(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 994 575**

(51) Int. Cl.:

B65F 1/02 (2006.01)
B65F 1/16 (2006.01)
G06V 20/52 (2012.01)
B65F 1/14 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.06.2020 PCT/FR2020/050959**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **10.12.2020 WO20245547**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.06.2020 E 20742799 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2024 EP 3980354**

(54) Título: **Conjunto de recogida de residuos**

(30) Prioridad:

07.06.2019 FR 1906106

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.01.2025

(73) Titular/es:

SUEZ INTERNATIONAL (100.00%)
Tour CB21 16 Place de l'Iris
92040 Paris La Défense Cedex, FR

(72) Inventor/es:

CHARLET, FRANCK

(74) Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

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

Conjunto de recogida de residuos

[0001] La invención se refiere a un conjunto de recogida de residuos y más en concreto a un conjunto adaptado para permitir la detección automática de depósitos indebidos de residuos al pie de un contenedor de calle.

[0002] En el campo de la recogida de residuos, el experto en la materia sabe bien que la instalación de contenedores de calle, también conocidos por la abreviatura CDC, permite optimizar la recogida de residuos, reducir el coste asociado e incitar a la clasificación selectiva.

[0003] No obstante, un problema conocido es que, con frecuencia, se llevan a cabo depósitos indebidos de residuos al pie de estos contenedores.

[0004] Así, durante los turnos de recogidas de residuos es frecuente que los operadores de recogida se vean obligados, para empezar, a retirar los residuos situados en los alrededores.

[0005] Dicha problemática perjudica además la calidad de la clasificación efectuada de manera activa por los usuarios, ya que estos residuos no se clasifican correctamente.

[0006] Para resolver las problemáticas de la clasificación se conocen soluciones de la técnica anterior tales como el documento FR3036107 A1 que describe un camión volquete, que lleva a bordo una cámara para detectar si los residuos recogidos se clasifican correctamente o no. No obstante, dicha solución no permite detectar los depósitos indebidos de residuos al pie de los contenedores. El documento US 10 035 647 B1 describe todas las características según el preámbulo de la reivindicación 1 adjunta.

[0007] Existen varias categorías de soluciones para este tipo de problema: represivas, por ejemplo mediante el establecimiento de multas por infracciones; preventivas, mediante campañas de sensibilización; o curativas, por medio de una detección de estos residuos depositados de manera indebida.

[0008] La detección, con un fin curativo, de este tipo de residuos es relativamente costosa, ya que obliga en general al paso frecuente de agentes de recogida, para limpiar los accesos a los contenedores de calle de los residuos indebidos que se han depositado allí.

[0009] También existe la necesidad de una solución más eficaz para detectar los residuos indebidos depositados en los accesos a los contenedores de calle.

[0010] Para este fin, se propone un conjunto de recogida de residuos, que comprende un contenedor de calle para recibir residuos.

[0011] El conjunto comprende al menos un medio de adquisición de imágenes colocado y orientado de manera que pueda captar al menos una imagen de al menos una zona del suelo en las proximidades de dicho contenedor de calle, comprendiendo dicho conjunto además un dispositivo de detección capaz de recibir dicha al menos una imagen del medio de adquisición de imágenes y de detectar en dicha al menos una imagen la presencia de un residuo en el suelo.

[0012] Así, se puede obtener un conjunto de detección de residuos que permita la detección automática de residuos depositados de manera indebida al pie de un contenedor de calle.

[0013] Por el término *en las proximidades* se entiende una distancia que vaya hasta 10 metros del contenedor de calle, especialmente desde una pared lateral externa de dicho contenedor y en particular una distancia vaya hasta 2 metros del contenedor de calle, especialmente desde una pared lateral externa de dicho contenedor.

[0014] Según la invención, dicho contenedor de calle comprende al menos una pared lateral externa que se apoya en un extremo en el suelo, estando dicho medio de adquisición de imágenes fijado a dicha pared lateral externa, de manera que capte imágenes de una zona del suelo en las proximidades de dicho extremo que se apoya en el suelo.

[0015] Así, el medio de adquisición de imagen está bien integrado en el contenedor de calle, y permite en particular colocar de manera relativamente sencilla dicho conjunto, tal que el medio de adquisición de imágenes puede colocarse previamente en el contenedor antes de su instalación en el lugar de recogida de residuos.

[0016] Ventajosamente y de manera no limitativa, dicho contenedor de calle comprende una pluralidad de paredes laterales externas, tales que cada pared lateral externa se apoya en un extremo en el suelo, caracterizado porque el conjunto de recogida comprende, para cada pared lateral externa, un medio de adquisición de imágenes fijado a la pared lateral externa asociada, estando cada medio de adquisición de imágenes adaptado para captar

imágenes de una zona del suelo en las proximidades de dicho extremo respectivo que se apoya en el suelo de dicha pared lateral externa asociada. Así, se pueden captar imágenes para todo el contorno del contenedor de calle, lo que permite mejorar y hacer más fiable la detección automática de residuos.

[0017] Ventajosamente y de manera no limitativa, dicho dispositivo de detección comprende medios de:

- recomposición de una imagen única de conjunto de la zona de alrededor del contenedor de calle a partir de las imágenes captadas por cada medio de adquisición de imágenes, sustancialmente en un mismo instante de adquisición; y
- reconocimiento en dicha imagen única de al menos un residuo.

[0018] Así, se puede hacer todavía más eficaz la detección de residuos calculando previamente una imagen única del entorno cercano en el suelo del contenedor de calle y detectando en esta imagen única la presencia de residuos. Esto permite además reducir la cantidad de cálculo de detección que debe llevarse a cabo.

[0019] Ventajosamente y de manera no limitativa, dicho dispositivo de detección comprende un terminal remoto y un concentrador, estando dicho concentrador instalado en dicho contenedor de calle y adaptado para recibir dicha al menos una imagen del medio de adquisición de imagen y para transmitirla, a través de una red de comunicación, a dicho terminal remoto. Así, el terminal remoto puede ser instalado lejos del contenedor de calle, y especialmente el terminal remoto puede así ser un dispositivo de cálculo de alto rendimiento conectado a una red eléctrica, lo que permite que el concentrador transmita las imágenes adquiridas, con la detección implementada de esta manera fuera del contenedor de calle. Así se controla mejor el consumo energético en el contenedor de calle, en general no conectado a una red eléctrica.

[0020] Según una alternativa que presenta otras ventajas, y de manera no limitativa, dicho dispositivo de detección se instala en dicho contenedor de calle, estando dicho dispositivo de detección conectado a cada medio de adquisición de imágenes. Así, los cálculos de detección pueden realizarse directamente en el contenedor de calle, lo que permite en particular reducir la cantidad de datos que se van a transmitir a través de las redes de telecomunicación, de modo que, en este caso, las imágenes no son enviadas a un terminal remoto.

[0021] La invención se refiere también a un procedimiento de detección de residuos en un conjunto de recogida tal como se describe anteriormente.

[0022] El procedimiento comprende las etapas de:

- Activación de la adquisición de al menos una imagen por al menos un medio de adquisición de imágenes;
- Adquisición de dicha imagen por dicho medio de adquisición de imágenes;
- Detección en dicha imagen de la presencia de un residuo;
- Emisión de una señal de alerta cuando se detecta un residuo en dicha imagen.

[0023] Así, se puede implementar de manera relativamente eficaz la detección de residuos al pie de un contenedor de calle.

[0024] Ventajosamente y de manera no limitativa, dicha etapa de detección comprende la implementación de un módulo de aprendizaje automático supervisado de clasificación, entrenado según una base de datos de entrenamiento que comprende pares de imágenes predefinidas, cada una asociada a un valor de indicación de presencia o de ausencia de un residuo en dicha imagen. Así, se puede obtener una detección fiable y robusta de los residuos al pie de un contenedor de calle.

[0025] Ventajosamente y de manera no limitativa, dicho módulo de aprendizaje automático comprende una red neuronal convolutiva, que comprende:

- al menos una etapa de convolución de una imagen de entrada;
- al menos una etapa de submuestreo de la imagen calculada en salida de la etapa de convolución; y
- al menos una etapa Totalmente Conectada, que comprende la implementación de una red neuronal artificial, para clasificar la imagen obtenida en salida de la etapa de submuestreo.

[0026] Así, se puede obtener una detección todavía más fiable y robusta de los residuos al pie de un contenedor de calle.

[0027] Ventajosamente y de manera no limitativa, el procedimiento comprende además una etapa de reconstrucción de una imagen única según cada imagen adquirida por cada medio de adquisición de imagen; siendo dicho procedimiento de detección implementado según dicha imagen única reconstruida. Así es posible hacer el procedimiento de detección más eficaz, más robusto y más rápido.

[0028] Se desprenderán otras particularidades y ventajas de la invención con la lectura de la descripción realizada a continuación de una realización particular de la invención, proporcionada con fines indicativos pero no limitativos, en referencia a los dibujos adjuntos en los cuales:

[Fig. 1a] es una vista lateral de un conjunto de recogida de residuos según una primera realización de la invención;
[Fig. 1b] es una vista desde arriba de un conjunto de recogida de residuos según la realización de la figura 1a;
[Fig. 1c] es una vista de detalle de una cámara de un conjunto de recogida de residuos según la realización de la figura 1a;
[Fig. 2] es una vista lateral de un conjunto de recogida de residuos según una segunda realización de la invención;
[Fig. 3] es un organigrama de un procedimiento de detección de residuos en un conjunto de recogida de residuos según la invención; y
[Fig. 4] es una vista lateral de un conjunto de recogida de residuos según una tercera realización de la invención.

Según una primera realización de la invención, en referencia a la figura 1a, un conjunto de recogida de residuos 1 comprende un contenedor de calle 10, también denominado contenedor 10, 10', medios de adquisición de imágenes 111-114 y un dispositivo de detección de residuos 20.

[0029] En la técnica anterior se conocen especialmente tres tipos distintos de contenedores de calle 10, 10', 10''

- contenedores de calle sobre el suelo 10, como el que se representa en la figura 1a, que se apoya totalmente en el suelo 3, donde se abre una boca de recogida 130 directamente en una pared del contenedor 10;
- contenedores de calle semisoterrados 10', como el que se representa en la figura 2, instalados en parte en un encubado subterráneo, en general un encubado de hormigón, y que se extienden en su otra parte asomando en saliente superior vertical desde el suelo 3, con una boca de recogida 130 abierta directamente en una pared del contenedor 10 en saliente superior vertical desde el suelo 3; y
- contenedores de calle soterrados 10'', como el que se representa en la figura 4, totalmente instalados en un encubado subterráneo 400, en general de hormigón, y que presentan un extremo para el vertido 401, en saliente vertical externo desde el suelo 3 donde se forma una boca para introducir los residuos 402.

[0030] La invención puede implementarse en cualquier tipo de contenedor de calle 10, 10', 10'' conocido, no obstante lo cual se describirán más adelante las adaptaciones estructurales.

[0031] Un contenedor de calle 10-10'' comprende una o varias paredes laterales externas 101-104 que forman la envoltura externa del contenedor 10, 10', en el caso de contenedores sobre el suelo o semisoterrados, o de la boca para introducir los residuos 401 en el caso de un contenedor soterrado 10''.

[0032] Dicho de otro modo, se entiende por paredes laterales externas 101-104 el conjunto de las paredes 101-104 que se extienden por encima del suelo 3, y forman la envoltura exterior del contenedor o de su boca para introducir los residuos 401.

[0033] Un contenedor de calle 10-10'' presenta frecuentemente una forma vista desde arriba cuadrada o rectangular. En este tipo de configuración, el contenedor de calle 10-10'' comprende así cuatro paredes laterales externas 101-104.

[0034] Teniendo en cuenta la representación esquemática de las figuras en vista lateral, se representan solo tres paredes 101-104 de las cuatro.

[0035] Además sucede que el contenedor de calle 10-10'' presenta una forma vista desde arriba sustancialmente circular. En este caso, el contenedor 10-10'' está compuesto por una única pared lateral externa circular. Con el fin de adaptar este tipo de contenedor de forma circular a la invención, que se referirá en su descripción a una pluralidad de paredes laterales externas, se podrá subdividir la única pared lateral externa curva en cuatro, seis u ocho porciones de la pared lateral externa, de manera que cada porción se asimila así a una pared lateral externa independiente. Dado que la magnitud de la subdivisión es realizada por el experto en la materia según el diámetro del contenedor 10-10'', cuanto mayor sea el diámetro, más alto será el número de porciones de subdivisión elegido.

[0036] En la primera realización de la invención, en referencia a la figura 1a, el contenedor 10 comprende cuatro paredes laterales externas 101-104.

[0037] Cada pared lateral externa 101-104 comprende un miembro de fijación de un medio de adquisición de imágenes 111-114.

[0038] En esta realización, cada pared lateral externa 101-104 comprende una cavidad 121-123. Esta cavidad 121-123 permite asegurar una mejor integración de los medios de adquisición de imágenes 111-114 a las paredes laterales externas, en particular limitando su saliente externo y protegiéndolas especialmente de la intemperie.

[0039] Cada cavidad 121-123, representada en detalle en la figura 1c, comprende medios de fijación 131 para la solidarización de un medio de adquisición de imagen 111, en este caso una cámara 111.

[0040] Estos medios de fijaciones pueden ser elegidos libremente por el experto en la materia, con el fin de fijar de manera robusta una cámara o cualquier otro dispositivo de adquisición de imágenes a una pared externa del contenedor.

[0041] Además, en esta realización, pero de manera opcional, puede instalarse una marquesina 141 en la vertical de la cavidad de manera que mejore la protección de la cámara frente a la intemperie.

[0042] Según una realización alternativa no representada, los medios de adquisición de imágenes 111-114 pueden montarse directamente en la pared lateral externa asociada 101-104 sin que sea necesario que se forme una cavidad. En esta realización alternativa, se instalará así preferentemente una semiesfera transparente, o cualquier otro medio de protección, en el medio de adquisición de imágenes con el fin de protegerlo de la intemperie y de cualquier degradación voluntaria o involuntaria.

[0043] Cada cámara 111-114 se dispone de manera que capte en su campo de visión una porción del suelo 3 en las proximidades de la pared lateral externa 101-104 asociada. Dicho de otro modo, la cámara 111-114 está orientada de manera que capte imágenes al pie de cada pared lateral externa 101-104.

[0044] Por el término *en las proximidades* se entiende una distancia que vaya hasta 10 metros desde la pared lateral externa 101-104, y en particular una distancia que vaya hasta 2 metros desde la pared lateral externa 101-104.

[0045] Para este fin la cámara 111-114 es en este caso una cámara de gran angular, en particular una cámara con objetivo de ojo de pez, también conocido por el nombre de objetivo «fish- eye», que presenta un ángulo de campo comprendido entre 120° y 180°. De hecho, el procedimiento de detección descrito a continuación se lleva a cabo de manera que la deformación de imagen aportada por dicho objetivo influya solo muy débilmente en la detección de los residuos.

[0046] Las cámaras, así orientadas en oblicuo hacia el suelo a cada lado del contenedor de calle, se instalan preferentemente a una altura relativamente baja, por ejemplo de 50 cm a 1 m del suelo 3, de manera que no filmen a las personas que se desplacen al acceso del contenedor 10, lo que permite evitar una recogida de informaciones personales no deseada.

[0047] Así, cuando se deposita un residuo 50 en el suelo en las proximidades de una pared lateral externa 101, dicho de otro modo, al pie de la pared lateral externa 101, la cámara 111 está dispuesta así para poder captar una imagen del residuo 50.

[0048] Con el fin de detectar de manera automática la presencia de uno 50 o varios residuos en el suelo, en las proximidades del contenedor de calle 10, el sistema 1 comprende también un dispositivo de detección 20 adaptado para recibir al menos una imagen de las cámaras 111-114 y detectar en la imagen la presencia de un residuo.

[0049] En esta realización, el dispositivo de detección 20, 21 comprende un concentrador 21 y un terminal remoto 20.

[0050] El terminal remoto 20 está adaptado para comunicarse con el concentrador 21 de manera que las cámaras 111-114 transmitan las imágenes adquiridas al concentrador 21, que las emite entonces al terminal remoto 20 por un enlace de telecomunicación; en este caso, un enlace inalámbrico, por ejemplo por red celular, GSM, por satélite o por una red local inalámbrica como, por ejemplo, una tecnología Wifi o Bluetooth o, de manera alternativa, por una red por cable, por ejemplo por red Ethernet, coaxial, por red telefónica, por fibra óptica o por cualquier otra red por cable.

[0051] Esta disposición del dispositivo de detección 20, 21 permite limitar el consumo energético de los equipos instalados en el contenedor de calle, que en general no comprenden la conexión a una red de alimentación eléctrica.

[0052] Así, el terminal remoto 20, que implementa el procedimiento de detección descrito a continuación, en referencia a la figura 3, por ejemplo un ordenador o un servidor, se instala conectado a una red de alimentación eléctrica, lo que permite superar la limitación del consumo energético.

[0053] El consumo eléctrico en el contenedor de calle se limita entonces a la alimentación de las cámaras 111-114 y a la emisión de datos por el concentrador 21.

[0054] En una realización alternativa de un conjunto que comprende una pluralidad de contenedores de calle 10, un primer contenedor 10 de esta pluralidad puede comprender un concentrador 21, estando los demás

contenedores 10 de esta pluralidad conectados a este concentrador por medios de comunicación, tales como una conexión inalámbrica, por ejemplo Wifi, Bluetooth o celular, o por una red por cable, por ejemplo una red Ethernet. De esta manera los otros contenedores 10 de la pluralidad no comprenden ningún concentrador, lo que permite compartir los medios técnicos implementados y optimizar el consumo energético del conjunto.

[0055] La adquisición de imágenes 31 por las cámaras 111-114 es activada 30 en esta realización en intervalos regulares, por ejemplo cada hora, o con cualquier otra frecuencia que pueda ser determinada por el experto en la materia con el fin de optimizar el consumo eléctrico del contenedor de calle. Por ejemplo, se puede prever realizar una única activación 30 de la adquisición 31 al día, es decir, cada 24 horas, si la necesidad de una detección a corto plazo no resulta crítica.

[0056] Se realiza una adquisición de imagen simultánea, o consecutiva, por cada cámara 111-114. Dicho de otro modo, cuando una cámara 111 adquiere una imagen, lleva a cabo esta adquisición bien al mismo tiempo que las otras cámaras 112-114 o bien con un breve retardo, por ejemplo en un intervalo inferior a 10 segundos, antes o después de otra cámara, de manera que todas las cámaras adquieren una imagen en un espacio de tiempo reducido.

[0057] La adquisición de imagen 31 es activada 30 para cada cámara 111-114 por el concentrador 21, en este caso provisto de un reloj interno, que espera como retorno la imagen adquirida.

[0058] Según una alternativa de implementación de la invención, la activación 30 de la adquisición de imagen puede realizarse de un modo diferente, por ejemplo, se puede acoplar en cada cámara 111-114 un sensor de presencia no representado, por ejemplo un sensor de infrarrojo o un sensor de ultrasonidos, capaz de detectar la aproximación de un cuerpo extraño en las proximidades del contenedor de calle 101-104 y de activar 30 la adquisición de imágenes.

[0059] Cuando el concentrador 21 ha recibido las imágenes de cada cámara 111-114, procede a una transmisión de todas estas imágenes al terminal remoto 20 que implementa seguidamente un procedimiento 3 de detección de residuos.

[0060] El terminal remoto 20 procede en un primer momento a una etapa de reconstrucción de una imagen única a partir de las imágenes adquiridas por cada cámara 111-114.

[0061] En esta realización, el contenedor de calle 10 comprende cuatro cámaras, y también la imagen única es la combinación de cuatro imágenes distintas.

[0062] La reconstrucción de la imagen única a partir de las cuatro imágenes distintas que provienen de cámaras de gran angular se conoce por el nombre de ensamblaje de imágenes o, en inglés, *Image Stitching.* Para este fin se podrá emplear un procedimiento de ensamblaje de imágenes conocido de la técnica anterior.

[0063] Teniendo en cuenta la orientación de las fotografías y su importante ángulo de campo, la imagen reproducida tendrá un aspecto sustancialmente circular vista desde arriba del contenedor de calle, un tipo de vista que en inglés se conoce por el nombre de *Bird View,* que se traduciría al español como a vista de pájaro.

[0064] Esta imagen única comprende también una parte central vacía, correspondiente al espacio ocupado por el contenedor de calle 10, tal que la imagen correspondiente con una vista del suelo 3 en los alrededores del contenedor de calle 10 se conoce en inglés por el nombre de *Surround View.*

[0065] Una vez calculada la imagen única, se procede a una etapa de detección 33 de residuos en la imagen.

[0066] En esta realización de la invención, la etapa de detección 33 es implementada por un módulo de aprendizaje automático del procedimiento de detección 3.

[0067] El módulo de aprendizaje automático es en esta realización una red neuronal artificial, en particular una red neuronal convolutiva, denominada por frecuencia por su abreviatura anglófona CNN, que significa *Convolutional Neural Network.* No obstante, existen otros tipos de redes neuronales que pueden adaptarse también a dicha detección, tales como los perceptrones multicapa, en inglés *Multilayer Perceptron.*

[0068] El módulo de aprendizaje automático es implementado con el fin de realizar una clasificación de las imágenes analizadas.

[0069] El módulo de aprendizaje automático es en este caso un módulo de aprendizaje supervisado.

[0070] En consecuencia, en una etapa preliminar, el módulo de aprendizaje automático es entrenado a partir de una base de entrenamiento que comprende una pluralidad de imágenes de aprendizaje asociadas a la clase a la cual pertenece, «imagen en presencia de al menos un residuo» o «imagen en ausencia de residuo».

[0071] La red neuronal convolutiva según la invención puede por ejemplo estructurarse según un modelo *LeNet,* por ejemplo *LeNet-5,* bien conocido en el campo del aprendizaje automático, que comprende capas de:

- Convolución de la imagen de entrada, consistente en la aplicación de una matriz de convolución para la imagen de entrada, «*que filtra*» la imagen de manera que aísla los elementos pertinentes; una matriz de convolución que permite la obtención de contornos puede aplicarse, por ejemplo, como un Filtro de Canny, conocido en inglés por el nombre de *Canny Edge Detector; y*
- Agrupación, que representa en otros términos un submuestreo de la imagen filtrada.

[0072] Según la resolución de la imagen, estas capas podrán repetirse una pluralidad de veces, y los filtros de convolución pueden variar según el nivel de repetición de la capa de convolución, de manera que se obtenga en salida una imagen de pequeño tamaño que se someterá a continuación a al menos una capa denominada Totalmente Conectada, en inglés *Fully-Connected,* que permite la clasificación final de la imagen obtenida en entrada.

[0073] El experto en la materia del aprendizaje automático sabe bien que cada capa puede separarse de la siguiente por una capa intercalada denominada capa de corrección, o *ReLU,* del inglés *Rectified Linear Unit,* aplicando una función dicha de activación que puede ser elegida por el experto en la materia entre las funciones de activación conocidas tales como, a modo de ejemplo no limitativo, la función max, una sigmoide o una función tangente hiperbólica.

[0074] El experto en la materia sabe que la etapa de entrenamiento de un módulo de aprendizaje automático comprende una etapa de aplicación de una imagen de entrenamiento en entrada de la red neuronal, que genera un resultado de clasificación en salida, y después una etapa de retropropagación, en inglés Back Propagación, que implementa en general una aproximación denominada de descenso del gradiente, o algoritmo del gradiente, más frecuentemente llamada por su nombre en inglés *Gradient Descend,* en particular en la capa denominada Totalmente Conectada, con el fin de ponderar el error de cada neurona, en función especialmente de la salida esperada, y conocida, asociada a la imagen de entrenamiento.

[0075] La parametrización de la retropropagación es un enfoque empírico cuya parametrización depende de las imágenes de entrada, de los resultados obtenidos y esperados y del contexto de adquisición de las imágenes, que el experto en la materia sabrá adaptar al caso particular. En concreto, se sabe bien que la retropropagación en una red neuronal multicapa necesita adaptaciones por el experto en la materia, con el fin de obtener un resultado óptimo, que no puede generalizarse.

[0076] Así, después de haber procedido a una etapa preliminar de entrenamiento del módulo de aprendizaje automático, se da paso a la etapa de detección de la imagen única calculada, de manera que esta imagen se clasifique entre las dos clases predefinidas «imagen en presencia de al menos un residuo» o «imagen en ausencia de residuo».

[0077] El procedimiento de aprendizaje puede adaptarse, según una alternativa, para permitir la clasificación en un mayor número de clases distintas, por ejemplo de manera que se contabilice el número de residuos en la imagen. Dicho de otro modo, el procedimiento se adaptaría para clasificar la imagen en un conjunto de clases de tipo «N-residuos», siendo N un número natural.

[0078] El procedimiento de detección puede realizarse también según otras técnicas. Especialmente, la detección puede realizarse mediante la aplicación de un procedimiento de aprendizaje automático de regresión. Así, se podría por ejemplo estimar la tasa de espacio ocupado en el suelo, en la imagen, por los residuos.

[0079] Según otra alternativa de implementación, la etapa de detección 33 puede ser realizada por un módulo de análisis de imagen convencional, por ejemplo mediante la aplicación de la función de convolución tal como se expuso anteriormente, por ejemplo con valores de umbral de la imagen y detección de un contorno inesperado. Este procedimiento de análisis de imagen puede ser en particular relativamente eficaz para entornos simples en que el suelo tiene un aspecto relativamente uniforme en ausencia de residuos.

[0080] Cuando el terminal 20 detecta la presencia de al menos un residuo en la imagen única, genera una señal de alerta, por ejemplo la emisión de un mensaje visual en la pantalla de un ordenador 22, o bien la emisión de una alerta en un teléfono inteligente 23, por ejemplo un mensaje de tipo Push, pero según implementaciones particulares, el terminal 20 también puede inscribir la alerta, en particular marcada con fecha y hora, en una base de datos, lo que permite realizar a posteriori un análisis estadístico.

[0081] Así, la emisión de dicha señal de alerta permite por ejemplo activar una orden de servicio, que ordene el envío de un equipo de recogida, de un camión de recogida o de un robot de recogida, por ejemplo un dron de recogida.

[0082] Según una realización particular de la invención, la etapa de detección está adaptada para detectar además el tamaño de cada residuo presente en la imagen. Así, según el tamaño de los residuos detectados en la

imagen, la señal de alerta podrá activar una intervención de recogida diferente, por ejemplo el envío de un dron de recogida para residuos de tamaños reducidos y el envío de un camión de recogida para residuos más voluminosos.

[0083] Según una segunda realización, en referencia a la figura 2, un conjunto 1 comprende un contenedor de calle 10' semisoterrado, que comprende, como la primera realización, cuatro paredes laterales externas 101'-103', tal que la cuarta pared no se ha representado, y para cada pared lateral un miembro de adquisición de imágenes 111-114.

[0084] La segunda realización difiere de la primera realización de la invención en que el dispositivo de detección 20' está integrado en el contenedor de calle. Así, el procedimiento de detección 3 se implementa sin transmisión previa de las imágenes adquiridas por un concentrador.

[0085] Dicho de otro modo el dispositivo de detección 20' combina la función de concentrador para recibir las imágenes y de dispositivo para implementar el procedimiento de detección.

[0086] La ventaja de esta segunda realización es la de limitar la transmisión de datos a través de la red de telecomunicación inalámbrica. Así, puede transmitirse un único mensaje de detección a un ordenador remoto 22' o a un teléfono inteligente 23', por ejemplo por redes de telecomunicación de baja banda de paso, o de baja capacidad de datos, tal como una red de tipo LoRa, Sigfox o cualquier otra red adaptada. Sin embargo, el consumo energético asociado al dispositivo de detección 20' en el contenedor de calle 10' es más importante que en la primera realización.

[0087] Según una realización no reivindicada, y alternativa a la invención, según la figura 4, el conjunto comprende una pluralidad de contenedores de calle 10-10'', y un dron 40, como medio de adquisición de imágenes, asociado a una base de recarga 41.

[0088] El dron 40 comprende al menos una cámara 410 instalada de manera que capte imágenes del suelo 3 cuando el dron está en vuelo.

[0089] El dron 40 está adaptado para sobrevolar cada contenedor 10-10'' del conjunto y adquirir para cada uno una imagen de los alrededores del tipo *Bird View,* por ejemplo mediante el empleo de una cámara de ojo de pez, o por la adquisición consecutiva de una pluralidad de imágenes distintas reconstituidas, tal como se describe anteriormente.

[0090] El dron 40 puede ser activado, para realizar el sobrevuelo, bien por la presencia de un detector de presencia para cada contenedor 10-10'' o bien en intervalos predefinidos, por ejemplo una vez al día.

[0091] El dron 40 está adaptado a continuación para posarse sobre una base de recarga 41 del conjunto, lo que permite recargar sus baterías de acumuladores eléctricos. La base de recarga 41 está asociada además, por ejemplo por comunicación inalámbrica de corto alcance, tal como Bluetooth, Wifi o RFID, o por comunicación por cable, con el dispositivo de detección 20'''.

[0092] Según otra alternativa de realización la base de recarga 41 puede comprender un concentrador, tal como se describe para la primera realización, para transmitir las imágenes adquiridas a un terminal remoto.

[0093] Según otra realización no reivindicada, y alternativa a la invención, no representada, donde el conjunto comprende un contenedor de calle, el conjunto comprende además una cámara instalada en un mástil, en la vertical del contenedor, de manera que capte imágenes del suelo en las proximidades del contenedor. Así el mástil permite obtener una imagen tomada a distancia vertical de la parte superior del contenedor de calle, de manera que obtiene simplemente una imagen de tipo Bird View.

REIVINDICACIONES

1. Conjunto (1) de recogida de residuos, que comprende un contenedor de calle (10, 10', 10'') para recibir residuos y al menos un medio de adquisición de imágenes (111-114) colocado y orientado de manera que pueda captar al menos una imagen de al menos una zona del suelo (3) en las proximidades de dicho contenedor de calle (10, 10', 10''),

comprendiendo dicho conjunto (1) además un dispositivo de detección (20, 21) capaz de recibir dicha al menos una imagen del medio de adquisición de imágenes (111-114) y de detectar en dicha al menos una imagen la presencia de un residuo (50) en el suelo (3);
dicho contenedor de calle (10, 10', 10'') comprende al menos una pared lateral externa (101-104) que se apoya en un extremo en el suelo (3),
caracterizado porque dicho medio de adquisición de imágenes (111-114) está fijado a dicha pared lateral externa (101-104) de manera que capte imágenes de una zona del suelo (3) en las proximidades de dicho extremo que se apoya en el suelo (3).

2. Conjunto (1) de recogida de residuos según la reivindicación 1, donde dicho contenedor de calle comprende una pluralidad de paredes laterales externas (101-104), tales que cada pared lateral externa (101-104) se apoya en un extremo en el suelo (3), caracterizado porque el conjunto de recogida (1) comprende, para cada pared lateral externa (101-104), un medio de adquisición de imágenes (111-114) fijado a la pared lateral externa asociada (101-104), estando cada medio de adquisición de imágenes (111-114) adaptado para captar imágenes de una zona del suelo (3) en las proximidades de dicho extremo respectivo que se apoya en el suelo (3) de dicha pared lateral externa (111-114) asociada.

3. Conjunto (1) de recogida de residuos según la reivindicación 2, **caracterizado porque** dicho dispositivo de detección (20, 21) comprende medios (20) de:

- recomposición de una imagen única de conjunto de la zona de alrededor del contenedor de calle (10, 10', 10'') a partir de las imágenes captadas por cada medio de adquisición de imágenes (111-114) sustancialmente en un mismo instante de adquisición; y
- reconocimiento en dicha imagen única de al menos un residuo (50).

4. Conjunto (1) de recogida de residuos según la reivindicación 1 a 3, **caracterizado porque** dicho dispositivo de detección (20, 21) comprende un terminal remoto (20) y un concentrador (21), estando dicho concentrador (21) instalado en dicho contenedor de calle (10, 10', 10'') y adaptado para recibir dicha al menos una imagen del medio de adquisición de imagen (111-114) y para transmitirla, a través de una red de comunicación, a dicho terminal remoto (20).

5. Conjunto (1) de recogida de residuos según la reivindicación 1 a 3, **caracterizado porque** dicho dispositivo de detección (20') se instala en dicho contenedor de calle (10'), estando dicho dispositivo de detección (20') conectado a cada medio de adquisición de imágenes (111'-113').

6. Procedimiento (30, 31, 3) de detección de residuos en un conjunto (1) de recogida de residuos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** comprende las etapas de:

- Activación (30) de la adquisición de al menos una imagen por al menos un medio de adquisición de imágenes;
- Adquisición (31) de dicha imagen por dicho medio de adquisición de imágenes;
- Detección (33) en dicha imagen de la presencia de un residuo por el dispositivo de detección;
- Emisión (34) de una señal de alerta cuando se detecta un residuo en dicha imagen.

7. Procedimiento (30, 31,3) según la reivindicación 6, **caracterizado porque** dicha etapa de detección (33) comprende la implementación de un módulo de aprendizaje automático supervisado de clasificación, entrenado según una base de datos de entrenamiento que comprende pares de imágenes predefinidas, cada una asociada a un valor de indicación de presencia o de ausencia de un residuo en dicha imagen.

8. Procedimiento (30, 31, 3) según la reivindicación 7 **caracterizado porque** dicho módulo de aprendizaje automático comprende una red neuronal convolutiva, que comprende:

- al menos una etapa de convolución de una imagen de entrada;
- al menos una etapa de submuestreo de la imagen calculada en salida de la etapa de convolución; y
- al menos una etapa Totalmente Conectada, que comprende la implementación de una red neuronal artificial, para clasificar la imagen obtenida en salida de la etapa de submuestreo.

9. Procedimiento (30, 31, 3) según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, para un conjunto según cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3 a 5 cuando dependen de la 2, **caracterizado porque** comprende además una

etapa de reconstrucción (32) de una imagen única según cada imagen adquirida por cada medio de adquisición de imagen; siendo dicho procedimiento de detección (33) implementado según dicha imagen única reconstruida.

Fig.1a

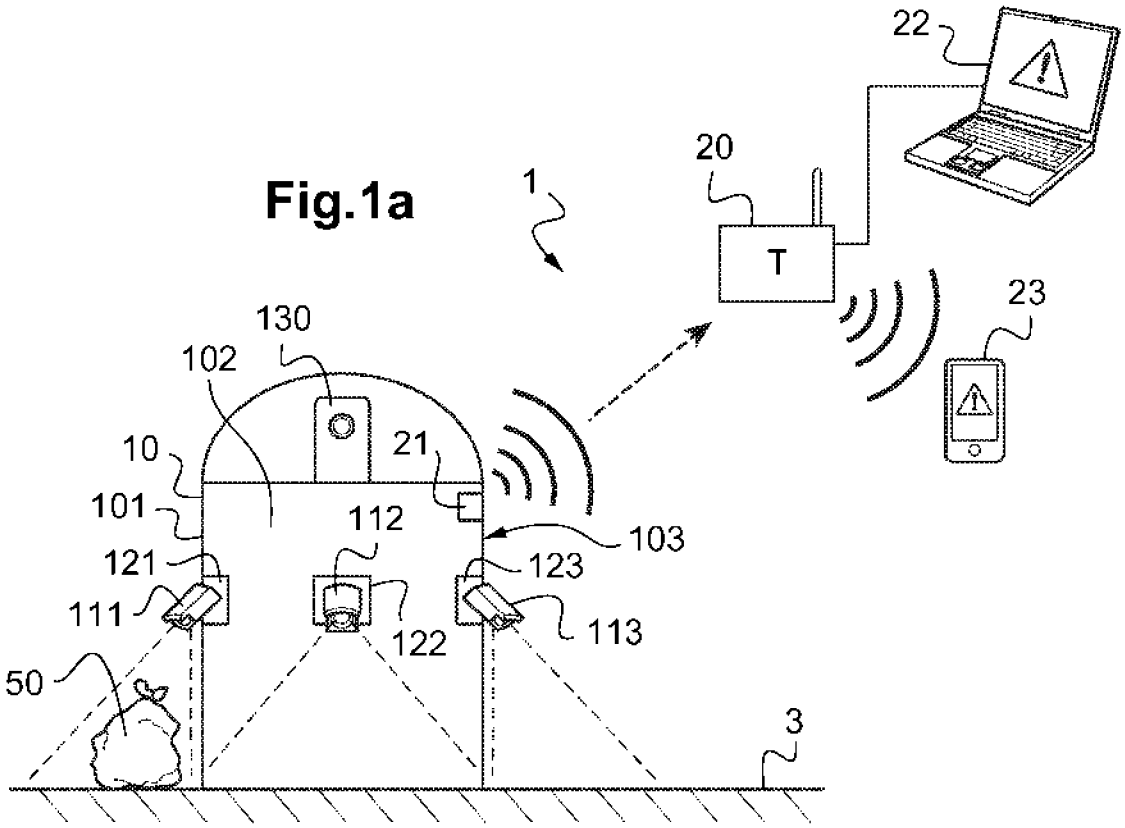


Fig.1b

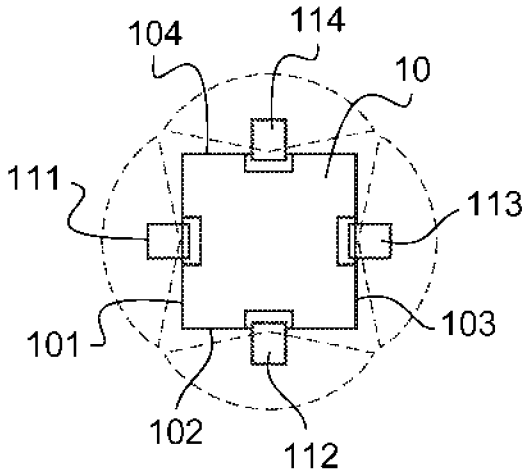
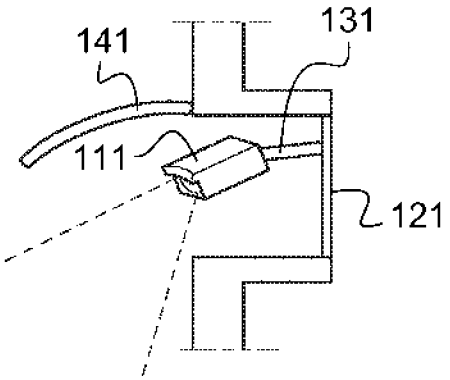


Fig.1c



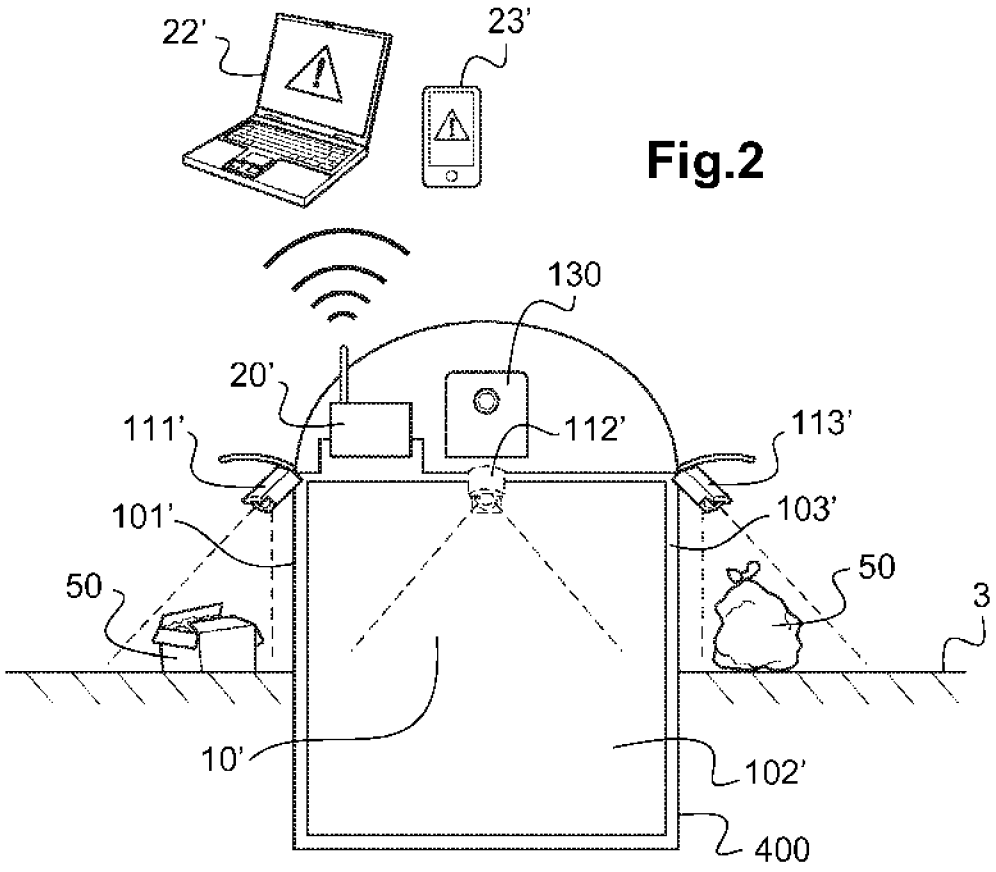

22'
23'
130
20'
111'
112'
113'
101'
103'
50
50
3
10'
102'
400

Fig.2

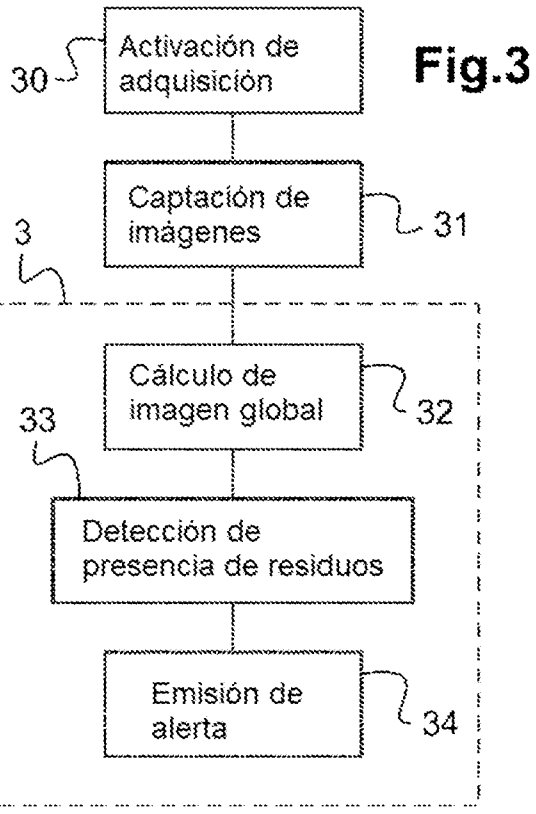

30
Activación de adquisición
Captación de imágenes
31
3
Cálculo de imagen global
32
33
Detección de presencia de residuos
Emisión de alerta
34

Fig.3

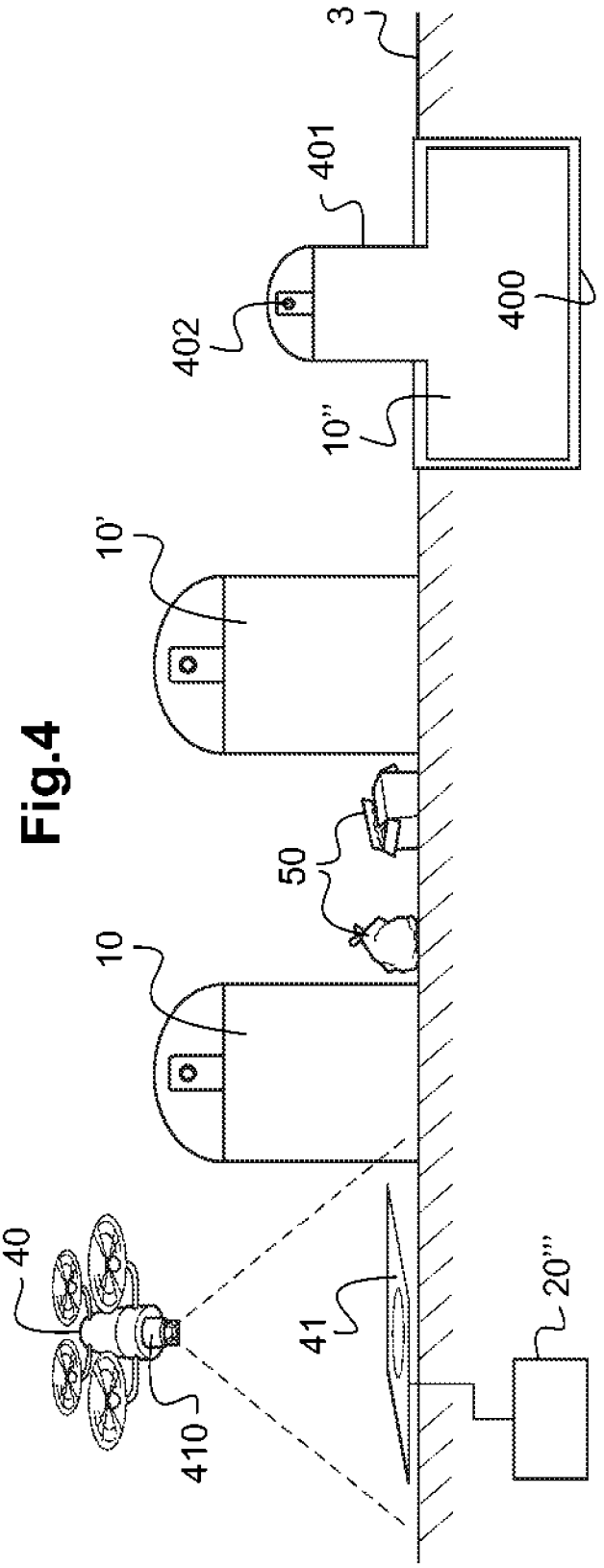


Fig.4