

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 315**

51 Int. Cl.:

G06T 7/00 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2014** **E 14200148 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017** **EP 2889838**

54 Título: **Sistema de inspección fluoroscópica y procedimiento para la clasificación y el reconocimiento automáticos de cargas**

30 Prioridad:

27.12.2013 CN 201310734373

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

26.02.2018

73 Titular/es:

**NUCTECH COMPANY LIMITED (100.0%)
2nd Floor, Block A Tongfang Building
Shuangqinglu
Haidian District, Beijing 100084, CN**

72 Inventor/es:

**ZHAO, ZIRAN;
LIU, YAOHONG;
GU, JIANPING;
LI, QIANG y
ZHANG, JIAN**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 656 315 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

Sistema de inspección fluoroscópica y procedimiento para la clasificación y el reconocimiento automáticos de cargas.

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a un sistema de inspección de seguridad para información de imágenes de contenedores por fluoroscopia, en particular, se refiere a un análisis automático y a un procedimiento de inspección inteligente para cargas en bultos en contenedores, un procedimiento automático de clasificación y reconocimiento para cargas en bultos en contenedores y una segmentación y categorización semántica de imágenes escaneadas de cargas en bultos y, además, se refiere a procedimientos de inspección inteligentes como por ejemplo el análisis de cargas de contrabando ilegal en contenedores, la estimación de cantidades de carga, el cálculo de la cantidad de impuestos y similares.

10

15

Antecedentes

La inspección inteligente es una tendencia inevitable en el campo de la inspección de seguridad de contenedores. La clasificación y el reconocimiento automáticos de cargas es un componente esencial de la inspección inteligente. En la actualidad, las tecnologías de reconocimiento de materiales basadas en el análisis del espectro de energía incluyen tecnología de reconocimiento de materiales de energía dual de rayos X, así como tecnología de rayos X de neutrones. La tecnología de energía dual solo es capaz de reconocer materias orgánicas, materias inorgánicas, mezclas y metales pesados, lo que cubre un estrecho rango de categorías. La tecnología de rayos X de neutrones es capaz de reconocer una amplia gama de categorías. Sin embargo, el generador de neutrones presenta un coste muy elevado, y los rayos de neutrones están sometidos a una protección difícil y presentan poca penetración en la materia orgánica. Debido a dichos defectos, resulta difícil la aplicación de la tecnología de rayos X de neutrones en la inspección de seguridad de cargas en contenedores.

20

25

Las investigaciones sobre la clasificación automática y la tecnología de reconocimiento de cargas en base al análisis de imágenes escaneadas avanzan a paso lento, y los algoritmos y las funciones no satisfacen las necesidades reales del usuario. Este problema viene causado por dos razones. Por un lado, las cargas son diversificadas y complicadas y es difícil encontrar características efectivas y patrones regulares para una clasificación efectiva. Por otro lado, los dispositivos de escaneado están ubicados en posiciones distribuidas, y las oficinas de aduanas mantienen las imágenes escaneadas en secreto, de modo que es difícil adquirir suficientes datos de imagen para formar un clasificador. Además, la clasificación y el reconocimiento de imágenes basados en el análisis masivo de datos imponen mayores requisitos en los algoritmos y el hardware informático, lo que dificulta las investigaciones.

30

35

En la actualidad, son necesarias y factibles las investigaciones sobre la clasificación y el reconocimiento de cargas. Por una parte, los problemas presentes en la inspección inteligente son bien reconocidos en la industria y en el campo académico. Por ejemplo, la Unión Europea ha creado un proyecto XtRAYner en el plan FP7, que es una plataforma de inspección inteligente de diversos productos. Este proyecto principalmente está dirigido a recopilar y anotar datos, y ha lanzado una investigación en algoritmos básicos. Por otra parte, la comprensión de imágenes y el reconocimiento de patrones han obtenido un desarrollo rápido en los últimos años. Se están perfeccionando los algoritmos avanzados adecuados para la clasificación y el reconocimiento masivo de datos, como el campo aleatorio condicional y la Teoría del Aprendizaje Profundo, de modo que será posible la clasificación y el reconocimiento automáticos de imágenes escaneadas de contenedores.

40

45

Documentos

Los documentos:

1. Domingo Mery: "X-ray Testing: The State of the Art", The e-Journal of Non-Destructive Testing & Ultrasonics, 1 de septiembre de 2013 (01-09-2013), páginas 1 a 12, XP055186920, obtenido de Internet: URL: http://www.ndt.net/article/ndtnet12013/1_Mery.pdf [obtenido el 30-04-2015],

55

2. US2006257005A1, y

3. MUHAMMET BASTAN ET AL: "Visual Words on Baggage X-Ray Images", 29 de agosto de 2011 (29-08-2011), COMPUTER ANALYSIS OF IMAGES AND PATTERNS, SPRINGER BERLIN HEIDELBERG, BERLIN, HEIDELBERG, PÁG/S. 360 a 368, XP019161534, ISBN: 978-3-642-23671-6

60

han descrito dicho procedimiento de análisis automático y de inspección inteligente para cargas en bultos en contenedores.

65

Sumario

A la vista de lo anterior, son deseables un sistema de inspección fluoroscópica y un procedimiento para la clasificación y el reconocimiento automáticos de cargas.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de inspección fluoroscópica para la clasificación y el reconocimiento automáticos de cargas. Dicho sistema incluye: una unidad de adquisición de datos de imagen, configurada para llevar a cabo el escaneado y la formación de imágenes de un contenedor utilizando un dispositivo de escaneado de rayos X para obtener una imagen escaneada; una unidad de segmentación de imágenes, configurada para segmentar la imagen escaneada en subregiones, presentando cada una de las mismas escalas de grises y características de textura similares; una unidad de extracción de características, configurada para extraer características de las subregiones; una unidad de aprendizaje, configurada para generar un clasificador según las imágenes anotadas y/o para almacenar o actualizar un clasificador existente; así como una unidad de clasificación y reconocimiento, configurada para reconocer las subregiones utilizando el clasificador según las características extraídas, para obtener una probabilidad de cada subregión perteneciente a una cierta categoría de cargas y combinar subregiones para obtener regiones combinadas que representen cada una de las mismas una categoría.

El sistema de inspección fluoroscópica para clasificación y el reconocimiento automáticos de cargas según la presente invención es capaz de analizar imágenes escaneadas de un contenedor, dividir las imágenes escaneadas en varias partes de acuerdo con las similitudes de características de las mismas y analizar a qué categoría pertenecen las cargas correspondientes a cada una de dichas partes. De modo que se determina una probabilidad de cada subregión en la imagen escaneada perteneciente a una cierta categoría de cargas de acuerdo con las características extraídas y, seguidamente, se combinan las subregiones para obtener regiones combinadas, representando cada una de las mismas una categoría. Una solución de este tipo mejora la eficiencia y la precisión del reconocimiento holístico de las cargas. Además, con las configuraciones descritas en las formas de realización de la presente invención, a medida que aumentan las cantidades de carga que se debe reconocer, se puede mejorar aún más la eficiencia y la precisión del reconocimiento de la carga. De acuerdo con la presente invención, el resultado de clasificación se puede comparar con el Manifiesto de mercancías, de manera que se pueden descubrir artículos de contrabando ilegales. La cantidad de carga se puede estimar de acuerdo con las categorías de las cargas y el área de las cargas en la imagen escaneada. La cantidad de cargas estimada se puede comparar con el Manifiesto, a fin de descubrir el contrabando de la cantidad de carga oculta. Además, se puede estimar la cantidad de impuestos de forma automática, en función de la tasa impositiva de acuerdo con la cantidad de las cargas.

Preferentemente, la unidad de clasificación y reconocimiento está configurada también de manera que combine subregiones para obtener regiones combinadas, representando cada una de las mismas una categoría.

Preferentemente, el sistema incluye además un terminal de inspección; y la unidad de clasificación y reconocimiento está configurada también de manera que estime la cantidad de cada categoría de carga y presente un resultado al terminal de inspección. En consecuencia, un inspector puede realizar un análisis más detallado de las imágenes escaneadas de acuerdo con el resultado de la estimación, y puede llevar a cabo una comparación con el Manifiesto para verificar si la categoría, la cantidad y el importe de impuestos de las cargas son correctos.

Preferentemente, la clasificación y reconocimiento de las cargas incluye una etapa de aprendizaje y una etapa de reconocimiento.

En la etapa de aprendizaje, se necesita una gran cantidad de imágenes escaneadas de las cargas en el contenedor, alcanzando el número una magnitud de cien mil fotogramas e incluso más. Preferentemente, en la etapa de aprendizaje, en primer lugar, después de que se obtengan imágenes escaneadas de cargas en contenedores, cada una de las imágenes escaneadas se presegmenta en subregiones, cada una de ellas con escalas de grises y características de textura similares, que se denominan superpíxeles, y se extraen las características de las subregiones; posteriormente, se anota cada una de las imágenes de escaneado de acuerdo con un Manifiesto correspondiente a cada una de las imágenes escaneadas, es decir, que indica claramente a qué categoría de carga pertenece cada una de las subregiones, y las subregiones que pertenecen a la misma categoría y son adyacentes o están interconectadas entre sí se combinan en una región combinada, que se conoce como una agrupación y, finalmente, las características de todas las subregiones en cada una de las regiones combinadas constituyen una agrupación de características, y un clasificador realiza un aprendizaje de acuerdo con las agrupaciones de características de las categorías conocidas, para su posterior reconocimiento. De modo que el número de categorías que se pueden reconocer en la etapa de reconocimiento depende del número de categorías en que se clasifiquen las cargas en la etapa de anotación. Debido a la transmisión y la proyección de las imágenes escaneadas, las características del perfil de la superficie de los objetos físicos se pierden por completo, lo que provoca dificultades importantes para el reconocimiento. Si el número de categorías es demasiado grande, se puede reducir la precisión en el reconocimiento. Para lograr un resultado de clasificación de utilidad práctica, el inventor clasifica las cargas en 22 categorías de conformidad

con las regulaciones especificadas en la Normativa de declaración aduanera de contenido para la importación y exportación de bienes de la República Popular China.

5 Con respecto al procedimiento de extracción de características, se puede conseguir una pluralidad de características utilizando operadores como un operador de transformación de característica de escala variable (SIFT) o un operador de conjuntos de respuesta máxima (MR8) y se puede fusionar la pluralidad de características mediante el uso de una fusión de características para conseguir características clave y/o se lleva a cabo un procedimiento de fusión de decisión utilizando dichas características.

10 En la etapa de aprendizaje, cada una de las subregiones (superpíxel) en cada una de las imágenes escaneadas incluye una gran cantidad de características. En este sentido, una base de datos de imágenes de aprendizaje puede generar una base de datos de características masivas. Estas características se pueden organizar de manera efectiva mediante el aprendizaje de diccionario (del inglés, "Dictionary learning"). Específicamente, las características similares se agrupan en una palabra, y una gran cantidad de palabras a su vez constituyen un diccionario. En este sentido, las características de cada una de las subregiones se pueden transformar en un histograma de palabras correspondientes en el diccionario. Dicho histograma se considera como una característica final de la subregión. De modo que un diccionario se forma de dos maneras: una es Kmeans, donde se describen las regiones utilizando una bolsa de palabras (BOW), y la otra es descomposición de valor singular K (K-SVD), donde las regiones se describen mediante el uso de representación dispersa. Después de que las subregiones que pertenecen a la misma categoría y son adyacentes o están interconectadas entre sí se combinen en una región combinada (agrupación), cada región combinada incluye una agrupación de características de histograma, y dicha agrupación de características de histograma pertenece a una misma categoría.

25 Opcionalmente, en la etapa de aprendizaje, se adquiere una base de datos de imágenes de subcategorías anotando manualmente las imágenes escaneadas recogidas, para generar o actualizar posteriormente un clasificador.

30 Preferentemente, en la etapa de reconocimiento, en primer lugar, se escanean las cargas en un contenedor, y la imagen escaneada se presegmenta para generar varias subregiones (superpíxeles) que son relativamente consistentes en cuanto a escala de grises y textura; posteriormente, se extraen las características de las subregiones, y dichas subregiones se reconocen utilizando un clasificador generado mediante aprendizaje de acuerdo con las características extraídas, para obtener una probabilidad de cada subregión perteneciente a una cierta categoría de cargas y, finalmente, se construye un modelo gráfico probabilístico utilizando las probabilidades y las correlaciones entre las subregiones adyacentes, y se combinan dichas subregiones para obtener regiones combinadas, representando cada una de las mismas una categoría, completando de este modo la clasificación de la carga. De modo que el modelo gráfico probabilístico puede emplear un modelo oculto de Markov (del inglés, *Hidden Markov Model*) (HMM), un campo aleatorio condicional (CRF) o una predicción estructurada de salida (del inglés, *Structure Output Prediction*) (SOP). Alternativamente, pueden no construirse estos modelos complicados y, en su lugar, las subregiones se pueden combinar directamente de acuerdo con similitudes de las mismas y, a continuación, se obtiene una categoría integral como categoría de la región fusionada.

45 Preferentemente, en la etapa de reconocimiento, se construye una tabla de escalas de grises máximas y escalas de grises mínimas posibles con respecto a diferentes espesores para cada categoría de cargas; y se obtienen un peso mínimo posible y un peso máximo posible de una carga haciendo referencia a una escala de grises de una imagen y a la tabla de escalas de grises máximas y escalas de grises mínimas.

50 Preferentemente, el sistema incluye una interfaz de usuario y, después de la etapa de reconocimiento, dicha interfaz de usuario se configura para realizar uno o más entre:

55 1) mostrar diferentes cargas utilizando colores diferentes según las categorías de dichas cargas, informar a los operarios acerca de cuántas categorías cubren las cargas y a qué categoría pertenece cada categoría de las cargas;

2) mostrar en una posición de clicado en una cierta región una categoría de cargas y un peso mínimo posible y un peso máximo posible de la categoría de cargas de acuerdo con una operación de clicado de un operario;

60 3) si un resultado es diferente de una categoría de entrada manual, resaltar la diferencia con un color en la imagen escaneada; y

4) si el sistema además está configurado para analizar automáticamente un Manifiesto para obtener una categoría de carga y la información de peso correspondiente, y si el resultado es diferente de un resultado de análisis automático, resaltar la diferencia con un color en la imagen.

65

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento de inspección fluoroscópica para la clasificación y el reconocimiento de cargas automáticos. Dicho procedimiento incluye: realizar el escaneado y la formación de imágenes de un contenedor utilizando un dispositivo de escaneado por rayos X para obtener una imagen escaneada; segmentar la imagen escaneada en subregiones, cada una de ellas con escalas de grises y características de textura similares; extraer características de las subregiones; generar un clasificador de acuerdo con las imágenes anotadas, y/o almacenar o actualizar un clasificador existente; así como reconocer las subregiones utilizando el clasificador de acuerdo con las características extraídas, para obtener una probabilidad de cada subregión perteneciente a una cierta categoría de cargas, y combinar las subregiones para obtener regiones combinadas, representando cada una de las mismas una categoría.

Preferentemente, el procedimiento incluye además: estimar una cantidad de cada categoría de cargas y enviar un resultado al terminal de inspección.

Preferentemente, el procedimiento incluye una etapa de aprendizaje y/o una etapa de reconocimiento.

Preferentemente, en la etapa de aprendizaje, en primer lugar, después de que se hayan obtenido imágenes escaneadas de cargas en contenedores, cada una de dichas imágenes escaneadas se presegmenta en subregiones, cada una de ellas con escalas de grises y características de textura similares, y se extraen características de las subregiones; a continuación, cada una de las imágenes escaneadas se anota de acuerdo con un Manifiesto que se corresponde con cada una de las imágenes escaneadas, y las subregiones que pertenecen a la misma categoría y son adyacentes o están interconectadas entre sí se combinan en una región combinada; y, finalmente, las características de todas las subregiones en cada una de las regiones combinadas constituyen una agrupación de características, y el clasificador realiza un aprendizaje de acuerdo con las agrupaciones de características de las categorías conocidas para su reconocimiento posterior.

Preferentemente, en la etapa de aprendizaje, se obtiene una pluralidad de características usando un operador SIFT o MR8, y dicha pluralidad de características se fusiona mediante el uso de una fusión de características para extraer las características y/o se realiza un procedimiento de fusión de decisión mediante el uso de dichas características; además, las características extraídas están organizadas mediante el aprendizaje de diccionario.

Preferentemente, en la etapa de aprendizaje, se obtiene una base de datos de imágenes de subcategorías anotando manualmente las imágenes escaneadas recogidas.

Preferentemente, en la etapa de reconocimiento, en primer lugar, se escanean las cargas en un contenedor y se presegmenta la imagen escaneada para generar varias subregiones, siendo cada una relativamente consistente en cuanto a escala de grises y textura; a continuación, se extraen las características de las subregiones y se reconocen dichas subregiones utilizando un clasificador generado mediante aprendizaje de acuerdo con las características extraídas, para obtener probabilidades de que las subregiones pertenecen a diversas categorías de cargas, y finalmente, se construye un modelo gráfico probabilístico utilizando las probabilidades y las correlaciones entre las subregiones adyacentes y se combinan dichas subregiones para obtener regiones combinadas, representando cada una de las mismas una categoría, completando de este modo la clasificación de la carga.

Preferentemente, en la etapa de reconocimiento, el modelo gráfico probabilístico se construye usando un modelo oculto de Markov, un campo aleatorio condicional, o una predicción estructurada de salida; o las subregiones se combinan directamente según las similitudes y se obtiene una categoría completa para servir como categoría de una región resultante de la combinación.

Preferentemente, después de la etapa de reconocimiento, el procedimiento incluye también llevar a cabo una o más entre:

1) mostrar diferentes cargas utilizando colores diferentes según las categorías de dichas cargas, informar a los operarios acerca de cuántas categorías cubren las cargas y a qué categoría pertenece cada categoría de las cargas;

2) mostrar en una posición de clicado en una cierta región una categoría de cargas y un peso mínimo posible y un peso máximo posible de la categoría de cargas de acuerdo con una operación de clicado de un operario;

3) si un resultado es diferente de una categoría de entrada manual, resaltar la diferencia con un color en la imagen escaneada; y

4) analizar automáticamente un Manifiesto para obtener una categoría de carga y la información de peso correspondiente y, si un resultado es diferente de un resultado de análisis automático, resaltar la diferencia con un color en la imagen.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un programa informático que, cuando se ejecuta en un procesador, realiza los procedimientos anteriores.

5 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un producto de programa informático almacenado en un medio utilizable por ordenador, que incluye un medio de programa legible por ordenador para hacer que un procesador aplique los procedimientos anteriores.

10 Con el sistema de inspección fluoroscópica para la clasificación y reconocimiento automáticos de cargas de acuerdo con la presente invención, se segmentan las imágenes escaneadas de cargas en bultos en un contenedor, las cargas se clasifican y se reconocen y se puede estimar la cantidad de las cargas adicionalmente. Además, se pueden agregar pseudocolores en las imágenes para varias categorías de carga, lo que facilita enormemente la inspección de las imágenes. Si el número de categorías según la clasificación de la imagen es inconsistente con el número de categorías especificadas en el Manifiesto, o las cantidades son inconsistentes, el sistema puede notificar al inspector que puede haber información de las cargas oculta. Si se pueden obtener las tasas impositivas de varias categorías de carga mediante consulta, el sistema es capaz de estimar
15 adicionalmente la cantidad del impuesto como referencia.

Breve descripción de los dibujos

20 Haciendo referencia a las formas de realización descritas a continuación, se ilustrarán claramente varios detalles y aspectos de la presente invención. En los dibujos:

25 la figura 1 es un diagrama de flujo de un proceso de inspección de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;

la figura 2 es una vista esquemática de una etapa de aprendizaje de acuerdo con una forma de realización de la presente invención; y

30 la figura 3 es una vista esquemática de una etapa de reconocimiento de acuerdo con una forma de realización de la presente invención; y

la figura 4 es un diagrama de bloques de un sistema de inspección fluoroscópica para la clasificación y el reconocimiento automáticos de cargas de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

35 Descripción detallada

Con el fin de aclarar los objetivos, las estructuras y las ventajas de la presente invención, la presente invención se describe adicionalmente en detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos. En aras de la brevedad de la descripción, únicamente se ilustra una de las múltiples configuraciones posibles en los dibujos y en la descripción.
40

Descripción de las categorías

45 En la presente invención, las cargas escaneadas se clasifican en 22 categorías de acuerdo con el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías (SA) formulado por la Organización Mundial de Aduanas, y las regulaciones especificadas en la Normativa aduanera de declaración de contenido de importación y exportación de mercancías de la República Popular China. Brevemente, estas 22 categorías se describen de la siguiente manera:

50 1. Animales vivos y productos de origen animal.

2. Productos vegetales.

55 3. Grasas y aceites animales o vegetales y sus productos de escisión; grasas comestibles preparadas; ceras animales o vegetales.

4. Productos alimenticios preparados; bebidas, licores y vinagre; tabaco y sucedáneos del tabaco elaborados.

60 5. Productos minerales.

6. Productos de las industrias químicas o conexas.

7. Plásticos y sus manufacturas; caucho y sus manufacturas.

8. Cueros y pieles en bruto, cueros, peletería y sus manufacturas; guarnicionería y de talabartería; artículos de viaje, bolsos de mano y continentes similares; manufacturas de tripa de animales (excepto las manufacturas de pelo de Mesina).
- 5 9. Madera y manufacturas de madera; carbón vegetal; corcho y manufacturas de corcho; manufacturas de paja, de esparto o de otros materiales trenzables; cestería y mimbre.
- 10 10. Pasta de madera o de otro material celulósico fibroso; desperdicios y desechos de papel y cartón; papel y cartón y manufacturas de los mismos.
- 10 11. Artículos textiles y textiles.
- 15 12. Calzado, sombrerería, sombrillas, parasoles, bastones, sillas de bastón, látigos, fustas y sus partes; plumas preparadas y manufacturas de las mismas; flores artificiales; artículos de cabello humano.
- 15 13. Artículos de piedra, yeso, cemento, amianto, mica o materiales similares; productos cerámicos; vidrio y cristalería.
- 20 14. Perlas naturales o cultivadas, piedras preciosas o semipreciosas, metales preciosos, metales chapados con metales preciosos, y sus manufacturas; joyería de imitación; monedas.
- 20 15. Metales comunes y manufacturas de metales comunes.
- 25 16. Maquinaria y aparatos mecánicos; equipamiento eléctrico; partes de los mismos; grabadoras y reproductores de sonido, grabadoras y reproductores de imagen y sonido de televisión, y sus partes y accesorios.
- 25 17. Vehículos, aeronaves, embarcaciones y equipo de transporte asociado.
- 30 18. Instrumentos y aparatos de óptica, fotografía, cinematografía, medición, verificación, precisión, médicos o quirúrgicos; relojes y relojes de pulsera; instrumentos musicales; partes y accesorios de los mismos.
- 30 19. Armas y municiones; partes y accesorios de los mismos.
- 35 20. Artículos manufacturados diversos.
- 35 21. Obras de arte, piezas de colección y antigüedades.
- 40 22. Artículos de comercio especial y bienes sin clasificar.
- 40 Se deberá observar que, en la presente invención, las cargas se clasifican en las 22 categorías anteriores solo para la adaptación a la aplicación práctica. En la práctica, se pueden aplicar subconjuntos de las 22 categorías o incluso clasificaciones refinadas (por ejemplo, las 98 subcategorías en las 22 categorías).
- 45 De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, un sistema de inspección fluoroscópica para la clasificación y el reconocimiento automáticos de cargas incluye (tal como se ilustra en la figura 4): una unidad de obtención de datos de imágenes, configurada para realizar un escaneado y una formación de imágenes para un contenedor utilizando un dispositivo de escaneado de rayos X para obtener una imagen escaneada; una unidad de segmentación de imágenes, configurada para segmentar la imagen escaneada en regiones pequeñas, cada una de ellas con escalas de grises y características de textura similares; una unidad de extracción de características, configurada para extraer características de las regiones pequeñas; una unidad de aprendizaje, configurada para generar un clasificador de acuerdo con las imágenes anotadas; y una unidad de clasificación y reconocimiento, configurada para reconocer las regiones pequeñas utilizando el clasificador de acuerdo con las características extraídas, para obtener una probabilidad de cada región pequeña perteneciente a una cierta categoría de cargas, y combinar las regiones pequeñas para obtener regiones grandes, representando cada una de ellas una categoría .
- 50 55 La figura 1 es un diagrama de flujo de un proceso de inspección de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. Por ejemplo, en la inspección de un contenedor de rodillos, después de que entre un vehículo y se inicie la inspección, el sistema escanea el vehículo en primer lugar, para obtener una imagen de fluoroscopia del mismo; dicha imagen de fluoroscopia escaneada se inspecciona por medio del análisis de imágenes y la clasificación y el reconocimiento descritos más adelante, y en combinación con información de texto auxiliar; después de la obtención de un resultado de clasificación y reconocimiento, se puede enviar dicho resultado a un terminal de inspección y, después de que se complete la inspección del vehículo, se envía un resultado de inspección.
- 60 65

El sistema de inspección fluoroscópica para la clasificación y el reconocimiento automáticos de cargas de acuerdo con la presente invención es capaz de analizar una imagen escaneada de un contenedor, categorizar la imagen escaneada en varias partes de acuerdo con las similitudes de características y analizar a qué categoría pertenecen las cargas correspondientes a cada una de las partes. De acuerdo con la presente invención, se determina una probabilidad de cada región pequeña en la imagen de escaneado perteneciente a una cierta categoría de cargas de conformidad con las características extraídas, mejorando de este modo la eficiencia y la precisión del reconocimiento holístico de las cargas. Además, con las configuraciones descritas en las formas de realización de la presente invención, a medida que aumentan las cantidades de carga a reconocer, se puede mejorar adicionalmente la eficiencia y la precisión del reconocimiento de la carga. De acuerdo con la presente invención, se puede hacer una comparación con el Manifiesto de conformidad con el resultado de la clasificación, a fin de descubrir artículos ilegales de contrabando. Se puede estimar la cantidad de carga de acuerdo con la categoría y el área de carga en la imagen escaneada. La cantidad de carga estimada se puede comparar con el Manifiesto, a fin de descubrir el contrabando de la cantidad oculta de las cargas. Además, se puede estimar el importe del impuesto automáticamente en función de la tasa impositiva de acuerdo con la cantidad de cargas.

Preferentemente, la clasificación y el reconocimiento automáticos realizados por el sistema para las cargas incluyen una etapa de aprendizaje y una etapa de reconocimiento. Sin embargo, una persona experta en la técnica comprenderá que, en la aplicación práctica, cuando haya un número suficiente de muestras de subcategorías, la clasificación y el reconocimiento automáticos realizado por el sistema para las cargas ya no incluyen la etapa de aprendizaje, ya que, en este caso, el sistema ha adquirido suficientes "palabras" construidas por agregación de características.

Etapa de aprendizaje (tal como se ilustra en la figura 2)

1. Obtención de imágenes

Para cumplir con los requisitos de aprendizaje del clasificador, se recopilan unas 100 imágenes con respecto a cada categoría de cargas, y dichas imágenes deben implicar artículos tan distintos entre sí como sea posible. Por ejemplo, con respecto a los alimentos, se incluyen tantos alimentos como sea posible en diferentes categorías y de diferentes formas, así como paquetes. Además, con respecto a imágenes de seres vivos o armas que resultan de difícil adquisición, se utilizan artículos simulados similares para el escaneado de imágenes.

2. Anotación manual de la categoría

Las imágenes recopiladas se anotan manualmente (es decir, anotación de imagen). Un procedimiento de anotación típico es proporcionar una anotación detallada que indica que cada uno de los píxeles en una imagen o qué región de una imagen pertenece a qué categoría. Después de la anotación, se forma la base de datos de imágenes de subcategorías tal como se ilustra en la figura 1. Además, se obtiene un clasificador de acuerdo con las imágenes anotadas.

3. Extracción de características

En primer lugar, se extraen las características de una región anotada en una imagen. Típicamente, la característica está representada por un descriptor de imagen densa. El descriptor de imagen se puede obtener a través de varios algoritmos, por ejemplo, la característica de histograma de gradientes orientados (HOG), el MR8, el SIFT y similares. Preferentemente, de acuerdo con la presente invención, se realiza la fusión de decisión utilizando estos tres tipos de características. Por lo tanto, durante la extracción de las características, se extraen características densas HOG, MR8 y SIFT por separado. En el presente documento, el término "denso" se refiere a las posiciones de los puntos de extracción de características en una imagen que se configuran en intervalos pequeños y uniformes. Los algoritmos se pueden aplicar utilizando software de código abierto, como opencv, vfeat y otras bibliotecas de código abierto.

La imagen se segmenta utilizando un algoritmo de segmentación de imagen. Sin pérdida de generalidad, la segmentación se lleva a cabo utilizando un procedimiento de combinación de regiones estadísticas, y las regiones obtenidas después de la segmentación se denominan superpíxeles. Se realiza el promedio de los tres tipos de características extraídas en una región de superpíxel y, de este modo, se obtiene una descripción de la característica del píxel. En la misma imagen, las regiones pequeñas que pertenecen a una misma categoría y son adyacentes o están interconectadas entre sí se combinan en una región grande, que se conoce como agrupación. Cada agrupación incluye por lo menos un superpíxel. Sin embargo, una agrupación típicamente incluye desde decenas a incluso cientos de superpíxeles. Preferentemente, las características de la agrupación se describen por medio de BOW. Las características BOW generadas utilizando HOG se conocen como HOG-BOW, las características BOW generadas utilizando MR8 se conocen como MR8-BOW y las características BOW generadas utilizando SIFT se conocen como SIFT-BOW. Para utilizar las muestras en su totalidad, una agrupación se divide en bloques uniformes de acuerdo con el área de una agrupación, de manera que cada agrupación incluya por lo menos 20 características BOW. En este caso, cada una de las características BOW está formada por tres vectores de alta dimensión {HOG-BOW, MR8-BOW, SIFT-BOW}.

4. Aprendizaje del clasificador

5 El clasificador realiza un aprendizaje mediante el uso de las características obtenidas en la 3ª etapa descrita anteriormente. De acuerdo con la descripción anterior, con respecto a los tres tipos de características, se construyen tres tipos de clasificadores: un clasificador HOG, un clasificador MR8 y un clasificador SIFT, respectivamente. Cada clasificador cubre alrededor de 100 imágenes y cada imagen incluye por lo menos 20 características BOW. Por lo tanto, cada clasificador es un clasificador de 22 categorías y cada categoría incluye por lo menos 2000 muestras de características. Cada uno de los clasificadores puede ser un clasificador lineal, un clasificador no lineal, un clasificador integrado, un clasificador de red neuronal, como un clasificador Fisher, un clasificador SVM, un clasificador Boosting, un clasificador de bosque aleatorio, un clasificador de perceptrón multicapa y similares. Sin pérdida de generalidad, en la presente forma de realización se adopta un clasificador SVM. Dicho clasificador SVM se puede aplicar utilizando diversas soluciones de software de fuente abierta, por ejemplo LibSVM o similares.

15 Además, la fusión de características también se puede realizar en los tres tipos de características. Sin embargo, dado que las dimensiones de los tres tipos de características son altas, en el presente documento se utiliza preferentemente la fusión de decisión.

20 Después de la obtención del clasificador, se puede llevar a cabo la clasificación.

Etapa de clasificación y reconocimiento (tal como se ilustra en la figura 3)

25 1. Segmentación de imágenes

La segmentación de una imagen desconocida se lleva a cabo utilizando el mismo procedimiento que la segmentación de imágenes en la 3ª etapa anterior en la etapa de aprendizaje. Las regiones obtenidas por medio de la segmentación son todas superpíxeles.

30 2. Extracción de características

El procedimiento básico de extracción de características aquí es similar al procedimiento de extracción de características en la 3ª etapa anterior en la etapa de aprendizaje. La diferencia entre ellos radica en que en la extracción de características aquí no se proporciona ningún resultado de clasificación y, por lo tanto, no se pueden obtener con precisión las características de una agrupación. Así, con respecto a cada superpíxel, las características generadas en un área específica alrededor del superpíxel (por referencia a un área de la región dividida durante la generación de la agrupación) forman una agrupación local virtual y se calculan las características BOW de la agrupación. En este caso, las características en un superpíxel no se promedian y, en su lugar, se obtienen directamente las características de BOW.

40 A diferencia del caso en el que cada agrupación incluye por lo menos 20 características BOW durante la etapa de aprendizaje, en este caso, la agrupación local incluye solo una característica BOW. Esta característica de BOW consiste en tres vectores de alta dimensión {HOG-BOW, MR8-BOW, SIFT-BOW}.

45 3. Clasificación

Los tres vectores de alta dimensión {HOG-BOW, MR8-BOW, SIFT-BOW} se clasifican respectivamente mediante el clasificador capacitado para obtener vectores de confianza tridimensionales de los tres vectores pertenecientes a las 22 categorías. Cada valor en los vectores indica una confianza de una característica perteneciente a una categoría.

50 Se obtiene un resultado de la fusión de decisión calculando cualquiera entre la suma, el promedio y el máximo de las confianzas tridimensionales. Preferentemente, se obtiene el promedio de los vectores de confianza tridimensionales para obtener un vector de confianza unidimensional. Cada valor es una confianza de un superpíxel perteneciente a una categoría. El valor máximo en el vector indica la categoría y la confianza del superpíxel.

60 Preferentemente, después de obtener las confianzas de todos los superpíxeles, se puede procesar con posterioridad un gráfico de confianza. Sin pérdida de generalidad, se puede obtener un resultado más preciso por medio del CRF.

Estimación del peso de la carga

65 En el sistema de formación de imágenes de rayos X, la escala de grises de cada sustancia es computable por una unidad de espesor (por ejemplo, 1 cm), o la escala de grises se puede considerar como determinada. Por lo

tanto, se construye una tabla posible de escalas de grises máximas y escalas de grises mínimas con respecto a diferentes espesores para las 22 categorías de cargas.

5 En la 3ª etapa anterior en la etapa de reconocimiento se han obtenido las categorías de las cargas. Haciendo referencia adicional a una escala de grises de una imagen y a la tabla anterior de escalas grises, se puede obtener fácilmente un peso mínimo posible y un peso máximo posible de una carga.

Interacción persona-máquina

10 El procedimiento de clasificación y reconocimiento de acuerdo con la presente invención puede emplear diversos procedimientos de interacción persona-máquina que ayudan al operario de un dispositivo a analizar de manera más efectiva las imágenes. El procedimiento puede incluir, pero no está limitado a:

15 1. Como procedimiento de interacción persona-máquina, después de la clasificación y el reconocimiento, se pueden indicar cargas diferentes utilizando colores diferentes según las categorías de las cargas, informando a los operarios del dispositivo acerca de cuántas categorías cubren las cargas y a qué categoría de las 22 categorías de cada categoría de carga pertenecen.

20 2. Como procedimiento de interacción persona-máquina, después de la clasificación y del reconocimiento, se muestran en una cierta región una categoría de cargas y un peso mínimo posible y un peso máximo posible de la categoría de cargas en una posición de clicado (por ejemplo, cerca de un cursor de un ratón) según una operación de clicado del operario del dispositivo.

25 3. Como un procedimiento de interacción persona-máquina, el operario del dispositivo puede introducir manualmente una categoría de carga (una categoría general a la que pertenecen las cargas). Después de la clasificación y el reconocimiento, si un resultado es diferente al de la categoría introducida manualmente, la diferencia se resalta con un color en la imagen.

30 4. Como un procedimiento de interacción persona-máquina, el sistema analiza automáticamente el Manifiesto (un Manifiesto electrónico o un Manifiesto digitalizado basado en el reconocimiento de caracteres), para obtener una categoría de carga y la información de peso correspondiente. Después de la clasificación y el reconocimiento, si un resultado es diferente al resultado del análisis automático, la diferencia se resalta con un color en la imagen.

35 De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, se proporciona un procedimiento de inspección fluoroscópica de clasificación y reconocimiento automáticos de cargas. El procedimiento incluye: realizar el escaneado y la formación de imágenes para un contenedor usando un dispositivo de escaneado de rayos X para obtener una imagen escaneada; segmentar la imagen escaneada en regiones pequeñas, cada una con escalas de grises y características de textura similares; extraer características de las regiones pequeñas; generar un clasificador según las imágenes anotadas; así como reconocer las regiones pequeñas mediante el uso del clasificador de acuerdo con las características extraídas para obtener una probabilidad de cada región pequeña perteneciente a una cierta categoría de cargas y fusionar las regiones pequeñas para obtener regiones grandes, representando cada una de las mismas una categoría.

40 45 Preferentemente, el procedimiento incluye además: estimar la cantidad de cada categoría de cargas y presentar un resultado al terminal de inspección.

Preferentemente, el procedimiento incluye una etapa de aprendizaje y una etapa de reconocimiento.

50 55 Preferentemente, en la etapa de aprendizaje, en primer lugar, después de la obtención de imágenes escaneadas de cargas en contenedores, cada una de las imágenes escaneadas se presegmenta en regiones pequeñas, presentando cada una de las mismas escalas de grises y características de textura similares, y se extraen las características de las regiones pequeñas; posteriormente, se anota cada una de las imágenes escaneadas de acuerdo con un Manifiesto correspondiente a la imagen escaneada y las pequeñas regiones que pertenecen a la misma categoría y son adyacentes o están interconectadas entre sí se combinan en una región grande y, finalmente, las características de todas las regiones pequeñas en cada una de las regiones grandes constituyen una agrupación de características y el clasificador realiza un aprendizaje de acuerdo con las agrupaciones de característica de las categorías conocidas, para su posterior reconocimiento.

60 65 Preferentemente, en la etapa de aprendizaje, se obtiene una pluralidad de características utilizando un operador SIFT o MR8, y se fusiona la pluralidad de características utilizando un procedimiento de fusión de características o fusión de decisión para extraer las características; además, las características extraídas se organizan mediante aprendizaje de diccionario.

Preferentemente, en la etapa de aprendizaje, se obtiene una base de datos de imágenes de subcategorías anotando manualmente las imágenes escaneadas recogidas.

5 Preferentemente, en la etapa de reconocimiento, en primer lugar, se escanean las cargas en un contenedor y se presegmenta la imagen escaneada para generar varias regiones pequeñas, siendo cada una relativamente consistente en cuanto a escala de grises y textura; posteriormente, se extraen las características de las regiones pequeñas y se reconocen dichas regiones pequeñas mediante el uso de un clasificador generado mediante aprendizaje de acuerdo con las características extraídas, para obtener una probabilidad de cada región pequeña perteneciente a una cierta categoría de cargas y, finalmente, se construye un modelo gráfico probabilístico utilizando las probabilidades y las correlaciones entre regiones pequeñas adyacentes, y se combinan dichas regiones pequeñas para obtener regiones grandes, representando cada una de las mismas una categoría, completando de este modo la clasificación de la carga.

10 Preferentemente, en la etapa de reconocimiento, el modelo gráfico probabilístico se construye utilizando un modelo oculto de Markov, un campo aleatorio condicional, o una predicción estructurada de salida; o las regiones pequeñas se combinan directamente según las similitudes y se obtiene una categoría completa que sirva como una categoría de una región como resultado de la combinación.

15 Con el sistema de inspección fluoroscópica para la clasificación y el reconocimiento automáticos de cargas de acuerdo con la presente invención, se segmentan las imágenes escaneadas de cargas en bultos en un contenedor, se clasifican y reconocen las cargas y se puede estimar adicionalmente la cantidad de las cargas. Además, se pueden agregar pseudocolores en las imágenes para varias categorías de carga, lo que facilita enormemente la inspección de dichas imágenes. Si el número de categorías después de la clasificación de la imagen es inconsistente con el número de categorías especificadas en el Manifiesto, o si las cantidades son inconsistentes, el sistema notifica al inspector que puede haber información oculta de la carga. Si se pueden obtener las tasas impositivas de varias categorías de carga mediante consulta, el sistema puede estimar adicionalmente la cantidad del impuesto como referencia.

20
25
30 En las reivindicaciones y la especificación, los términos "que comprende" o "comprende" no excluyen otros elementos o etapas, y los artículos indefinidos "un" o "una" no excluyen una pluralidad. Un único elemento u otra unidad pueden cumplir funciones de varias características enumeradas en las reivindicaciones. El mero hecho de que se enumeren ciertas medidas en reivindicaciones dependientes diferentes entre sí no indica que no se pueda utilizar ventajosamente una combinación de dichas medidas. No se deberá interpretar ningún signo de referencia en las reivindicaciones como limitativo del alcance.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de inspección fluoroscópica para la clasificación y el reconocimiento automáticos de cargas, que comprende:

5 una unidad de obtención de datos de imagen, configurada para realizar un escaneado y una formación de imágenes para un contenedor utilizando un dispositivo de escaneado de rayos X para obtener una imagen escaneada;

10 una unidad de segmentación de imágenes, configurada para segmentar la imagen escaneada en superpíxeles, presentando cada uno de ellos escalas de grises y características de textura similares;

una unidad de extracción de características, configurada para extraer características de los superpíxeles;

15 una unidad de aprendizaje, configurada para generar un clasificador de acuerdo con las imágenes anotadas y/o almacenar o actualizar un clasificador existente; y

20 una unidad de clasificación y reconocimiento, configurada para reconocer los superpíxeles utilizando el clasificador de acuerdo con las características extraídas, para obtener una probabilidad de cada región de superpíxel perteneciente a una cierta categoría de cargas y combinar superpíxeles para obtener unas agrupaciones, representando cada uno de los mismos una categoría

estando el sistema de inspección fluoroscópica caracterizado por que:

25 - la clasificación y el reconocimiento automáticos realizado por el sistema para las cargas comprende una etapa de aprendizaje y una etapa de reconocimiento;

30 - en la etapa de aprendizaje, en primer lugar, después de la obtención de imágenes escaneadas de cargas en contenedores, cada una de dichas imágenes escaneadas se presegmenta en superpíxeles, presentando cada uno de ellos escalas de grises y características de textura similares, y se extraen las características de los superpíxeles; se anota cada una de las imágenes escaneadas de acuerdo con un Manifiesto correspondiente a la imagen escaneada, y los superpíxeles que pertenecen a la misma categoría y son adyacentes o están interconectados entre sí se combinan en una agrupación y, finalmente, las características de todos los superpíxeles en cada uno de las agrupaciones constituyen una agrupación de características, y el clasificador realiza un aprendizaje de acuerdo con las agrupaciones de características de las categorías conocidas, para el reconocimiento posterior; y

40 - en la etapa de reconocimiento, en primer lugar, se escanean las cargas en un contenedor, y se presegmenta una imagen escaneada para generar varios superpíxeles, siendo cada uno relativamente consistente en cuanto a escala de grises y textura; a continuación, se extraen las características de los superpíxeles, y se reconocen los superpíxeles utilizando el clasificador generado mediante el aprendizaje de acuerdo con las características extraídas, para obtener una probabilidad de cada región de superpíxel perteneciente a una cierta categoría de cargas y, finalmente, se construye un modelo gráfico probabilístico utilizando las probabilidades y correlaciones entre superpíxeles adyacentes, y se combinan los superpíxeles para obtener agrupaciones que representen cada una de ellas una categoría, completando de este modo la clasificación de la carga.

50 2. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado por que el sistema además comprende un terminal de inspección; en el que la unidad de clasificación y reconocimiento está configurada además para estimar una cantidad de cada categoría de carga, y enviar un resultado al terminal de inspección.

3. Sistema según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que, en la etapa de aprendizaje, se obtiene una base de datos de imágenes de subcategorías anotando manualmente las imágenes escaneadas recogidas.

55 4. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que, en la etapa de aprendizaje, se obtiene una pluralidad de características utilizando un operador SIFT o MR8, y la pluralidad de características se fusiona utilizando una fusión de característica para extraer las características y/o las características extraídas se fusionan utilizando un procedimiento de fusión de decisiones; además, las características extraídas se organizan mediante un aprendizaje de diccionario; y/o, en la etapa de reconocimiento, se construye el modelo gráfico probabilístico utilizando un modelo oculto de Markov, un campo aleatorio condicional, o una predicción estructurada de salida; o se combinan los superpíxeles directamente de acuerdo con las similitudes, y se obtiene una categoría completa para servir como una categoría de una región como resultado de la combinación.

65 5. Procedimiento de inspección fluoroscópica para la clasificación y el reconocimiento automáticos de cargas, que comprende las etapas siguientes:

realizar un escaneado y una formación de imágenes para un contenedor utilizando un dispositivo de escaneado de rayos X para obtener una imagen escaneada;

5 segmentar la imagen escaneada en superpíxeles, presentando cada una de las mismas escalas de grises y características de textura similares;

extraer las características de los superpíxeles;

10 generar un clasificador de acuerdo con las imágenes anotadas, y/o almacenar o actualizar un clasificador existente; y

15 reconocer los superpíxeles utilizando el clasificador de acuerdo con las características extraídas, para obtener una probabilidad de cada región de superpíxel perteneciente a una cierta categoría de cargas, y combinar los superpíxeles para obtener unas agrupaciones que representen cada uno una categoría

estando el procedimiento de inspección fluoroscópica caracterizado por que:

- comprende una etapa de aprendizaje y una etapa de reconocimiento;

20 - en la etapa de aprendizaje, en primer lugar, después de la obtención de imágenes escaneadas de cargas en contenedores, cada una de las imágenes escaneadas se presegmenta en superpíxeles, presentando cada uno de los mismos escalas de grises y características de textura similares, y se extraen las características de los superpíxeles, se anota cada una de las imágenes escaneadas de acuerdo con un Manifiesto correspondiente a la imagen escaneada, y los superpíxeles que pertenecen a la misma categoría y son adyacentes o están interconectados entre sí se combinan en una agrupación; y finalmente, las características de todos los superpíxeles en cada uno de las agrupaciones constituyen una agrupación de características, y el clasificador realiza un aprendizaje de acuerdo con las agrupaciones de característica de las categorías conocidas, para el reconocimiento posterior; y

30 - en la etapa de reconocimiento, en primer lugar, se escanean las cargas en un contenedor, y se presegmenta una imagen escaneada para generar varios superpíxeles, siendo cada uno relativamente consistente en cuanto a escala de grises y textura; a continuación, se extraen las características de los superpíxeles, y se reconocen los superpíxeles utilizando el clasificador generado por medio de una aprendizaje de acuerdo con las características extraídas, para obtener una probabilidad de cada región de superpíxel perteneciente a una cierta categoría de cargas; y finalmente, se construye un modelo gráfico probabilístico utilizando las probabilidades y las correlaciones entre superpíxeles adyacentes, y se combinan los superpíxeles para obtener unas agrupaciones que representan cada uno de ellos una categoría, completando de este modo la clasificación de la carga.

40 6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado por que el procedimiento además comprende: estimar una cantidad de cada categoría de cargas, y enviar un resultado a un terminal de inspección.

45 7. Procedimiento según la reivindicación 5 o 6, caracterizado por que, en la etapa de aprendizaje, se obtiene una base de datos de imágenes de subcategorías anotando manualmente las imágenes escaneadas recogidas.

50 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizado por que, en la etapa de aprendizaje, se obtiene una pluralidad de características utilizando un operador SIFT o MR8, y se fusiona la pluralidad de características utilizando una fusión de característica para extraer las características y/o las características extraídas se fusionan adicionalmente utilizando un procedimiento de fusión de decisiones; además, las características extraídas se organizan mediante aprendizaje de diccionario; y/o en la etapa de reconocimiento, el modelo gráfico probabilístico se construye utilizando un modelo oculto de Markov, un campo aleatorio condicional, o una predicción estructurada de salida; o los superpíxeles se combinan directamente de acuerdo con similitudes y se obtiene una categoría completa para servir como una categoría de una región como resultado de la combinación.

55 9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que, en la etapa de reconocimiento, se construye una tabla de posibles escalas de grises máximas y escalas de grises mínimas, con respecto a los diferentes espesores para cada categoría de cargas; y se obtienen un peso mínimo posible y un peso máximo posible de una carga en referencia a una escala de grises de una imagen y a la tabla de escalas de grises máximas y de escalas de grises mínimas.

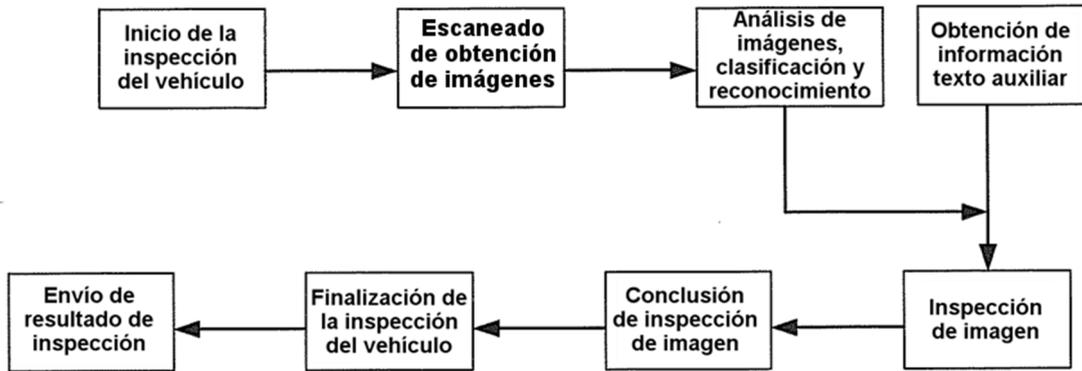


FIG. 1



FIG. 2

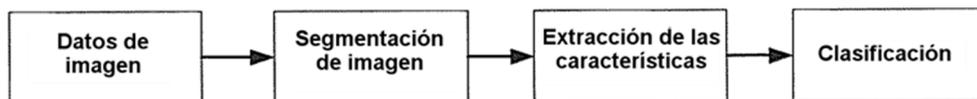


FIG. 3

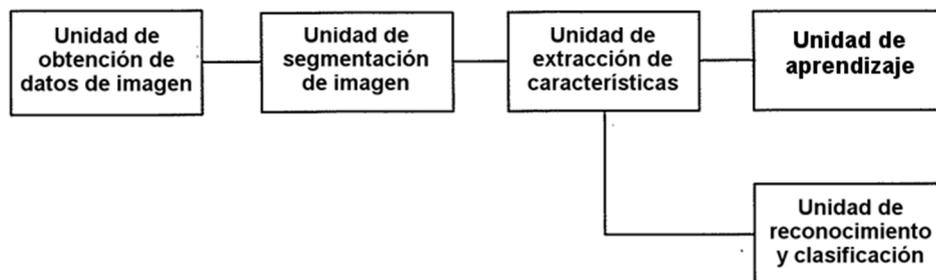


FIG. 4