos de códigos

de barras, tales como cámaras de visión artificial, lectores de códigos de barras y “teléfonos inteligentes” de consumo equipados con cámaras, sin alterar el comportamiento primario, la construcción o la usabilidad de los dispositivos. Otra ventaja, en el caso de un código de barras bidimensional, por ejemplo, es la capacidad de usar los datos de firma como medios para proporcionar un portador de datos redundante con el propósito de identificar un artículo.

En un caso en el que el daño a la marca candidata hace solamente parcialmente legible, o hace imposible leer y/o decodificar un símbolo que transporta datos, o similar, los rasgos de identificación sin daños de solamente una parte de la marca pueden ser suficientes para identificar la marca. Una vez que la marca candidata se identifica de esta manera con una marca genuina, la firma de la marca genuina se puede recuperar del almacenamiento, y cualquier información que se incorporó a la firma, tal como un número de serie del artículo marcado, se puede recuperar de la firma recuperada en lugar de directamente de la marca dañada. Por lo tanto, los datos de firma, o bien en combinación con la información del símbolo codificado parcialmente recuperado o bien no, se pueden usar para identificar de manera única un artículo. Esto tiene muchas ventajas, particularmente considerando cómo se puede dañar una marca que transporta datos durante el tránsito de un artículo marcado a través de la cadena de suministro de un fabricante. Este desafío se ha abordado comúnmente en la técnica anterior asegurando que se cree un portador de datos con una calidad o “grado” muy alto en el punto de marcado. La meta era producir una marca de tal alta calidad que aún será completamente legible incluso después de someterse a una degradación significativa debida a daños físicos en la cadena de suministro. Eso suponía una carga excesiva de costes y reducía los rendimientos de fabricación para el productor del artículo, en la medida que se esforzaba por asegurar que solamente las marcas de la más alta calidad entrasen en su cadena de suministro. La presente realización tiene la ventaja de eliminar la necesidad de producir marcas de la más alta calidad al mismo tiempo que todavía proporciona una forma de identificación de marcas ilegibles que no se pueden decodificar de la forma normal debido al daño del símbolo.

Mientras que la descripción escrita precedente de la invención permite a un experto ordinario hacer y usar lo que se considera actualmente que es el mejor modo de la misma, aquéllos de los expertos ordinarios comprenderán y apreciarán la existencia de variaciones, combinaciones y equivalentes de la realización, método y ejemplos específicos en la presente memoria.

Por ejemplo, un ejemplo de rasgos de un código de barras 2-D se describe con referencia a la FIG. 5. Un ejemplo de rasgos de un código de barras 1-D se describe con referencia a la FIG. 12. Como se mencionó anteriormente, otros símbolos, tales como el logotipo de una empresa, se pueden usar como símbolo de destino. Los rasgos, y las variaciones específicas de esos rasgos, que se usan como métricas de firma son casi ilimitados, y está en los expertos ordinarios en la técnica, con la comprensión de la presente especificación, elegir un símbolo adecuado o disponible, y elegir métricas y rasgos adecuados, para poner en práctica los presentes métodos. En algunas realizaciones, la marca no necesita ser aplicada con vistas a extraer datos de firma según los presentes métodos. En su lugar, se podría usar una marca que ya se haya creado, a condición de que contenga los rasgos de artefactos adecuados.

Cuando se aplica una marca original a un artículo original, y/o se añade un artículo original a un objeto original, la marca o artículo puede contener información acerca del artículo u objeto. En ese caso, los métodos y sistemas descritos anteriormente pueden incluir la verificación de información acerca del artículo u objeto que se incluye en la marca o artículo, incluso cuando el artículo u objeto subyacente no se sustituya o altere físicamente. Por ejemplo, cuando se marca un objeto con una fecha de caducidad, puede ser deseable rechazar un objeto con una fecha de caducidad alterada como “no auténtico”, incluso si el objeto en sí mismo es el objeto original. Las realizaciones de los presentes sistemas y métodos producirán ese resultado, si los artefactos usados para la verificación se encuentran en la fecha de caducidad, por ejemplo, como imperfecciones de la impresión. Otra información, tal como números de lote y otros datos de seguimiento del producto, se puede verificar de manera similar.

Las realizaciones se han descrito principalmente en términos de adquisición de un código de barras 2-D entero para datos de firma. No obstante, la marca se puede dividir en zonas más pequeñas. Cuando la marca original es lo suficientemente grande, y tiene suficientes artefactos que son datos de firma potenciales, solamente se pueden adquirir y procesar una, o menos que todas las zonas. Cuando se adquiere y procesa más de una zona, los datos de firma de diferentes zonas se pueden registrar por separado. Esto es especialmente útil si la marca es un símbolo que codifica datos con corrección de errores, y la corrección de errores se refiere a zonas más pequeñas que el símbolo entero. Entonces, si la corrección de errores indica que parte del símbolo candidato está dañado, se pueden descartar los datos de firma de la parte dañada.

Aunque las realizaciones se han descrito principalmente en términos de distinguir una marca original (y por implicación, un artículo original al que se aplica o une esa marca) de una copia falsificada de la marca, los presentes métodos, aparatos, y productos se pueden usar para otros propósitos, incluyendo distinguir entre diferentes casos de la marca (y artículo) original.

En el interés de la simplicidad, se han descrito realizaciones específicas en las que los artefactos son defectos en la impresión de una marca impresa, aplicados directamente al artículo que ha de ser verificado, o a una etiqueta

aplicada a un objeto que ha de ser verificado. No obstante, como ya se ha mencionado, se puede usar cualquier rasgo que sea suficientemente detectable y permanente, y suficientemente difícil de duplicar.

5 Se han descrito algunas de las realizaciones como que usan una base de datos de datos de firma de artículos genuinos, dentro de los cuales se lleva a cabo una búsqueda de datos de firma que coinciden al menos parcialmente con los datos de firma extraídos de una marca candidata. No obstante, si el artículo candidato se identifica como un artículo genuino específico de alguna otra forma, puede ser innecesaria una búsqueda, y los datos de firma extraídos de la marca candidata se pueden comparar directamente con los datos de firma almacenados para el artículo genuino específico.

10 Por consiguiente, se debería hacer referencia a las reivindicaciones adjuntas, en lugar de a la especificación precedente, como se indica en el alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método de creación de una firma para una marca impresa genuina (20) a ser usada para verificación posterior de la identidad de una marca impresa candidata (30), en la que la marca impresa genuina (20) está impresa en un artículo original, el método que comprende:
 - 5 examinar la marca impresa genuina (20) para una pluralidad de categorías de imperfecciones u otras variaciones en la impresión que son específicas de la marca impresa genuina (20);

extraer información asociada con las imperfecciones u otras variaciones en la impresión de cada categoría de la marca impresa genuina (20);

ponderar las categorías según el tipo de impresora que creó la marca impresa genuina (20);
 - 10 almacenar datos que representan la información extraída y la ponderación de las categorías como una firma para la marca impresa genuina (20) en un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador no transitorio (76) separado del artículo original.
2. El método de la reivindicación 1, en el que al menos algunas de las imperfecciones u otras variaciones en la impresión no eran producibles de manera controlable en la impresión de la marca impresa genuina (20) en el artículo original.
- 15 3. El método de la reivindicación 1, en el que:

la marca impresa genuina (20) comprende un identificador en el que el identificador está asociado con el artículo original y las imperfecciones u otras variaciones en la impresión no alteran la asociación; y

el almacenamiento comprende almacenar la información para ser al menos localizable parcialmente usando el identificador.
- 20 4. El método de la reivindicación 1, que comprende además

para cada categoría de imperfección u otra variación en la impresión, clasificar la información extraída;

calcular una serie de autocorrelación de la información clasificada; y

en el que almacenar los datos comprende además almacenar datos que representan la serie de autocorrelación.
- 25 5. El método de la reivindicación 4, que comprende además aproximar la serie de autocorrelación a un polinomio, y en el que los datos que representan la serie de autocorrelación comprenden coeficientes del polinomio en un orden seleccionado.
6. Un método de verificación de una identidad de una marca impresa candidata (20) en un artículo candidato, que comprende:
 - 30 examinar la marca impresa candidata (30) para una pluralidad de categorías de imperfecciones u otras variaciones en la impresión que son específicas de la marca impresa candidata (30);

extraer información asociada con las imperfecciones u otras variaciones en la impresión de cada categoría de la marca impresa candidata (30);
 - 35 recuperar datos almacenados que representan información asociada con imperfecciones u otras variaciones en la impresión de la pluralidad de categorías extraídas de una marca impresa genuina (20) impresa en un artículo impreso original de un dispositivo de almacenamiento (76);

para cada una de la pluralidad de categorías, comparar la información extraída de la marca impresa candidata (30) con la información extraída de la marca impresa genuina (20);

ponderar la pluralidad de categorías según el tipo de impresora que creó la marca impresa genuina (20);
 - 40 usar la ponderación para combinar los resultados de las comparaciones;

determinar, en base a los resultados combinados, si la información extraída de la marca impresa genuina (20) coincide con la información extraída desde la marca impresa candidata (30); y

en base a la determinación, verificar que la marca impresa candidata, es genuina.
- 45 7. El método de la reivindicación 6, en el que la determinación comprende evaluar una probabilidad estadística, de que la información extraída de la marca impresa genuina (20) coincide con la información extraída de la marca impresa candidata (30).

8. El método de la reivindicación 7, que comprende además, en el caso de que la probabilidad estadística exceda un primer umbral, determinar que la marca impresa candidata es genuina;
- en el caso de que la probabilidad estadística esté por debajo de un segundo umbral inferior que el primer umbral, determinar que la marca impresa candidata no es genuina; y
- 5 en el caso de que la probabilidad estadística esté entre el primer y el segundo umbrales, notificar que no se puede determinar si la marca impresa candidata es genuina.
9. El método de la reivindicación 6, en el que al menos algunas de las imperfecciones u otras variaciones en la impresión son las de un símbolo que codifica los datos y soporta detección de errores, en el que la información de extracción asociada con las imperfecciones u otras variaciones en la impresión de cada categoría de la marca impresa candidata (30) incluye la determinación de un estado de error de un símbolo que tiene las imperfecciones u otras variaciones en la impresión, y en el que el estado de error indica que parte del símbolo está dañado, la comparación comprende descontar información que representa imperfecciones u otras variaciones en la impresión en la parte dañada del símbolo.
10. El método de la reivindicación 6, que comprende además:
- 15 para cada categoría de imperfección u otra variación en la impresión, clasificar la información extraída; y
- calcular una serie de autocorrelación de la información clasificada;
- en el que los datos almacenados comprenden datos que representan una serie de autocorrelación de la información clasificada extraída de imperfecciones u otras variaciones en la impresión de la marca impresa genuina (20); y
- 20 en el que la comparación comprende comparar la serie de autocorrelación de la información clasificada extraída de imperfecciones u otras variaciones en la impresión de la marca impresa genuina (20) con la serie de autocorrelación de la información clasificada extraída de las imperfecciones u otras variaciones en la impresión de la marca impresa candidata (30).
11. Un sistema para crear una firma para una marca impresa genuina (20) por el método de la reivindicación 1, que comprende:
- 25 el primer dispositivo de adquisición de imágenes operable para adquirir una imagen de la marca impresa genuina (20).
12. El sistema de la reivindicación 11, que comprende además:
- 30 un segundo dispositivo de adquisición de imágenes (58) operable para adquirir una imagen de la marca impresa candidata (30).
13. El sistema de la reivindicación 11, que comprende además una impresora operable para imprimir la marca impresa original (20) sobre el artículo original, en el que las imperfecciones u otras variaciones en la impresión son características de la marca impresa original (20) que se producen cuando la impresora imprime la marca impresa original (20), y al menos algunas de las imperfecciones u otras variaciones en la impresión no son producibles de manera controlable por la impresora.
- 35 14. El sistema de la reivindicación 11, que comprende además al menos un artículo original en el que una marca impresa original (20) se imprime para la cual los datos de artefacto clasificados se almacenan en el dispositivo de almacenamiento legible por ordenador (76).
- 40 15. Un sistema para verificar la identidad de una marca impresa candidata (30) por el método de la reivindicación 7, que comprende:
- un dispositivo de adquisición de imágenes (58) operable para capturar una imagen de la marca impresa candidata.
16. Unos medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios que almacenan instrucciones legibles por ordenador que, cuando se ejecutan en un procesador informático adecuado, crean una firma para la marca impresa original (20) según el método de la reivindicación 1.
- 45 17. Unos medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios que almacena instrucciones legibles por ordenador que, cuando se ejecutan en un procesador informático adecuado, verifican la identidad de una marca impresa candidata según el método de la reivindicación 6.

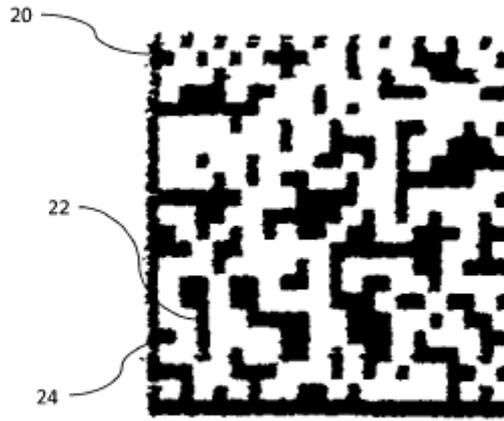


FIG. 1

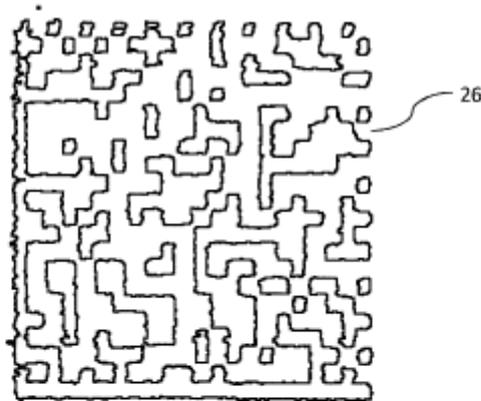


FIG. 2

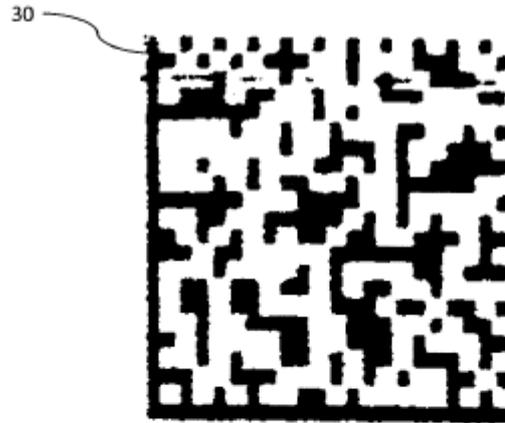


FIG. 3

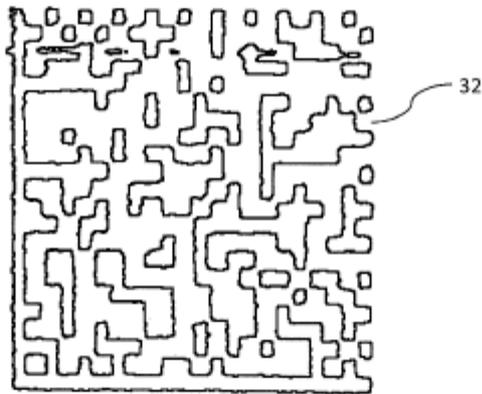


FIG. 4



FIG. 6

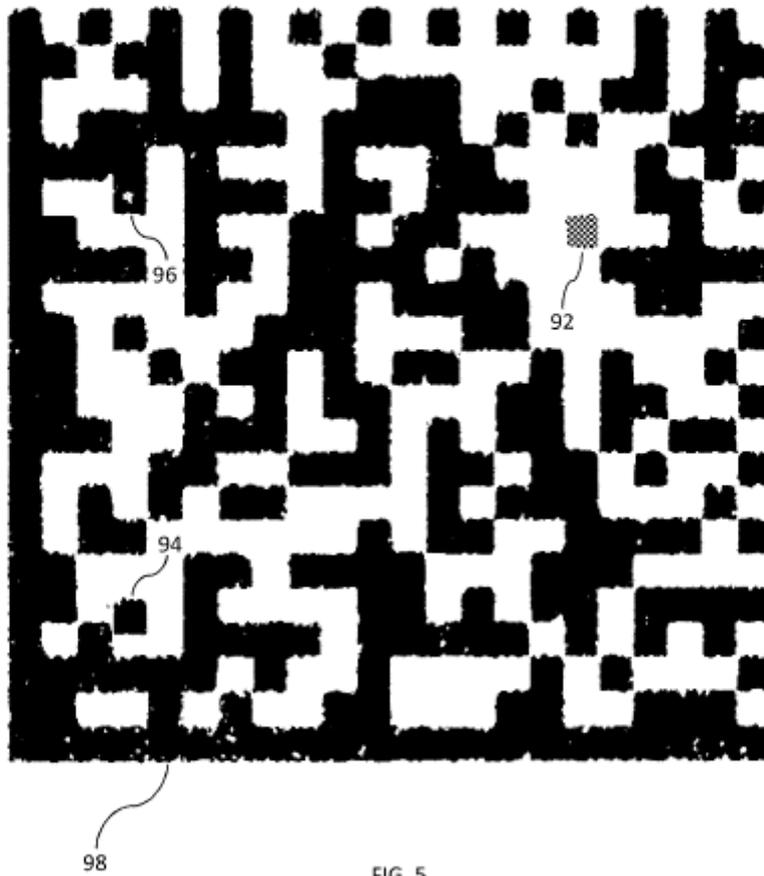


FIG. 5

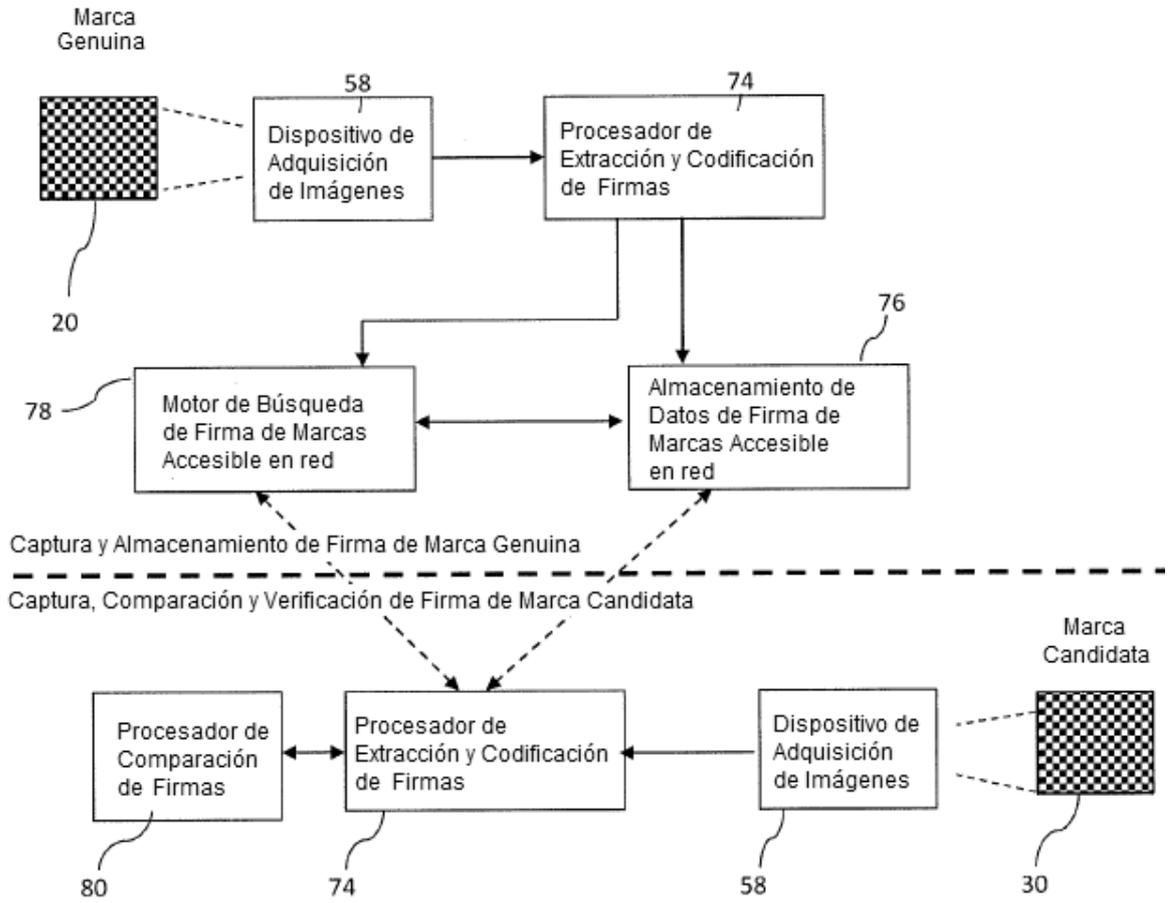


FIG. 8

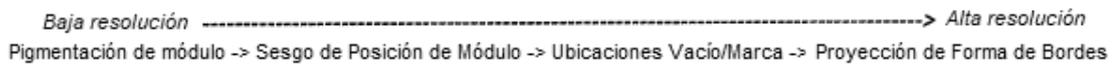


FIG. 10

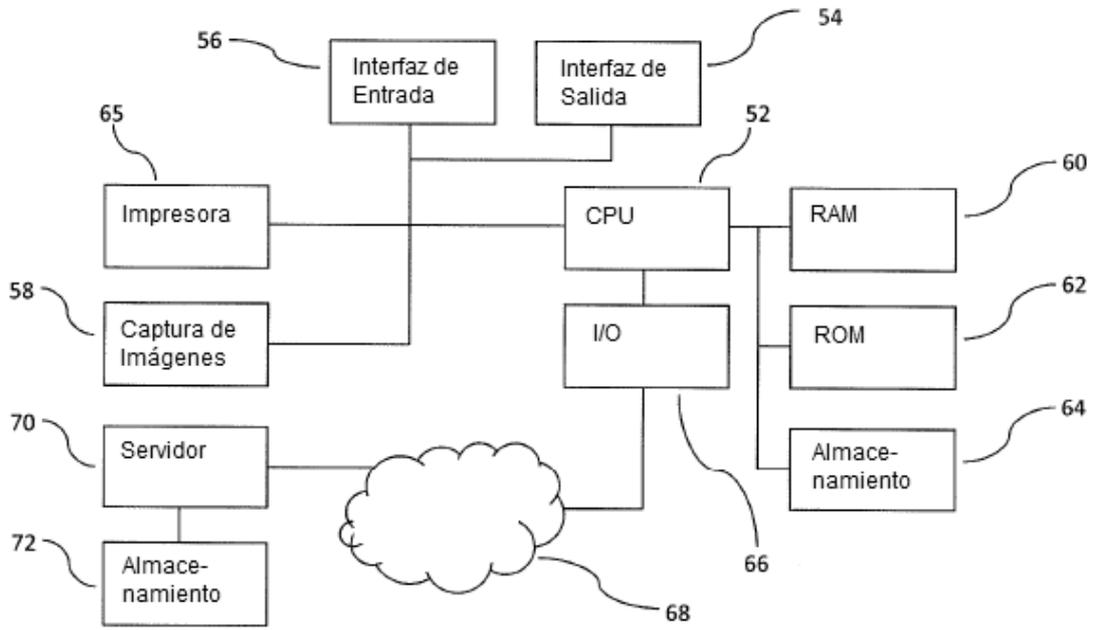


FIG. 7

50

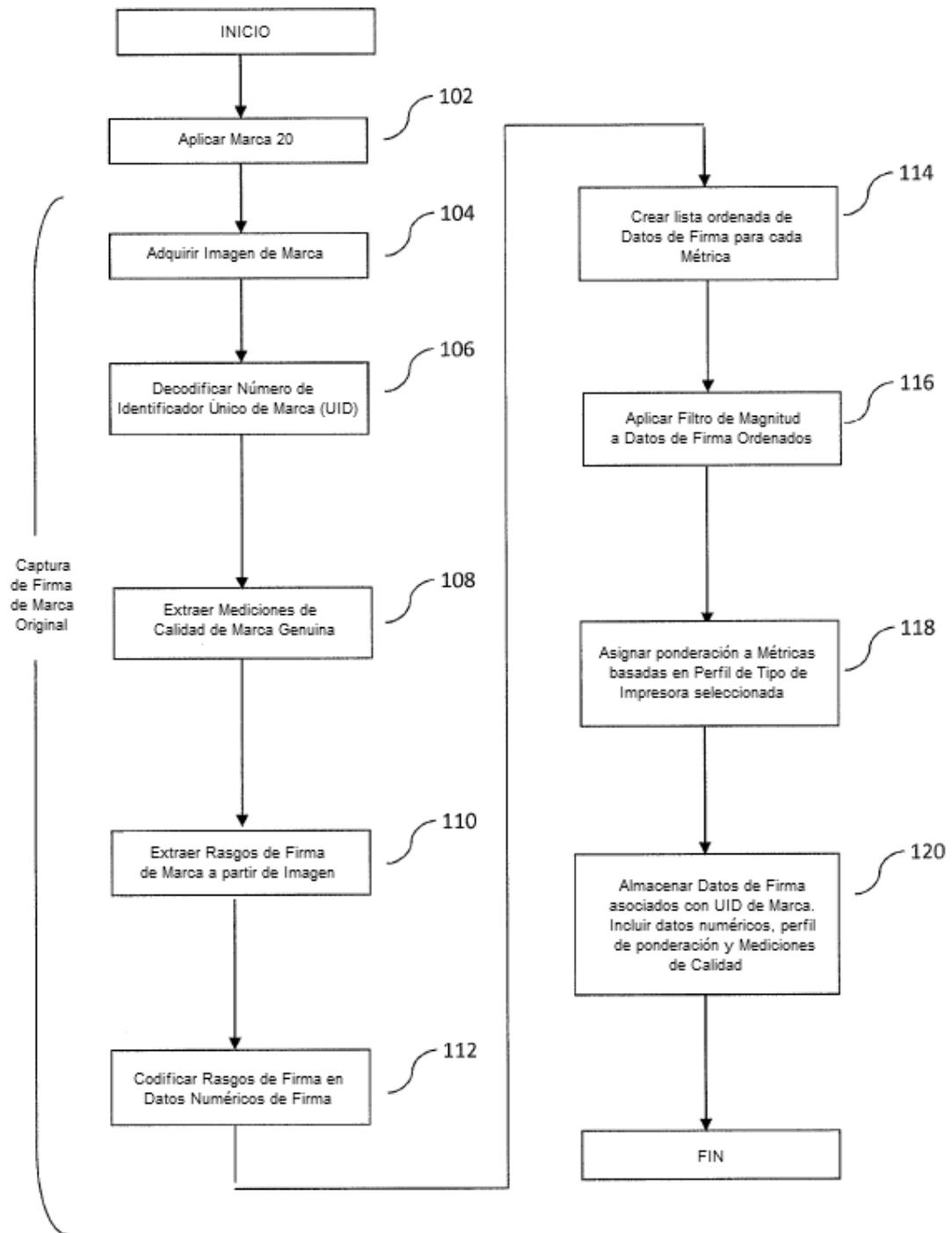
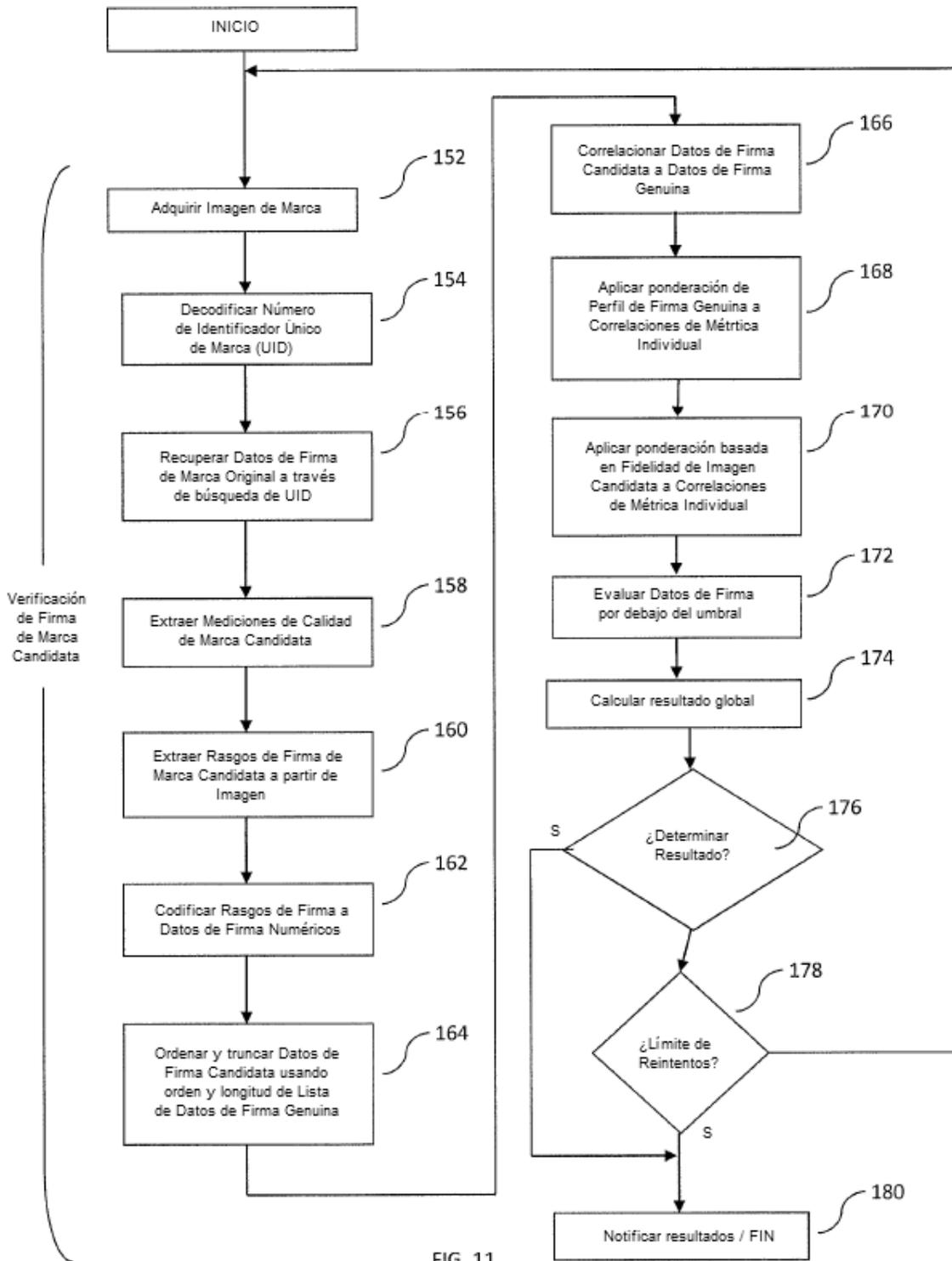


FIG. 9



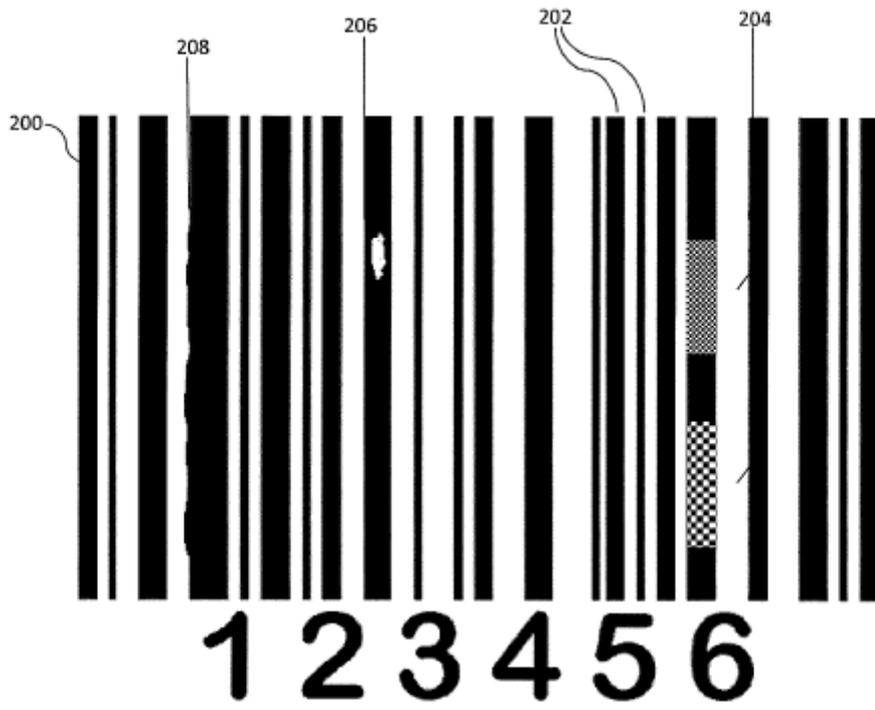


FIG. 12

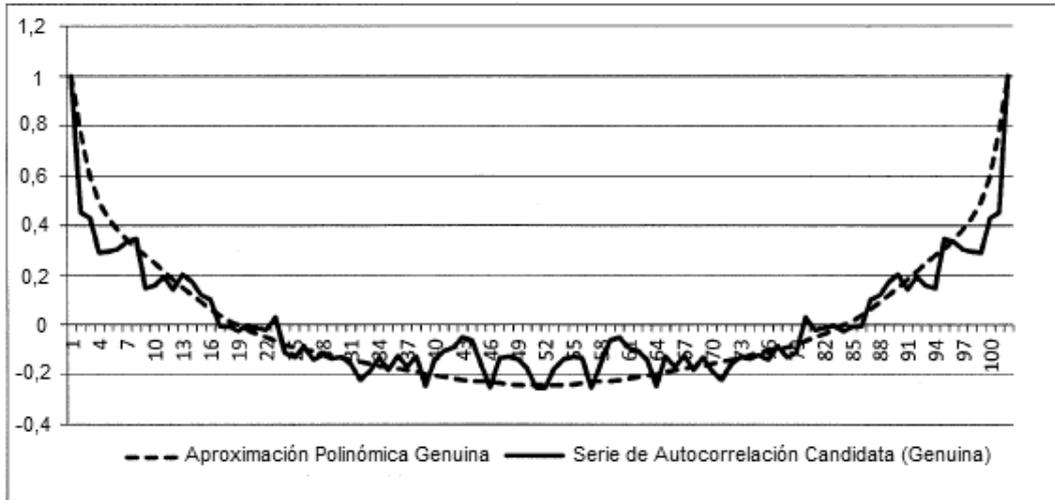


FIG. 13

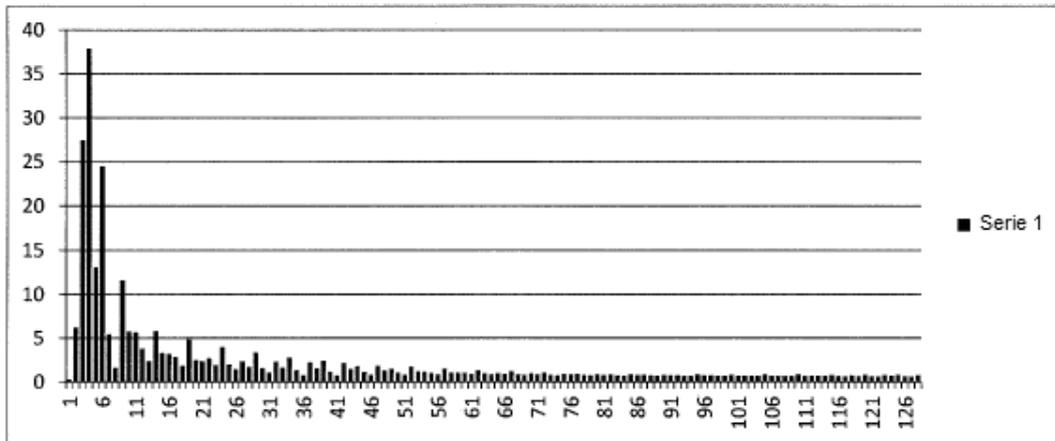


FIG. 14

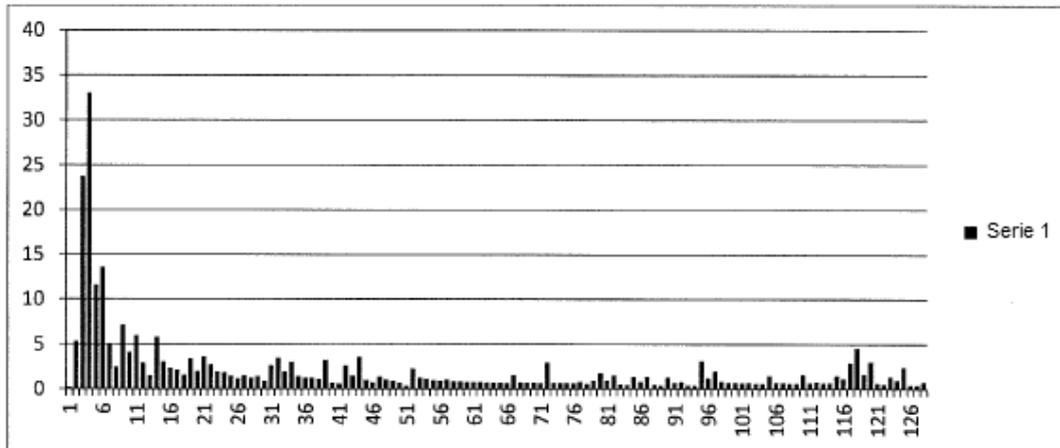


FIG. 15

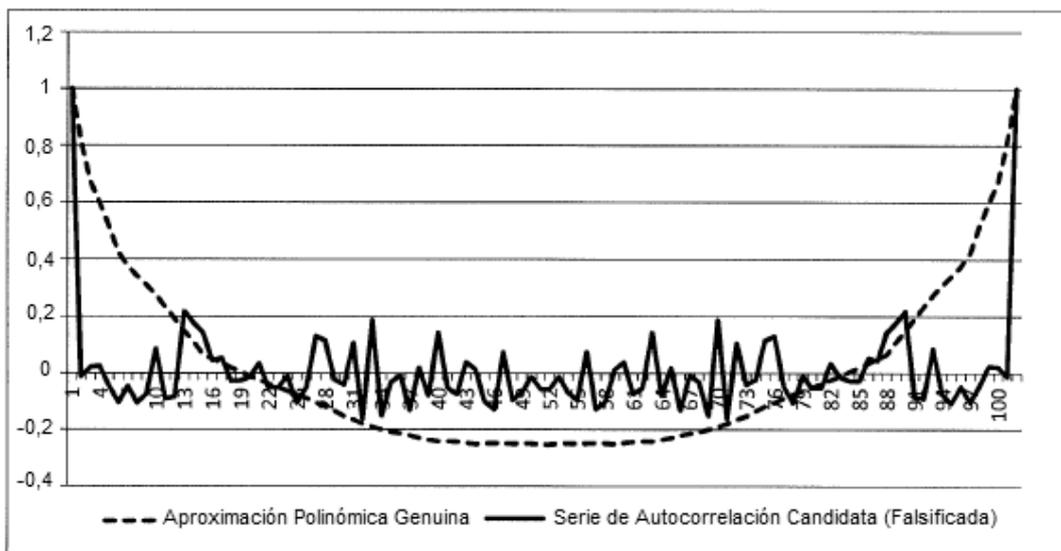


FIG. 16

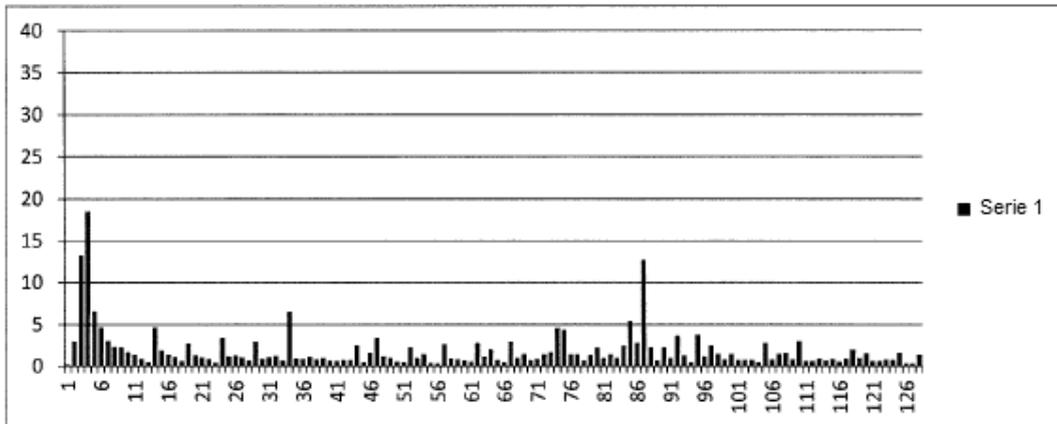


FIG. 17

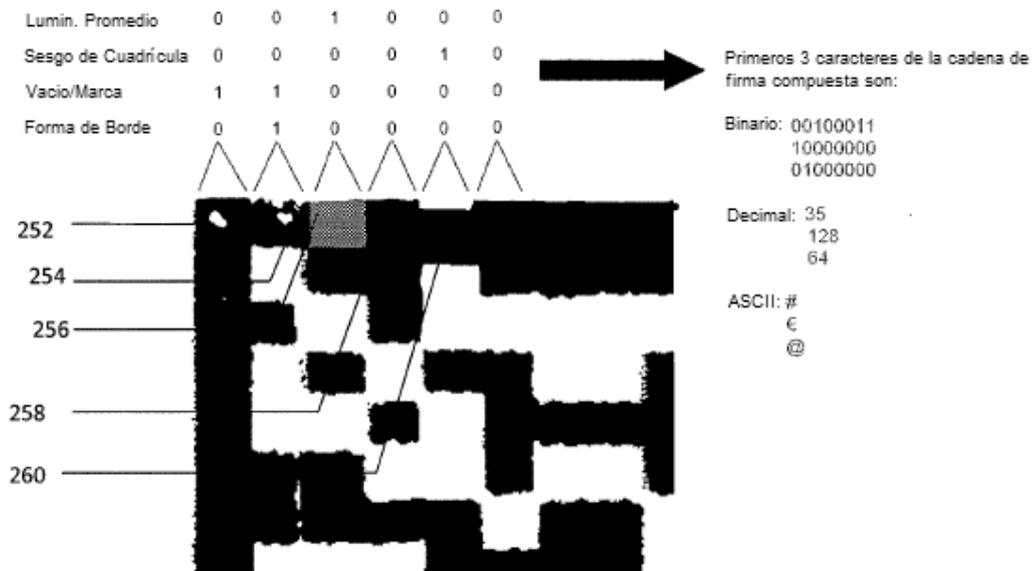


FIG. 18