

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 519 117**

51 Int. Cl.:

**G06K 9/62** (2006.01)

**G06K 9/46** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.10.2009 E 09796982 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.08.2014 EP 2359313**

54 Título: **Método y sistema para la identificación de artículos**

30 Prioridad:

**14.10.2008 WO PCT/IB2008/002718**

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

**06.11.2014**

73 Titular/es:

**SICPA HOLDING SA (100.0%)  
Avenue de Florissant 41  
1008 Prilly, CH**

72 Inventor/es:

**SANNIER, GAEL**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 519 117 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

Método y sistema para la identificación de artículos

Campo técnico

5 La presente invención se refiere al campo técnico de sistemas de control para líneas de producción automatizadas. Más en concreto, la invención se refiere a dispositivos de formación de imágenes y los correspondientes medios de procesamiento de imágenes en tiempo real y métodos utilizados para el control de la producción de dichas líneas de producción. Estos medios de procesamiento de imágenes extraen información de color de imágenes digitales de artículos (es decir, productos y / o envases) en la línea de producción, con el fin de identificar diferentes tipos de artículos mediante la comparación de la información extraída con información de modelo de artículos de referencia.

10 Antecedentes de la invención

15 Los dispositivos de formación de imágenes son de uso común para el control de la producción en las líneas de producción automatizadas. Por ejemplo, en líneas de embotellado, una luz estroboscópica (utilizando, por ejemplo, una unidad de iluminación LED controlada por un dispositivo de activación por láser) ilumina las botellas transportadas en un transportador, y cámaras digitales toman imágenes digitales de las botellas iluminadas de este modo; a continuación, los medios de procesamiento de imágenes detectan automáticamente un contorno de las botellas en estas imágenes digitales e identifican diferentes tipos de botellas (por su forma y / o dimensiones) presentes en el transportador. Dicha identificación se usa, por ejemplo, para etiquetar correctamente las botellas de acuerdo con su tipo (forma o contenido, etc.).

20 Los medios de procesamiento de imágenes también pueden detectar colores impresos en las etiquetas comprendidas en un envase del artículo, o en el propio artículo (por ejemplo, en las botellas producidas en una línea de embotellado), o directamente impresos sobre el artículo, por ejemplo, un recipiente (por ejemplo, en latas producidas en una línea de enlatado), con el fin de permitir la inspección del envasado y / o la identificación de prototipos (por ejemplo, la identificación de patrones de marca mediante su coincidencia con imágenes de modelo). Por ejemplo, en líneas de enlatado, los patrones de marca pueden, además, estar impresos ya sea directamente en las latas o en manguitos que se ajustan herméticamente alrededor de las latas.

25 Hay muchas técnicas conocidas referentes a la formación y procesamiento de imágenes (en el campo de la formación de imágenes basada en contenidos) que se pueden utilizar para identificar o inspeccionar un artículo a partir de su imagen digital. Sin embargo, estas técnicas o bien carecen de precisión o bien implican cálculos que llevan tiempo, y por tanto no están adaptadas totalmente para el control de líneas de producción automatizadas, en particular de líneas de producción de alta velocidad.

30 Por ejemplo, la técnica clásica de umbralización en el espacio de colores RGB ("Rojo Verde Azul") carece de precisión, ya que no permite separar la información de colores de la información de intensidad.

35 Como otro ejemplo, la solicitud de patente US 2004/0218837 A1 da a conocer una técnica de procesamiento de imágenes en la que una imagen digital de un artículo primero se segmenta en bloques, y por cada bloque se establecen un histograma de colores y un histograma de brillo (luminancia). Se determina además un brillo promedio a partir del histograma de brillo por cada bloque, como una información de característica de brillo, y se determina un color representativo (por ejemplo, un color promedio) a partir del histograma de colores, por cada bloque, como una información de característica de color. A continuación, se realiza una comparación entre la información de característica de color de la imagen digital y la información de característica de color de una imagen de comparación objetivo (en base a bloque por bloque) con el fin de decidir si la imagen digital es similar a la imagen objetivo. Si la comparación de colores no es concluyente, se realiza otra comparación entre la información de característica de color de la imagen digital y la información de característica de color de la imagen de comparación objetivo (también en base a bloque por bloque).

45 Sin embargo, dicha técnica de procesamiento de imágenes tiene el inconveniente de que la determinación del color representativo y el brillo promedio para cada bloque, ambas, implican una carga de cálculo pesada (al menos para la determinación de los mencionados dos histogramas) y el uso de sólo uno o ambos de estos parámetros "promedio" para estimar la similitud puede no ser lo suficientemente preciso en el contexto de una línea de producción de alta velocidad (por ejemplo, para la identificación de un envase o de una marca en un envase).

50 Recientemente, se han desarrollado sistemas de formación de imágenes con el fin de identificar artículos en función de las características de color en un espacio de color HSL ("luminosidad de saturación de tono"), extraídos de imágenes digitales de estos objetos en el contexto de aplicaciones de montaje e inspección de envasado.

Por ejemplo, la solicitud de patente US 2004/0228526 A9 describe un sistema para la caracterización de color usando la "clasificación de píxeles difusos" con aplicación en concordancia de color y localización de concordancia de color. Este sistema utiliza vectores de característica de color para la medición de la similitud entre imágenes de color, en base a

una distancia entre los vectores de característica de color, y para localizar las zonas de una imagen objetivo cuya información de color concuerda con la de una imagen de modelo. Un vector de característica de color en el presente documento está formado por el porcentaje de píxeles asignado a cada campo (es decir, categoría de color) de un histograma de color HSL de la imagen objetivo en base a valores de HSL de los respectivos píxeles (es decir, cada campo correspondiente a valores de tono, saturación y luminancia), teniendo un píxel un peso fraccionalmente distribuido a través de una pluralidad de campos, de acuerdo con una "función de pertenencia difusa" de una "clasificación de píxeles difusa".

Sin embargo, dicha "clasificación de píxeles difusa" dentro de un histograma de HSL (con campos en un espacio de HSL tridimensional) y la posterior determinación de similitud tienen el inconveniente de ser muy exigentes en recursos informáticos. Por lo tanto, esta técnica de procesamiento de imágenes no está bien adaptada a la identificación de artículos en tiempo real en líneas de producción de alta velocidad, especialmente si hay que identificar cada artículo que pasa por la línea

#### Resumen de la invención

En vista de las limitaciones mencionadas de la técnica anterior, la presente invención tiene por tanto como objeto proporcionar un sistema sólido y un método correspondiente para la identificación de un artículo en tiempo real a partir de una imagen digital. Un objeto de la invención es proporcionar una herramienta de control de producción que esté bien adaptada a líneas de producción de alta velocidad que transportan artículos de una pluralidad de tipos, siendo a la vez capaz de procesar imágenes digitales de cada artículo individual que pasa por la línea, para la identificación precisa en base al análisis de color mediante la comparación de rasgos característicos de los datos de identificación de referencia, todo necesitando solamente recursos informáticos limitados.

Otro objeto de la invención es proporcionar un sistema y un método que también sean capaces de producir datos de referencia, para ser utilizados para el procesamiento posterior de identificación de un artículo.

Aún otro objeto de la invención es identificar con seguridad un artículo en la línea de producción.

Aún otro objeto del sistema del método de identificación de acuerdo con la invención es permitir la identificación de una pluralidad de artículos en una línea de producción de alta velocidad, incluso en casos en los que no haya ninguna separación entre artículos contiguos y / o vistas parciales evidentes (en las imágenes digitales) de estos artículos, como las que corresponden a posiciones giradas de botellas o latas transportadas en un transportador.

Un método para identificar un artículo de acuerdo con un primer aspecto de la invención comprende las etapas de:

- a) seleccionar al menos una zona de una imagen digital de dicho artículo; y
- b) para cada zona seleccionada en la etapa a), establecer un histograma correspondiente de valores de color de los píxeles de dicha zona,
- c) para cada campo de cada histograma establecido en la etapa b), comparar el número de píxeles con valores de referencia mínimos y máximos correspondientes de un conjunto de datos de referencia asociado a un artículo de referencia, y determinar si dicho número de píxeles está comprendido entre dichos valores de referencia; y
- d) identificar el artículo como correspondiente a dicho artículo de referencia si dicho número de píxeles está comprendido entre dichos valores de referencia en al menos N de dichos campos, siendo  $N \geq 1$ , de al menos una zona.

El método de identificación anterior necesita únicamente recursos informáticos limitados para identificar un artículo y permite un procesamiento rápido compatible con aplicaciones en tiempo real, ya que sólo se establecen y se usan histogramas de colores unidimensionales (por ejemplo, de valores de tono) para comparar con un conjunto de datos de referencia, que corresponde a un artículo de referencia, y que comprenden sólo dos valores escalares, es decir, un número mínimo de píxeles y un número máximo de píxeles por cada campo de color. Esta cantidad limitada de datos permite, no obstante, la identificación precisa de artículos.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, en la etapa d) del método anterior, un artículo se identifica además como totalmente correspondiente al artículo de referencia si dicho número de píxeles está comprendido entre dichos valores de referencia de cada campo de cada histograma de cada zona. Esta condición de plena correspondencia, de hecho, permite una identificación muy precisa del artículo, incluso si la imagen digital sólo se refiere a un área limitada del artículo.

La invención también permite la estimación de una similitud parcial entre un artículo y un artículo de referencia. En este caso, el método anterior de acuerdo con el primer aspecto de la invención comprende además la etapa de:

- e) identificar el artículo como parcialmente similar a dicho artículo de referencia en base a valores de puntuación de similitud asociados a los campos si dicho número de píxeles no está comprendido entre dichos valores de referencia por

cada campo de cada histograma de cada zona, siendo un valor de puntuación de similitud asociado a un campo de un histograma establecido más bajo cuando el número de píxeles para dicho campo esté muy por debajo del correspondiente valor de referencia mínimo o muy por encima del correspondiente valor de referencia máximo.

5 Tal puntuación permite estimar con precisión una similitud entre el artículo y el artículo de referencia, incluso en caso de que, en algunos campos del histograma referente al artículo, el número de píxeles no esté dentro de los valores de referencia correspondientes, debido a un defecto local, en el área de control (por ejemplo, un defecto de impresión en un patrón de marca impresa o una alteración de ciertos colores en dicho patrón de marca impreso).

10 De acuerdo con otro aspecto de la invención, es posible utilizar imágenes digitales obtenidas no sólo del espectro visible, sino también de otras partes del espectro electromagnético (por ejemplo, áreas espectrales de UV o IR), mediante la atribución de diferentes colores a diferentes partes de este espectro (es decir, formando "falsas" imágenes de color), y a continuación, utilizando una especie de representación de HSL, en base a los colores atribuidos a los píxeles de la imagen digital. En el caso general, los valores de color utilizados en la presente invención no necesitan por tanto corresponder a la representación CIELAB tridimensional de la visión humana en color, aunque se puede basar en bandas espectrales arbitrarias seleccionadas a partir de partes de UV visibles e IR del espectro de reflexión del artículo.  
15 Además, se puede seleccionar cualquier número de estas bandas espectrales.

Por otra parte, a fin de permitir una identificación más precisa, también se puede utilizar la información referente a la saturación y la luminancia. Sin embargo, para ceñirse al bajo coste informático antes mencionado, parece deseable una mejora del uso de histogramas de HSL convencionales (es decir, histogramas en un espacio tridimensional).

20 De acuerdo con este aspecto de la invención, en el método mencionado anteriormente, en el que los píxeles de dicha imagen digital, que tiene cada uno un valor de luminancia, un valor de saturación y un valor de tono correspondiente asociado a un color entre un conjunto finito de colores, cada color del conjunto de colores correspondiente a una respuesta espectral distinta, la etapa b) de cálculo de un histograma comprende además las etapas de:

25 b1) entre los píxeles dentro de dicha zona que tiene cada uno un valor de saturación por encima de un valor umbral de saturación dado y en cada color del conjunto de colores, contar un número de píxeles cuyo valor del tono de ese color está comprendido entre dos valores de umbral de tono dados que definen un campo de ese color para obtener un número de píxeles saturados para dicho color;

30 b2) entre los píxeles dentro de dicha zona que no son píxeles saturados, contar un número de píxeles cuyo valor de luminancia es inferior a un valor umbral de luminancia dado, para obtener un número correspondiente de píxeles negros, y contar un número de píxeles cuyo valor de luminancia está por encima de dicho valor umbral de luminancia, para obtener un número correspondiente de píxeles blancos; y

b3) en base a los números calculados de píxeles saturados por cada color del conjunto de colores y en los números calculados de píxeles negros y píxeles blancos, calcular una distribución de los píxeles de acuerdo con los colores del conjunto de colores, los negros y los blancos, formando de este modo el histograma de dicha zona.

35 Por tanto, de acuerdo con el aspecto anterior de la invención, el histograma de colores puede ser completado con píxeles blancos y negros en base a la información de la saturación y luminancia, aunque sigue siendo un histograma de colores unidimensional, permitiendo de ese modo una mayor precisión de identificación con un coste informático aún más bajo.

40 El método de la invención también puede comprender una etapa más convencional de detección de contorno, seguida de una comparación con un contorno de referencia, a fin de validar una identificación en la etapa d) en caso de concordancia de los contornos. Más en concreto, la invención puede comprender la etapa adicional de detectar un contorno del artículo en la imagen digital y comparar dicho contorno detectado con un contorno de referencia correspondiente al artículo de referencia; y en el que la identificación del artículo en la etapa d) se valida además sólo si dicho contorno detectado concuerda con dicho contorno de referencia.

45 En otro aspecto, la invención permite la identificación de artículos que estén muy próximos entre sí o incluso en contacto. La invención de hecho permite suprimir posibles efectos de "superposición" debidos a la presencia, en una misma imagen digital, de datos de píxeles referentes a dos o más artículos (que estaban en el campo de visión cuando fue adquirida la imagen digital). Por consiguiente, el método para identificar un artículo de acuerdo con la invención puede comprender además la etapa de detectar un contorno del artículo en la imagen digital y, en la etapa a), seleccionar la al menos una zona de manera que cualquier zona seleccionada esté dentro del contorno detectado del artículo. Esta característica de la invención asegura que el contenido de la imagen de cualquier zona de una imagen digital adquirida de un artículo en la línea de producción sólo se refiere a este mismo artículo, incluso aunque estuviera en contacto con artículos contiguos en la línea de producción. Las líneas de embotellado o las líneas de enlatado son ejemplos bien conocidos de líneas de producción en la que los artículos (es decir, botellas o latas) son transportados normalmente alineados en un transportador, estando dos artículos consecutivos en contacto entre sí. De este modo, la  
50 invención permite identificar con precisión cada artículo con medios de formación de imágenes, asegurando que los  
55

datos en cualquier imagen digital adquirida se refieren exclusivamente a un solo artículo, incluso en líneas de alta velocidad.

5 Alternativamente, la imagen digital del artículo puede estar limitada a un área de control en el artículo que está dentro de un contorno visible de dicho artículo. Por ejemplo, en caso de que el artículo sea una lata cilíndrica que está en posición vertical en un transportador, el área de control puede ser solamente una tira sobre la superficie cilíndrica de la lata. Tal limitación de la imagen digital, a fin de eliminar datos de píxeles que no conciernen al área de control, se puede realizar de varias maneras. Por ejemplo, enmarcando la imagen digital y no teniendo en cuenta los datos de píxeles externos a dicho marco (el marco correspondiente a un contorno del área de control). Como otro ejemplo, se puede utilizar una máscara (o cualquier medio para limitar el campo de vista de conjunto) en la adquisición de la imagen digital de manera que los píxeles de la imagen digital sólo se refieren al área de control en el artículo. Como resultado, el contenido de la imagen digital, de hecho, se refiere a un solo artículo.

10 La invención también ofrece la posibilidad de determinar directamente los datos de referencia de una imagen digital de referencia del artículo de referencia.

15 Por consiguiente, el método de la invención puede comprender además una etapa de calcular dicho conjunto de datos de referencia de una imagen digital de referencia de dicho artículo de referencia, mediante la ejecución de las etapas a) y b) para la imagen digital de referencia a fin de establecer en cada zona de la imagen digital de referencia un histograma de referencia, y asociar valores de referencia máximos y mínimos con cada campo de cada histograma de referencia establecido, siendo obtenido cada uno de dichos valores de referencia máximo y mínimo a partir de un intervalo de confianza correspondiente.

20 Dicha posibilidad es importante para adaptar fácilmente un conjunto de datos de referencia a una segmentación de la imagen digital en un conjunto preferido de zonas. Esta posibilidad también es importante para adaptar fácilmente un conjunto de datos de referencia a circunstancias especiales referentes a los artículos a identificar. Por ejemplo, en caso de que varios artículos similares a identificar en una línea de producción tengan posiciones angulares giradas dentro de un rango de posibles valores angulares cuando sus imágenes digitales son adquiridas, respectivamente, la identificación precisa de un artículo es todavía posible, incluso aunque sólo se adquiriera una sola imagen digital por artículo.

25 Por ejemplo, en este último caso, se pueden determinar los valores de referencia máximo y mínimo correspondientes a cada campo de cada zona de la imagen digital, que corresponden a varias posiciones angulares giradas de dicho artículo de referencia de acuerdo con los valores angulares dentro del rango mencionado anteriormente, contando el número mínimo de píxeles y el número máximo de píxeles del campo y la zona implicados en los correspondientes histogramas de color del conjunto de imágenes digitales de referencia.

30 Naturalmente, se obtendrá una mejor precisión en la identificación de un artículo si el número de valores de posiciones angulares muestreados de posiciones giradas del artículo de referencia y / o el número de zonas en la imagen digital son más grandes. Por ejemplo, en una línea de enlatado, las latas (cilíndricas) transportadas sobre un transportador pueden tener posiciones giradas (en torno a su eje del cilindro) en el intervalo de 0 a 360 grados. Por lo tanto, con al menos dos imágenes digitales de referencia, correspondientes a posiciones respectivas de una lata de referencia girada un ángulo de 180 grados, es posible la identificación precisa de una lata a partir incluso de una imagen digital de cada lata, en base a valores de referencia máximo y mínimo obtenidos de dichas al menos dos imágenes de referencia (y por tanto asociadas al artículo de referencia).

35 Los intervalos de confianza antes mencionados (uno por cada color del histograma), para determinar los valores de referencia máximo y mínimo del número de píxeles, puede de hecho ser el resultado de cualquier otro tratamiento estadístico de los valores de color de los píxeles de cada imagen digital de referencia del conjunto de imágenes digitales de referencia (por ejemplo ponderando el recuento de píxeles de acuerdo con el campo y / o la zona considerados).

40 En lugar de la validación de la identificación del artículo (en la etapa d)) si un contorno detectado del artículo concuerda con el contorno de referencia (véase más arriba), la invención de acuerdo con cualquier aspecto anterior puede comprender además las etapas de:

45 detectar un patrón en la imagen digital y comparar el patrón detectado con un patrón de referencia dado correspondiente al artículo de referencia, y estimar si dicho patrón detectado concuerda con el patrón de referencia; y usar además un resultado de la operación de identificación de artículo para autenticar dicho patrón detectado, si se estima que dicho patrón detectado coincide con el patrón de referencia.

50 En el aspecto anterior de la invención, una identificación del artículo mediante el procesamiento de imágenes completo (en base a los histogramas de colores unidimensionales, como ya se ha explicado) se puede utilizar para autenticar una concordancia de patrón. Esto es particularmente ventajoso si dicha concordancia de patrón resulta a partir de un error (por ejemplo, si el patrón detectado en la imagen digital del artículo de hecho corresponde a un patrón de referencia, pero no al artículo).

La invención también se refiere a un sistema para identificar un artículo que se puede utilizar para aplicar el método de identificación de un artículo de acuerdo con la invención, y también al uso de dicho sistema para la identificación de un artículo en una línea de producción, como se define en las reivindicaciones adjuntas.

5 En particular, se describe el uso de un sistema para la identificación de un artículo en una línea de producción, comprendiendo este sistema una unidad de procesamiento de imágenes digitales que incluye una memoria y se puede utilizar para:

seleccionar al menos una zona de una imagen digital de dicho artículo; establecer, en cada zona seleccionada, un histograma correspondiente de valores de color de los píxeles de dicha zona,

pudiéndose utilizar dicha unidad de procesamiento de imágenes digitales además para:

10 comparar, en cada campo de cada histograma establecido, el número de píxeles con valores de referencia máximo y mínimo correspondientes de un conjunto de datos de referencia almacenados en la memoria y asociados a un artículo de referencia, y determinar si dicho número de píxeles está comprendido entre dichos valores de referencia; e

identificar el artículo como correspondiente a dicho artículo de referencia si dicho número de píxeles está comprendido entre dichos valores de referencia para al menos N de dichos campos, siendo  $N \geq 1$ , de al menos una zona.

15 A continuación se describe la presente invención más detalladamente con referencia a los dibujos adjuntos en los que los números similares representan elementos similares en todas las diferentes figuras, y en las que se ilustran aspectos y características destacados de la invención.

Breve descripción de los dibujos

20 La figura 1 es un organigrama que ilustra una realización del método para la identificación de un artículo de acuerdo con la invención.

La figura 2 ilustra una imagen digital segmentada en una pluralidad de zonas.

La figura 3 ilustra un conjunto de datos de referencia correspondientes a campos de un histograma de color.

La figura 4 ilustra una línea de producción automatizada que incluye un sistema para la identificación de un artículo de acuerdo con una realización de la invención.

25 La figura 5 ilustra un área de control en la superficie del artículo mostrado en la figura 4.

La figura 6 ilustra una imagen digital del área de control mostrada en la figura 5, tomada por la unidad de formación de imágenes de la figura 4.

Descripción detallada

30 En el método de identificación de un artículo ilustrado en el organigrama de la figura 1, una imagen digital de un artículo a identificar se divide en K zonas  $K (K \geq 1)$ , como se representa en la figura 2 (las zonas (1) se indican, con  $K = 4$ ). En lo sucesivo, ZN es un índice de zonas siendo  $1 \leq ZN \leq K$ , "i" es un índice de campo siendo  $1 \leq i \leq M$ , de modo que un histograma de colores que corresponde a una zona ZN, es decir, H(ZN), comprende M campos correspondientes a M valores de color distintos, y B(ZN, i) es el número de píxeles correspondientes al <sup>iésimo</sup> campo del histograma H(ZN) de la zona ZN. Para cada campo "i" de cada zona ZN, dos valores de referencia Mín(ZN, i) y Máx(ZN, i), respectivamente, corresponden a un número mínimo de píxeles y a un número máximo de píxeles, establecidos para la identificación del artículo con un artículo de referencia del cual estos valores de referencia constituyen rasgos característicos (el conjunto de datos de referencia, es decir, el conjunto de todos los pares de valores de referencia, de hecho, constituyen una "firma" del artículo de referencia en lo que se refiere al patrón de marca coloreado). Por supuesto, los histogramas pueden ser normalizados como de costumbre de manera que cualquier B(ZN, i), en efecto, corresponde a un porcentaje de píxeles en campo (i) de la zona ZN (en este caso, los valores de referencia también se normalizan).

Un ejemplo de un conjunto de datos de referencia se muestra en la figura 3. En este ejemplo, en cada campo B(ZN, i) de una zona ZN, siendo  $i = 1, \dots, M = 17$ , los pares correspondientes (2) de valores de los números de píxeles Mín(ZN, i) y Máx(ZN, i) están dados e ilustrados, respectivamente, con histogramas (2). Los diecisiete campos corresponden de hecho a quince campos de color, más dos campos para los píxeles negros y blancos.

45 De acuerdo con el organigrama de la figura 1, después de una etapa S100 de inicio y una etapa S101 de iniciación del índice de ZN de zonas en 1, correspondiente a la selección de la primera zona de la imagen digital, se establece el histograma de color H(ZN=1). Por tanto, los números de píxeles de cada campo de H(1) se cuentan con medios de procesamiento de imágenes digitales y en la etapa S102 se obtiene el conjunto de dichos números correspondientes a H(1) (es decir, B(1, i), para  $i = 1, \dots, M$ ). En la etapa S103, para un campo B(1, i) de H(1) actual, se comprueba si su

número de píxeles está comprendido entre los valores de referencia correspondientes a  $B(1, i)$ , es decir, si se cumple la condición  $\text{Mín}(1, i) \leq B(1, i) \leq \text{Máx}(1, i)$ . En caso de que la condición con respecto a los valores de referencia se cumpla para un campo, se incrementa un número  $l$  de cumplimientos de la condición en la etapa S104, a fin de contar el número total de tales cumplimientos al comprobar la condición en los diferentes campos del histograma. En cuanto este número  $l$  alcance un valor umbral  $N$  dado (siendo:  $1 \leq N \leq K \times M$ ) (etapa S105) para la identificación con el artículo de referencia, en al menos una zona de entre las  $K$  zonas de la imagen digital, el artículo se considera identificado con el artículo de referencia (etapa S106). En caso de que la condición no se cumpla en la etapa S105, se considera el siguiente campo  $(i + 1)$  del histograma  $H(ZN)$  en la etapa S107: si este índice siguiente de campo no sobrepasa el valor  $M$  (etapa S108), se comprueba la condición con este siguiente campo  $(i + 1)$  en la etapa S103 con el correspondiente par de valores de referencia  $\text{Mín}(ZN, i + 1)$  y  $\text{Máx}(ZN, i + 1)$ . En caso de que no se logre el valor umbral  $N$  para el histograma  $H(ZN)$ , y por tanto para la zona  $ZN$ , se considera a continuación una zona siguiente  $(ZN + 1)$  de la imagen digital en la etapa S109; si este valor del índice de la zona no sobrepasa el valor  $K$  (etapa S110), se calcula el correspondiente siguiente histograma  $H(ZN + 1)$  en la etapa S102, y la condición para sus campos  $B(ZN + 1, i)$  es comprobada (con el correspondiente par de valores de referencia  $\text{Mín}(ZN + 1, i)$  y  $\text{Máx}(ZN + 1, i)$  en la etapa S103.

En caso de que se exploren todos los campos (es decir, para  $i = 1, \dots, M$ ) de todas las zonas (es decir, para  $ZN = 1, \dots, K$ ) sin obtener  $N$  cumplimientos de la condición, el artículo se da por no identificado con el artículo de referencia (etapa S111).

La condición mencionada anteriormente para la identificación se puede formular de manera más restrictiva, reemplazándola por la siguiente condición de plena correspondencia con el artículo de referencia: la condición  $\text{Mín}(ZN, i) \leq B(ZN, i) \leq \text{Máx}(ZN, i)$ , se debe cumplir para  $i = 1, \dots, M$  y  $ZN = 1, \dots, K$ , es decir, el número de píxeles debe estar comprendido entre los valores de referencia en cada campo de cada histograma de cada zona. Esta condición más restrictiva, de hecho, corresponde al caso  $N = K \times M$  (es decir, el valor máximo de  $N$ , para un número  $K$  de zonas dado y un número  $M$  de campos dado en cada histograma, con un solo histograma por zona).

En aplicaciones prácticas, a veces esto es útil para detectar solamente una similitud parcial con el artículo de referencia en lugar de una correspondencia completa. De hecho, si no se puede establecer una correspondencia completa, los diferentes cálculos realizados contienen, de hecho, información que, no obstante, puede referirse a hechos significativos: por ejemplo, una presencia de defectos en el artículo (que excluyen la correspondencia completa), o la posibilidad de que el artículo pertenezca a una misma familia que el artículo de referencia. Por ejemplo, para una misma marca en un producto, pequeñas variaciones en los colores o en los patrones en los artículos pueden corresponder a diferentes categorías dentro de una misma línea de productos (como, por ejemplo, en el caso de latas, una misma bebida con o sin azúcar añadido).

La invención, por tanto, permite el uso de una técnica de puntuación para estimar una similitud parcial, en caso de que no se establezca una correspondencia completa. La única restricción de una puntuación de este tipo es que una puntuación de una similitud en un campo  $(i)$  de una zona  $ZN$ , es decir,  $SC(ZN, i)$ , tiene que ser tan baja como el número de píxeles en ese campo, es decir,  $B(ZN, i)$ , está lejos de cualquiera de los dos valores de referencia correspondientes  $\text{Mín}(ZN, i)$  y  $\text{Máx}(ZN, i)$ . Hay muchas posibilidades para calcular esta puntuación de similitud. Por ejemplo, en cada campo  $"i"$  de una zona  $ZN$ , es posible utilizar una ponderación lineal correspondiente a la mera diferencia  $D(ZN, i) = [\text{Mín}(ZN, i) - B(ZN, i)]$ , si  $B(ZN, i) \leq \text{Mín}(ZN, i)$ , o  $D(ZN, i) = [B(ZN, i) - \text{Máx}(ZN, i)]$ , si  $B(ZN, i) \geq \text{Máx}(ZN, i)$  (es decir, la ponderación es una función lineal de la diferencia  $D(ZN, i)$ ), a continuación, un valor de puntuación de similitud puede depender de la inversa de tal ponderación (por ejemplo, una puntuación proporcional a  $1 / (1+D)$ ). Sin embargo, cualquier otra ponderación no lineal es posible, siempre y cuando sea compatible con la restricción mencionada anteriormente. Por ejemplo, una ponderación no lineal como  $D^n$  (siendo  $n \geq 2$ ) aumentará aún más las puntuaciones de similitud referentes a valores pequeños de  $D$ .

Después de haberse formado estos valores de puntuación  $SC(ZN, i)$  para cada zona y cada campo (es decir, para  $i = 1, \dots, M$  y  $ZN = 1, \dots, K$ ), también hay muchas maneras de estimar una similitud parcial. Por ejemplo, es posible mantener sólo el valor de puntuación más alto en todas las zonas, o mantener el valor de puntuación más alto de cada zona y calcular un valor promedio de la puntuación de todas las zonas (posiblemente ponderado, por ejemplo, de acuerdo con el área correspondiente de las zonas). Sin embargo, un experto en la materia puede considerar muchas otras posibilidades para el tratamiento estadístico de los diferentes valores de puntuación  $SC(ZN, i)$ , en vista de la estimación de similitud parcial con un artículo de referencia de una imagen digital.

En una realización preferida, el método para identificar un artículo de acuerdo con la invención utiliza histogramas unidimensionales "completados", basados en una representación clásica de la imagen digital en un espacio de color HSL, como se indicó anteriormente. El histograma tiene campos correspondientes a distintos valores de tono predefinidos, pero los valores de saturación y los valores de luminancia se utilizan para completar el histograma con un "campo" adicional correspondiente a píxeles negros y un "campo" adicional correspondiente a píxeles blancos. Tal histograma de color completado permite la identificación de artículos que tengan partes oscuras y / o partes claras, y por tanto permite una mayor precisión para fines de identificación.

En cada zona de la imagen digital, se da un valor umbral de saturación, que puede depender de la zona considerada, y que se puede utilizar para definir los píxeles de saturación (es decir, píxeles cuyo valor de saturación es superior al valor

umbral correspondiente, cualesquiera que sean sus valores de luminancia). Además, en cada zona de la imagen digital, se dan dos valores del umbral de tono por cada color del histograma, que pueden depender de la zona considerada. Cada par de valores dados del umbral de tono de un color, de hecho, define un campo del histograma de ese color (constituyendo los dos valores del umbral los respectivos valores extremos del tono del campo). Los diferentes pares de valores del umbral de tono dados definen una división del espacio de color (tono), y por lo tanto los campos de color del histograma.

Estos valores de umbral de tono se pueden utilizar para contar los píxeles saturados de color (tono) de una zona de la imagen digital, es decir, de cada color predefinido del histograma: el número de píxeles saturados cuyo valor de tono está comprendido entre los dos valores de umbral de tono correspondientes define el número de píxeles saturados del color correspondiente. Estos píxeles tienen por lo tanto un color bien definido. Estos pares de valores de umbral de tono dados también pueden depender del artículo de referencia considerado para la identificación.

Además, el número de píxeles no saturados de una zona que tiene valores de luminancia bajos, es decir, valores de luminancia por debajo del valor de un umbral de luminancia dado de esa zona, que puede depender de la zona considerada, se cuentan como píxeles negros para esa zona. Por el contrario, el número de píxeles no saturados de una zona que tiene valores de luminancia altos, es decir, los valores de luminancia por encima del valor de umbral de luminancia dado de esa zona, se cuentan como píxeles blancos de esa zona. Por consiguiente, en esta realización de la invención, un histograma tiene  $M + 2$  campos, es decir, los  $M$  campos anteriores correspondientes a los distintos valores de tono, y los dos campos correspondientes a los píxeles blancos y negros. En este caso, el conjunto de datos de referencia también se amplía a fin de incluir, en cada zona, los valores mínimo y máximo de referencia para píxeles negros, y los valores mínimo y máximo de referencia para los píxeles blancos.

Naturalmente, la condición de identificación en la etapa d) se refiere también a los píxeles negros y a los píxeles blancos. De hecho, el número de colores a considerar en la etapa b) en un histograma aquí simplemente se incrementa en dos, definiéndose el blanco y el negro como dos nuevos colores. Por consiguiente, la correspondencia completa de un artículo con el artículo de referencia ahora requiere un número  $N' = K \times (M + 2) = N + 2K$  de cumplimientos de la condición de correspondencia completa (es decir, el número de píxeles está comprendido entre los valores de referencia en cada campo de cada histograma de cada zona). La misma "ampliación" del número de colores también se debe aplicar cuando se considere una similitud parcial como se especifica anteriormente (es decir, también se definen puntuaciones de similitud para los píxeles negros y los píxeles blancos en base a los valores de referencia mínimo y máximo correspondientes, respectivamente), o cuando se calcula el conjunto de datos de referencia de diferentes imágenes digitales de referencia como se mencionó anteriormente.

Si las imágenes digitales comprenden información espectral ampliada, como es el caso de las "imágenes de color falso", la representación de HSL está correspondientemente adaptada o ampliada a un espacio de color más general.

En otra realización de la invención, que puede depender de cualquiera de los aspectos o realizaciones de la invención mencionados anteriormente, se permite la autenticación de un patrón detectado en una imagen digital.

El aspecto correspondiente del método para identificar un artículo comprende además las etapas de:

detectar un patrón en la imagen digital y comparar el patrón detectado con un patrón de referencia dado correspondiente al artículo de referencia, y estimar si dicho patrón detectado coincide con el patrón de referencia; y

usar además un resultado de la operación de identificación de artículo para autenticar dicho patrón detectado, si se estima que dicho patrón detectado concuerda con el patrón de referencia.

El patrón anteriormente mencionado en el artículo puede ser, por ejemplo, un código de barras o un texto. A continuación, la detección de dicho patrón se lleva a cabo, respectivamente, por medio de un lector de código de barras y de un software de OCR ("reconocimiento óptico de caracteres"). Así, el método permite el uso de la fase de identificación de procesamiento de imágenes (en base a histogramas de colores y valores de referencia mínimo y máximo, como se explicó anteriormente) para asegurarse de que un patrón de referencia detectado, aunque concuerda con un patrón de referencia dado correspondiente al artículo de referencia, sea realmente válido. Este aspecto de la invención, usando dicha "doble comprobación" con medios de identificación en base tanto a histogramas de colores (y los correspondientes valores de referencia) como a la concordancia de patrón con el patrón de referencia, aumenta claramente la calidad del control de artículos en una línea de producción. Por ejemplo, el método permite la detección de un fraude (por ejemplo, un código de barras de un artículo de un tipo determinado que está impreso en un artículo de otro tipo).

La invención también se refiere a un sistema para la identificación de un artículo, que se puede utilizar para aplicar las etapas de cualquiera de los aspectos o realizaciones mencionados anteriormente del método de acuerdo con la invención.

Por consiguiente, el sistema de identificación de un artículo, generalmente comprende una unidad de procesamiento de imágenes digitales que incluye una memoria y se puede utilizar para:

seleccionar al menos una zona de una imagen digital de dicho artículo; establecer, en cada zona seleccionada, un histograma correspondiente de valores de color de los píxeles de dicha zona,

pudiéndose utilizar además dicha unidad de procesamiento de imágenes digitales para:

5 comparar, en cada campo de cada histograma calculado, el número de píxeles con el correspondiente conjunto de valores de referencia máximo y mínimo almacenados en la memoria y asociados a un artículo de referencia, y determinar si dicho número de píxeles está comprendido entre dichos valores de referencia; e identificar el artículo como correspondiente a dicho artículo de referencia si dicho número de píxeles está comprendido entre dichos valores de referencia en al menos N de dichos campos, siendo  $N \geq 1$ , en al menos una zona.

10 En particular, en la línea de producción automatizada de la figura 4, se muestra un ejemplo de un sistema de identificación de un artículo de acuerdo con la invención, comprendiendo el sistema una unidad de formación de imágenes (10) para obtener una imagen digital de un artículo (11) (aquí, está representada una lata) sobre un transportador (12) de la línea de producción, una unidad de procesamiento de imágenes digitales (13) para procesar imágenes digitales recibidas de la unidad de formación de imágenes (10) y una memoria (14) para almacenar el conjunto de datos de referencia.

15 El sistema también puede comprender una unidad de iluminación (15) para iluminar el artículo (11) con luz estroboscópica.

Un ejemplo convencional de una unidad de iluminación de este tipo es una unidad de iluminación de LED o de láser estroboscópico (para luz visible). Otros tipos de unidades de iluminación permiten la iluminación de artículos sobre un espectro más amplio (por ejemplo, que va desde luz UV a IR, es decir, desde 300 nm a 2.500 nm).

20 La unidad de formación de imágenes digitales (10) puede ser una cámara digital (una cámara CCD o cámara CMOS). Sin embargo, se puede usar también una cámara analógica, si se complementa con un convertidor de analógico a digital de formación de señales video analógicas a fin de producir un formato de imagen digital.

25 El sistema comprende además una unidad de control (16) que se puede utilizar para controlar la unidad de iluminación (15), la unidad de formación de imágenes (10) y la unidad de procesamiento de imágenes digitales (13) a fin de sincronizar su funcionamiento para iluminar el artículo, formar la imagen digital del artículo iluminado y procesar dicha imagen digital.

30 La figura 5 muestra un área de control (17) en la superficie del artículo (11) y la figura 6 ilustra una imagen digital (18) del área de control (17) del artículo (11), tomada por la unidad de formación de imágenes (10). La unidad de procesamiento de imágenes digitales (13) divide la imagen digital (18) recibida de la unidad de formación de imágenes (10) en una pluralidad de zonas (19a-19d) (aquí, como ejemplo, cuatro zonas).

35 Por cada zona de la imagen digital (18), la unidad de procesamiento de imágenes digitales (13) determina un histograma de color unidimensional correspondiente dividiendo el espacio de color (dependiendo de la anchura del espectro de los fotones que la unidad de formación de imágenes es capaz de medir) en M campos (por ejemplo,  $M = 17$ , como se representa en la figura 3), y contando el número de píxeles de acuerdo con sus valores de tono dentro de cada campo.

40 De manera preferible, el sistema puede comprender además: medios de sensor que se pueden utilizar para detectar una posición del artículo con respecto a la unidad de formación de imágenes (10) en el que dicha unidad de formación de imágenes se puede utilizar para formar una imagen digital del artículo y para transmitir una señal de activación que indica el detección de dicha posición, en el que la unidad de control (16) se puede utilizar además para recibir la señal de activación de los medios de sensor y para sincronizar el funcionamiento de la unidad de iluminación (15), la unidad de formación de imágenes (10) y la unidad de procesamiento de imágenes digitales (13) en base a dicha señal de activación recibida.

45 Normalmente, los medios de sensor pueden ser un activador de láser para la fotografía de alta velocidad. Este dispositivo conocido de sobra permite una activación muy precisa de la unidad de formación de imágenes y está particularmente adaptado a líneas de producción, tales como líneas de enlatado o líneas de embotellado, en el que es posible una velocidad de producción tan alta como 1.200 artículos por minuto.

50 Al controlar además el campo de la unidad de formación de imágenes, es posible cambiar un tamaño de un área de control prevista en el artículo en imagen. Por ejemplo, si la línea de producción es una línea de embotellado o una línea de enlatado, los artículos en la línea (respectivamente, botellas y latas) pueden estar cerca o incluso en contacto entre sí. En este último caso, se puede limitar el campo de la unidad de formación de imágenes mediante una máscara, para obtener imágenes sólo del área de control (que corresponden a una etiqueta de una botella o a una impresión sobre una lata). Esta modalidad de la invención, que permite la identificación incluso aunque los artículos estén en contacto, ha sido probada con iluminación de la luz visible en una línea de enlatado de alta velocidad (con 1.200 latas por minuto). Por otra parte, los valores de referencia que incluyen el blanco y el negro, se han determinado como se ha explicado

anteriormente para una pluralidad de posiciones giradas de latas cilíndricas de entre 0 y 360 grados (alrededor del eje longitudinal de simetría de las latas). La identificación completa de nuestros artículos se ha obtenido para latas de bebidas de diez marcas distintas en una línea de producción de alta velocidad, incluso en una condición de plena correspondencia.

5 La invención no se limita a las realizaciones anteriores y pueden hacerse varias modificaciones sin apartarse del ámbito de aplicación de la invención definido por las reivindicaciones. Por ejemplo, la unidad de formación de imágenes antes mencionada puede servir para adquirir una pluralidad de imágenes digitales de un solo artículo (correspondiente a diferentes ángulos de visión), y procesar cada una de dichas imágenes adquiridas tal como ya se ha explicado para identificar el artículo.

10 La invención también incluye un producto de programa de ordenador que se puede utilizar para hacer que un ordenador se conecte a un sistema para la identificación de un artículo, como se ha descrito anteriormente, aplicando las etapas del método de acuerdo con la invención (como se describe anteriormente), cuando se ejecuta en dicho ordenador.

15 El método y el sistema para identificar cada artículo en una línea de producción de acuerdo con la invención, en cualquiera de sus aspectos mencionados anteriormente, se pueden utilizar con un alto nivel de confianza para la identificación de artículos en la industria en muchas aplicaciones tales como, por ejemplo, la determinación de un volumen de producción en dicha línea de producción (para la estimación del valor fiscal, etc.), el control de producción de línea, la inspección de producción de línea (para la detección de fraudes, etc.).

**REIVINDICACIONES**

1. Método para identificar un artículo, que comprende las etapas de:
- a) seleccionar al menos una zona de una imagen digital de dicho artículo; y
  - b) por cada zona seleccionada en la etapa a), establecer un histograma correspondiente de valores de color de los píxeles de dicha zona, comprendiendo además dicho método las etapas de:
  - c) por cada campo de cada histograma establecido en la etapa b), comparar el número de píxeles con los correspondientes valores de referencia mínimo y máximo de un conjunto de datos de referencia asociados a un artículo de referencia, y determinar si dicho número de píxeles está comprendido entre dichos valores de referencia; y
  - d) identificar el artículo como correspondiente a dicho artículo de referencia, si dicho número de píxeles está comprendido entre dichos valores de referencia en al menos N de dichos campos, siendo  $N \geq 1$ , en al menos una zona.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, en la etapa d), el artículo es identificado como plenamente correspondiente a dicho artículo de referencia si dicho número de píxeles está comprendido entre dichos valores de referencia en cada campo de cada histograma de cada zona.
3. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además la etapa de:
- e) identificar el artículo como parcialmente similar a dicho artículo de referencia en base a los valores de puntuación de similitud asociados a los campos si dicho número de píxeles no está comprendido entre dichos valores de referencia de cada campo de cada histograma de cada zona, siendo un valor de puntuación de similitud asociado a un campo de un histograma establecido más bajo cuando el número de píxeles de dicho campo esté muy por debajo del correspondiente valor de referencia mínimo o muy por encima del correspondiente valor de referencia máximo.
4. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que, teniendo cada uno de los píxeles de dicha imagen digital un valor de luminancia, un valor de saturación y un valor de tono correspondientes asociados a un color entre un conjunto finito de colores, correspondiendo cada color del conjunto de colores a una respuesta espectral distinta, la etapa b) que establece un histograma comprende además las etapas de:
- b1) entre los píxeles dentro de dicha zona que tiene cada uno un valor de saturación por encima de un umbral de valor de saturación dado y por cada color del conjunto de colores, contar un número de píxeles cuyo valor de tono para ese color esté comprendido entre dos valores de umbral de tono dados que definen un campo de ese color para obtener un número de píxeles saturados de dicho color;
  - b2) entre los píxeles dentro de dicha zona que no son píxeles saturados, contar un número de píxeles cuyo valor de luminancia esté por debajo de un valor de umbral de luminancia dado para obtener un número correspondiente de píxeles negros, y contar un número de píxeles cuyo valor de luminancia esté por encima de dicho valor del umbral de luminancia para obtener un número correspondiente de píxeles blancos; y
  - b3) en base a los números de píxeles saturados calculados para cada color del conjunto de colores y el número calculado de píxeles negros y el número calculado de píxeles blancos, calcular una distribución de los píxeles de acuerdo con los colores del conjunto de colores, de los negros y de los blancos, formando de este modo el histograma de dicha zona.
5. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende una etapa de calcular dicho conjunto de datos de referencia de una imagen digital de referencia de dicho artículo de referencia, mediante la ejecución de las etapas a) y b) para la imagen digital de referencia a fin de establecer por cada zona de la imagen digital de referencia un histograma de referencia, y asociar los valores de referencia máximo y mínimo para cada campo de cada histograma de referencia establecido, siendo obtenido cada uno de dichos valores de referencia máximo y mínimo a partir de un intervalo de confianza correspondiente.
6. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende la etapa de:
- detectar un contorno del artículo en la imagen digital y comparar dicho contorno detectado con un contorno de referencia correspondiente al artículo de referencia; y
- en el que la identificación del artículo en la etapa d) se valida además sólo si dicho contorno detectado concuerda con dicho contorno de referencia.
7. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende las etapas de:

detectar un contorno del artículo en la imagen digital y, en la etapa a), seleccionar la al menos una zona de manera que cualquier zona seleccionada esté dentro del contorno detectado del artículo.

8. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la imagen digital del artículo está limitada a un área de control en el artículo que está dentro de un contorno visible de dicho artículo.

5 9. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende las etapas de:

detectar un patrón en la imagen digital y comparar el patrón detectado con un patrón de referencia dado correspondiente al artículo de referencia, y estimar si dicho patrón detectado concuerda con el patrón de referencia; y

usar además un resultado de la operación de identificación de artículo para la autenticación de dicho patrón detectado, si se estima que dicho patrón detectado concuerda con el patrón de referencia.

10 10. Sistema para identificar un artículo, que comprende una unidad de procesamiento de imágenes digitales, que incluye una memoria y se puede utilizar para:

seleccionar al menos una zona de una imagen digital de dicho artículo;

establecer, por cada zona seleccionada, un histograma correspondiente de valores de color de los píxeles de dicha zona,

15 pudiéndose utilizar además dicha unidad de procesamiento de imágenes para:

comparar, por cada campo de cada histograma establecido, el número de píxeles con los correspondientes valores de referencia máximo y mínimo de un conjunto de datos de referencia almacenados en la memoria y asociados a un artículo de referencia, y determinar si dicho número de píxeles está comprendido entre dichos valores de referencia; e

20 identificar el artículo como correspondiente a dicho artículo de referencia si dicho número de píxeles está comprendido entre dichos valores de referencia en al menos N de dichos campos, siendo  $N \geq 1$ , en al menos una zona.

11. Sistema de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la unidad de procesamiento de imágenes se puede utilizar para identificar el artículo como totalmente correspondiente a dicho artículo de referencia si dicho número de píxeles está comprendido entre dichos valores de referencia por cada campo de cada histograma de cada zona.

25 12. Sistema de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la unidad de procesamiento de imágenes se puede utilizar para además para:

calcular los valores de puntuación de similitud asociados a los campos si dicho número de píxeles no está comprendido entre dichos valores de referencia de cada campo de cada histograma de cada zona, siendo un valor de puntuación de similitud asociado a un campo de un histograma calculado más bajo cuando el número de píxeles de dicho campo esté muy por debajo del correspondiente valor de referencia mínimo o muy por encima del correspondiente valor de referencia máximo; e

30

identificar el artículo como parcialmente similar a dicho artículo de referencia en base a los valores de puntuación de similitud calculados.

35 13. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que, los píxeles de dicha imagen digital tienen cada uno un valor de luminancia, un valor de saturación y un valor de tono correspondientes asociados a un color entre un conjunto finito de colores, correspondiendo cada color del conjunto de colores a una respuesta espectral distinta, pudiéndose utilizar la unidad de procesamiento de imágenes digitales para calcular un histograma:

contando un número de píxeles entre los píxeles dentro de dicha zona que tiene cada uno un valor de saturación por encima de un umbral dado de valor de saturación y por cada color del conjunto de colores, cuyo valor de tono de ese color está comprendido entre dos valores de umbral de tono dados que definen un campo para ese color a fin de obtener un número de píxeles saturados de dicho color;

40

contando, entre los píxeles dentro de dicha zona que no son píxeles saturados, un número de píxeles cuyo valor de luminancia está por debajo de un valor de umbral de luminancia dado para obtener un número correspondiente de píxeles negros, contando un número de píxeles cuyo valor de luminancia está por encima de dicho valor del umbral de luminancia para obtener un número de píxeles blancos correspondiente y almacenando en la memoria dichos números de píxeles obtenidos; y

45

calculando una distribución de los píxeles de acuerdo con los colores del conjunto de colores, el blanco y el negro, en base a los números calculados de píxeles saturados de cada color del conjunto de colores y los números calculados de píxeles negros y píxeles blancos, formando de este modo el histograma de dicha zona.

14. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, que comprende:
- una unidad de iluminación que se puede utilizar para iluminar el artículo con radiación electromagnética de una banda espectral dada; y
- 5 una unidad de formación de imágenes que se puede utilizar para convertir dicha señal electromagnética recibida correspondiente a la radiación electromagnética reflejada en el artículo iluminado por la unidad de iluminación, en la imagen digital del artículo, y se puede utilizar para transmitir dicha imagen digital al medio de procesamiento de imágenes digitales;
- en el que
- 10 dicha unidad de procesamiento de imágenes se puede utilizar para recibir la imagen digital de la unidad de formación de imágenes; y
- el sistema incluye además una unidad de control que se puede utilizar para controlar dicha unidad de iluminación, dicha unidad de formación de imágenes y dicha unidad de procesamiento de imágenes digitales a fin de sincronizar su funcionamiento en la iluminación del artículo, formar la imagen digital del artículo iluminado y procesar dicha imagen digital.
- 15 15. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, que comprende además:
- medios de sensor que se pueden utilizar para detectar una posición del artículo con respecto a la unidad de formación de imágenes en el que dicha unidad de formación de imágenes se puede utilizar para formar una imagen digital del artículo, y para transmitir una señal de activación que indica la detección de dicha posición,
- 20 en el que la unidad de control se puede utilizar para además para recibir la señal de activación de los medios de sensor y para sincronizar el funcionamiento de la unidad de iluminación, la unidad de formación de imágenes y la unidad de procesamiento de imágenes digitales en base a dicha señal de activación recibida.
16. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15, en el que la unidad de procesamiento de imágenes digitales se puede utilizar para además para:
- 25 procesar una imagen digital de referencia de dicho artículo de referencia, como para la imagen digital del artículo, para establecer para cada zona de la imagen digital de referencia un histograma de referencia; y
- asociar los valores de referencia máximo y mínimo a cada campo de cada histograma de referencia establecido, obteniéndose cada uno de dichos valores de referencia máximo y mínimo a partir de un intervalo de confianza correspondiente.
- 30 17. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 16, en el que la unidad de procesamiento de imágenes digitales se puede utilizar para:
- detectar un contorno del artículo en la imagen digital y comparar dicho contorno detectado con un contorno de referencia correspondiente al artículo de referencia; y
- validar un resultado de la operación de identificación del artículo solamente si dicho contorno detectado concuerda con dicho contorno de referencia.
- 35 18. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 16, en el que la unidad de procesamiento de imágenes digitales se puede utilizar para:
- detectar un contorno del artículo en la imagen digital; y
- seleccionar la al menos una zona de manera que cualquier zona seleccionada esté dentro del contorno detectado del artículo.
- 40 19. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 18, que comprende medios para limitar la imagen digital del artículo a un área de control en el artículo que está dentro de un contorno visible de dicho artículo.
20. Sistema de acuerdo con la reivindicación 19, en el que el área de control corresponde a una etiqueta en dicho artículo o a una impresión sobre dicho artículo.
- 45 21. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 20, en el que la unidad de formación de imágenes digitales se puede utilizar para:

detectar un patrón en la imagen digital y comparar el patrón detectado con un patrón de referencia dado que corresponde al artículo de referencia, y estimar si dicho patrón detectado concuerda con el patrón de referencia; y

autenticar dicho patrón detectado, en base a un resultado de la operación de identificación de artículo, si se estima que dicho patrón detectado concuerda con el patrón de referencia.

- 5 22. Uso del sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 21 para identificar un artículo en una línea de producción.

Fig. 1

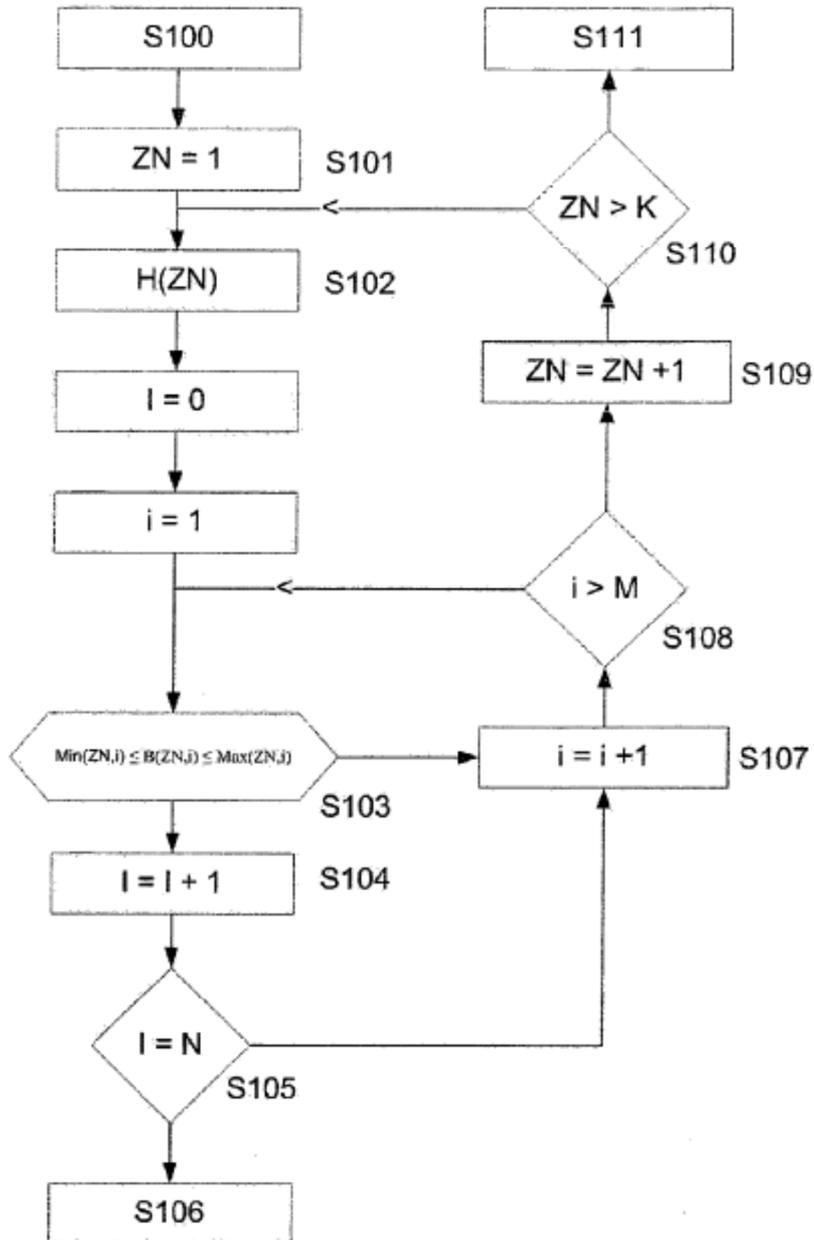


Fig. 2

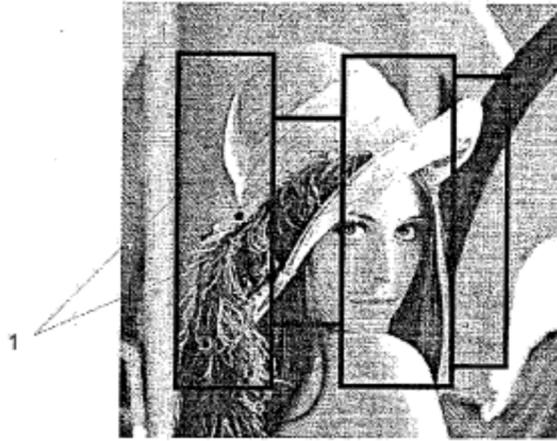
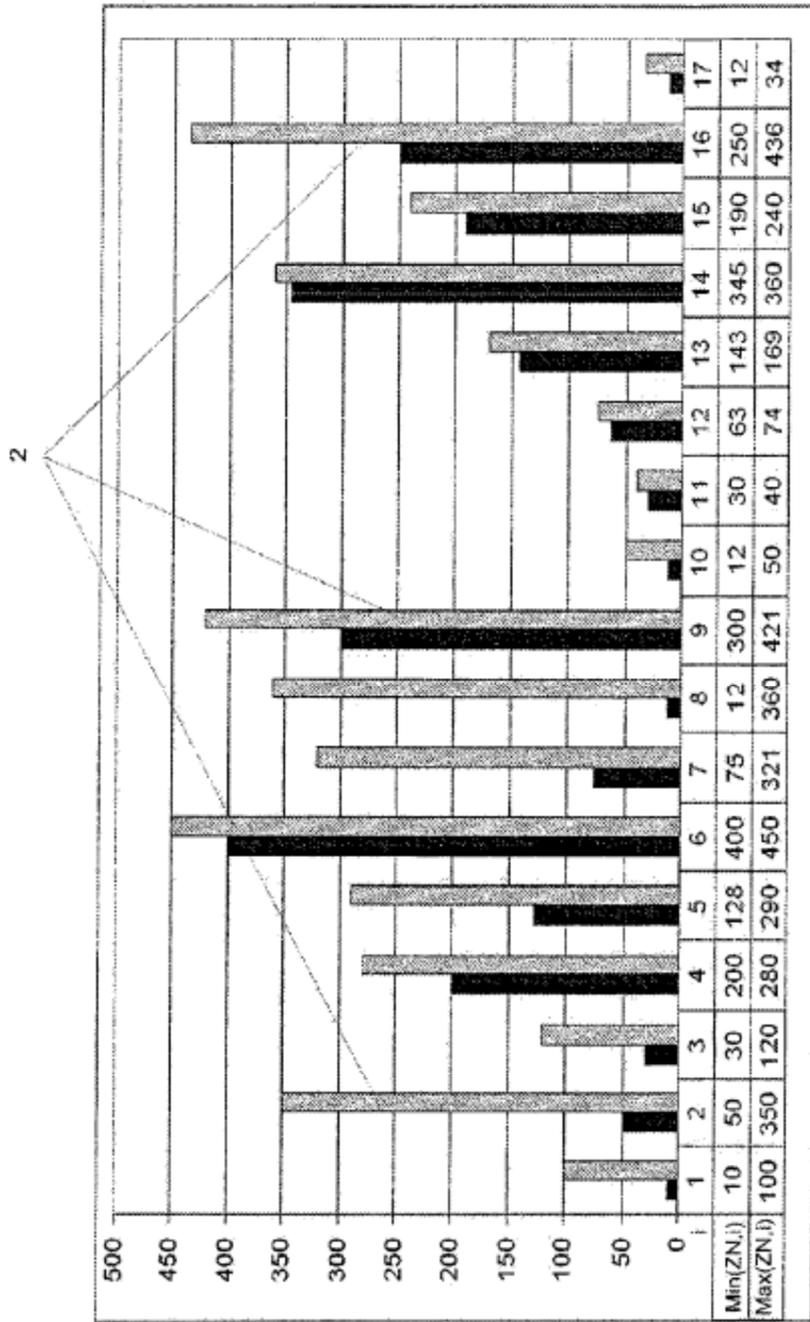


Fig. 3



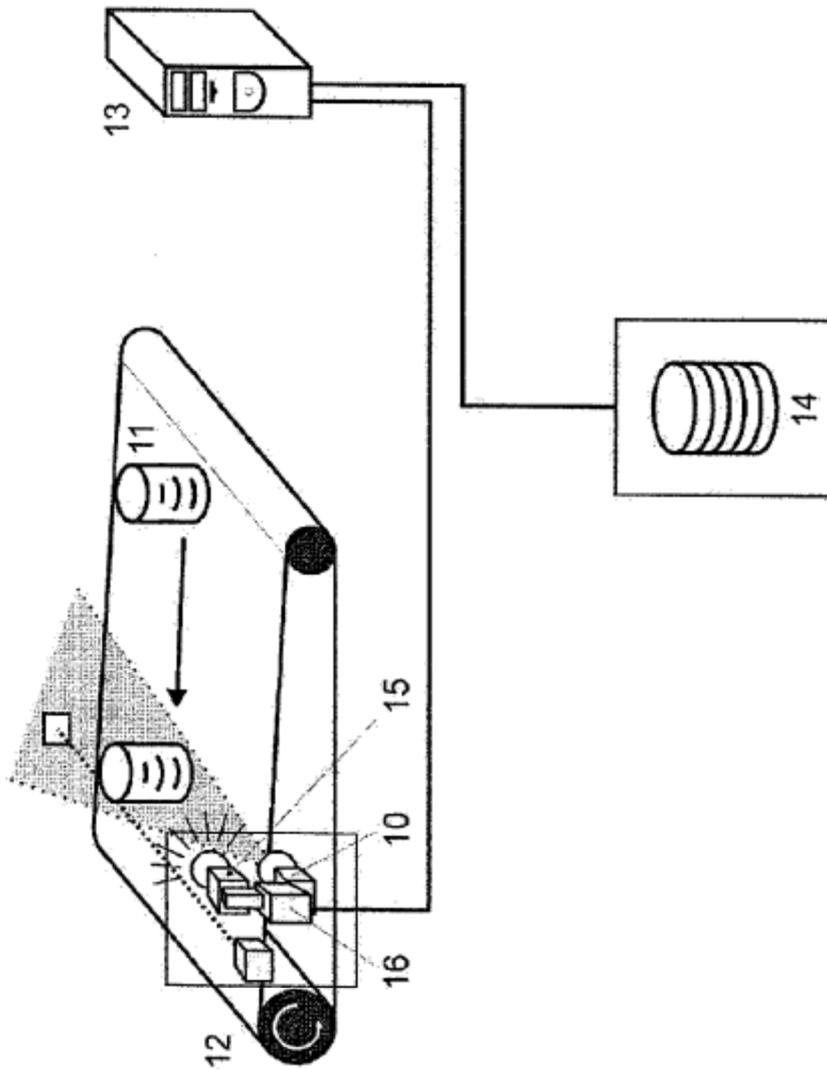


Fig. 4

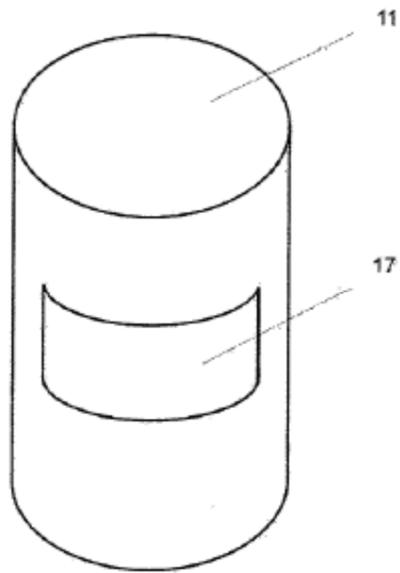


Fig. 5

Fig. 6

