

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 942 444**

51 Int. Cl.:

G05D 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.08.2019** **PCT/EP2019/072521**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.02.2020** **WO20039045**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.08.2019** **E 19765969 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.02.2023** **EP 3841444**

54 Título: **Sistema de portador con un portador y un dispositivo móvil para el procesamiento del suelo y/o para la manipulación de la flora y fauna y procedimiento para ello**

30 Prioridad:

24.08.2018 DE 102018120755

24.08.2018 DE 102018120756

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

01.06.2023

73 Titular/es:

NAITURE GMBH & CO. KG (100.0%)

Zum Westhof 6

25764 Friedrichsgabekoog, DE

72 Inventor/es:

HUSSMANN, STEPHAN;

KNOLL, FLORIAN JOHANNES y

CZYMMEK, VITALI

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 942 444 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 portador con un portador y un dispositivo móvil para el procesamiento del suelo y/o para la manipulación de la flora y fauna y procedimiento para ello

La presente invención se refiere a un sistema de portador con un portador y un dispositivo móvil para el procesamiento del suelo y/o para la manipulación de la flora y fauna según la reivindicación 1 y a un procedimiento para la regulación en tiempo real del procesamiento del suelo y/o de la manipulación de flora y fauna según la reivindicación 19.

La regulación de malas hierbas en la agricultura es una tarea que requiere mucho trabajo, especialmente en el cultivo biológico, que prohíbe o limita la utilización de productos químicos. Según el cultivo cultivado, es necesaria la regulación de malas hierbas en la proximidad inmediata de la planta útil. Esta regulación tiene lugar en general en el estado de crecimiento temprano. Tanto la planta útil, por un lado, como la mala hierba o el hierbajo, por otro lado, son en ese momento todavía muy pequeños y están cerca entre sí. Para evitar un daño de la planta útil, es oportuno emplear métodos selectivos. Esto tiene lugar en el cultivo biológico, por ejemplo, para zanahorias, mediante un trabajo manual dañino para el cuerpo, que requiere mucho trabajo, con denominadas "Jäte-Flieger" (escardadoras para operadores tumbados). A este respecto, los trabajadores temporeros se tumban sobre el vientre sobre una plataforma y retiran las malas hierbas.

Para cultivos especiales con mayores distancias entre plantas, tal como por ejemplo remolachas azucareras, o lechuga, se conocen aperos montados en tractores, que pueden reconocer plantas útiles individuales y activar herramientas correspondientes de modo que la superficie de la planta útil permanezca sin procesar. Para este objetivo no es necesaria ninguna selectividad. Es decir, que estos sistemas no comprueban las superficies que se deben retocar, sino que más bien controlan la herramienta "a ciegas" mediante la posición de planta útil conocida. En general, la distancia con respecto a la planta útil define los requisitos de exactitud.

Por la Patente DE 40 39 797 A1 se conoce un dispositivo para la lucha contra las malas hierbas, en el que un actuador funciona permanentemente para la destrucción del hierbajo y solo cuando mediante un sensor se reconoce una planta de cultivo, este se interrumpe brevemente. A este respecto, el portador está formado por un carro.

Por la Patente DE 10 2015 209 879 A1 se conoce un dispositivo para dañar hierbajo, que presenta una herramienta de procesamiento. Esta herramienta de procesamiento sirve para dañar el hierbajo. Además, está prevista una unidad de clasificación, que o bien presenta los datos de posición del hierbajo o bien reconoce el hierbajo y determina los datos de posición. Una unidad de localización determina una posición relativa entre la herramienta de procesamiento y el hierbajo. Una unidad de manipulador en forma de un carro posiciona correspondientemente la herramienta de procesamiento en función de las posiciones relativas determinadas.

Un aparato correspondiente con una unidad de transporte con presión y una unidad de dispensación de líquido se conoce por la Patente DE 10 2015 209 891 A1. En este modo de realización se destruye el hierbajo mediante la pulverización de líquido a presión. A este respecto, el portador es un carro.

Por la Patente DE 10 2015 209 888 A1 se conoce aplicar el líquido por impulsos al hierbajo para así dañarlo. También en este caso el portador está formado por un carro.

En la Patente DE 10 2013 222 776 A1 se da a conocer un punzón montado en un carro, que está dispuesto en un equipo de guiado para guiar el punzón. A este respecto se coloca el punzón sobre el hierbajo y se le aplica presión. A través de la aplicación de presión se destruye el hierbajo.

Con robots agrícolas y cosechadoras, que de manera automatizada y dotados de equipos telemáticos asisten técnicamente la agricultura, se abren actualmente nuevos caminos. De diversas maneras, se pueden adoptar conocimientos y principios técnicos de la navegación espacial, la teledetección y la robótica para los planteamientos en la agricultura, pero estos se tienen que adaptar de manera dirigida a las tareas en la agricultura y requieren nuevos dispositivos y procedimientos.

Por ejemplo, los robots agrícolas automatizados existentes mencionados anteriormente están orientados, de manera condicionada por el sistema, a recorrer solo una fila de plantas tras otra. Las intervenciones tienen lugar solo en la flora y esto solo en serie. Un control tiene lugar por regla general a continuación mediante una inspección, por ejemplo, por una persona cualificada.

En los dispositivos conocidos también es desventajoso que en el caso de los portadores se trata respectivamente de construcciones especiales de carros, que respectivamente solo recorren por filas las plantas útiles y se pueden utilizar de manera relativamente inflexible.

Además, se conocen drones aéreos como sistemas portantes, que están configurados como fabricaciones especiales para la utilización en la agricultura. También en este caso se trata de construcciones especiales, que

presentan una escasa flexibilidad para diferentes perfiles de requisitos en la agricultura.

Un problema en el tratamiento automatizado de los campos es también la determinación de los datos, sobre dónde se encuentra el hierba y sobre lo que, por el contrario, se debe tratar como planta útil.

Por la Patente DE 10 2005 050 302 A1 se conoce un procedimiento para la determinación sin contacto del estado nutricional actual de una población de plantas y para el procesamiento de esta información teniendo en cuenta parámetros adicionales tales como el tipo de fruta y/o la variedad y/o el estadio de desarrollo y/o el objetivo de cosecha para dar una recomendación de abonado, en el que de una parte de la población de plantas se capta, como mínimo, una imagen digital por medio de un sistema de captación de imágenes en, como mínimo, dos canales espectrales, a partir de la imagen se determina el estado nutricional actual mediante un análisis de imágenes y a partir de este último se deriva la recomendación de abonado. Este estado de la técnica anterior conocido tiene la desventaja de que el procesamiento de datos dura relativamente mucho tiempo y no es adecuado para un sistema *in situ*.

En la Patente DE 10 2008 009 753 B3 se describe además un procedimiento para la determinación sin contacto de la biomasa y de parámetros morfológicos de poblaciones de plantas, en el que se actúa sobre las plantas de la población con un campo sonoro emitido por una fuente de ultrasonidos sujeta a un portador móvil al pasar por encima de las mismas, se registran los ecos sonoros reflejados por las plantas y el suelo mediante un receptor fijado al portador y son transmitidos por el mismo tras su transformación en señales digitales a una unidad de evaluación y de procesamiento de señales, que evalúa actualmente las señales, las almacena en un soporte de datos y las presenta visualmente en un monitor, procesándose opcionalmente en una unidad de esparcido controlada electrónicamente las señales para dar órdenes de control para esparcir agentes de producto. Aunque este estado de la técnica anterior posibilita determinar directamente parámetros morfológicos, tales como el número de niveles de hojas, la posición de las hojas y la distribución vertical de la biomasa, con el mismo no es posible una determinación del hierba.

La Patente DE 20 2016 212 623 A1 da a conocer una detección basada en UAV para ciclos de trabajo en un campo de trabajo. A este respecto, al menos un UAV con un sensor de atributos, tal como una cámara, para identificar mala hierba, se comunica, en el vuelo previo y/o el vuelo posterior para el control/la corrección/el retoque, con una máquina de cuidado de material de cosecha en el suelo, que en la ubicación determinada de la máquina de cuidado de material de cosecha pulveriza de manera dosificada uno o varios productos químicos.

La publicación Dji: "MG Spreading System User Guide v1.0", 30 de marzo de 2018 (30/03/2018), XP055637295, URL:http://dl.dicdn.com/downloads/mq_1s/20180330/MG_Spreading_System_User_Guide_v1.0_Multi.pdf [encontrada el 30/10/2019] muestra unas instrucciones de utilización para un técnico y las etapas de montaje para el ensamblaje y la colocación de un sistema de pulverización (*spreading system*) en un dron. Además, se explican los componentes del sistema de pulverización y su ensamblaje por etapas, así como se listan los datos técnicos.

La publicación Dji: "AGRAS MG-1S User Manual", 17 de octubre de 2017 (17/10/2017), XP055637308, URL:https://dl.dicdn.com/downloads/mg_1s/20171017/MG-1S_MG-1S_RTK_User_Manual_v1.0_EN.pdf [encontrada el 30/10/2019] muestra unas instrucciones de utilización para un técnico/piloto de dron con informaciones de seguridad y las etapas de montaje para el ensamblaje en un dron con tanque de pulverización. Además, se explican los componentes individuales y su ensamblaje por etapas, así como se listan los datos técnicos y se explica el funcionamiento mediante el control remoto.

El artículo KNOLL FLORIAN J ET AL: "CPU architecture for fast and energy-saving calculation of convolution neural networks", PROCEEDINGS OF SPIE; [PROCEEDINGS OF SPIE ISSN 0277-786X VOLUMEN 10524], SPIE, EE. UU., tomo 10335, 26 de junio de 2017 (26/06/2017), páginas 103351M-103351M, XP060092216, DOI 10.1117/12.2270282, ISBN: 978-1-5106-1533-5 muestra una publicación de los inventores de la presente invención respecto a problemas en la utilización de redes neuronales artificiales debido a la capacidad computacional necesaria. A este respecto se remite al desarrollo de nuevos procesadores basándose en una disposición de puertos programables de campo (FPGA), que está optimizada para la aplicación de aprendizaje profundo (*deep learning*). El procesador se puede adaptar para una determinada aplicación (en este artículo para una aplicación en el campo de la agricultura ecológica). El consumo de corriente asciende solo a una fracción de una aplicación de GPU y por tanto debería ser muy adecuado para aplicaciones con ahorro de energía.

La Patente WO 2018/033925 A1 da a conocer un "System and method for drone fleet management for harvesting and dilution" (Sistema y método para la gestión de una flota de drones para recolección y dilución), encontrándose la utilización técnica del objeto de la solicitud en el campo de la cosecha y de la poda de plantas frutales, vinícolas y de huerta de crecimiento alto. La utilización del objeto de la presente invención en el campo técnico para plantas agrícolas/plantas de cultivo al aire libre y su cultivo ("...not in the technical field of field grows and field plants...") se considera expresamente inadecuado y, por tanto, no se persigue (véase el párrafo [0001], última frase).

La presente invención se basa, según un primer aspecto, en el objetivo de indicar un sistema de portador con un portador y de un dispositivo móvil para el procesamiento del suelo y/o para la manipulación de la flora y fauna, así

como un procedimiento para la regulación en tiempo real del procesamiento del suelo y/o de la manipulación de flora y fauna mediante el sistema de portador, que posibilite una eliminación cualificada, regulada en tiempo real, de la flora y/o fauna detectada así como también un análisis paralelo de flora y fauna. Preferentemente, el sistema de portador se debe poder conectar de manera modular con diferentes dispositivos móviles, que según las necesidades de utilización presentan sensores y/o unidades de herramienta óptimos.

Este objetivo se alcanza para el sistema de portador mediante las características de la reivindicación 1 y para el procedimiento mediante las características de la reivindicación 19.

Las reivindicaciones dependientes forman perfeccionamientos ventajosos de la presente invención.

La presente invención se basa según el primer aspecto en el conocimiento de que un sistema de portador, que prevé funciones comunes del portador y del dispositivo móvil en el portador y únicamente dispone los grupos necesitados por el dispositivo móvil del sistema de portador en el dispositivo móvil, genera una flexibilidad claramente mayor para el sistema de portador, en particular cuando el dispositivo móvil está conectado de manera separable con el portador y se puede cambiar por otros dispositivos móviles.

Por tanto, la presente invención se refiere a un sistema de portador con un portador y un dispositivo móvil con, como mínimo, un sensor y una unidad de herramienta para el procesamiento del suelo y/o para la manipulación de la flora y fauna. El portador está dotado de un accionamiento para mover el sistema de portador, de un equipo de control, de una fuente de energía, que interactúa con el accionamiento y pone a disposición la tensión necesaria para el funcionamiento, de un alojamiento para el alojamiento y la conexión con el dispositivo móvil, con una unidad de comunicación, con una primera interfaz de comunicación que interactúa con la unidad de comunicación para el intercambio de datos con el dispositivo móvil, que presenta una interfaz asociada, así como de una segunda interfaz de comunicación que interactúa con la unidad de comunicación. A través de la segunda interfaz de comunicación se reciben, como mínimo, datos de control y se transmiten por medio de la unidad de comunicación al equipo de control para el movimiento predeterminado del sistema de portador. A este respecto, el portador y el dispositivo móvil presentan medios para la conexión a demanda entre sí. El portador está dotado para ello de un elemento de agarre y el dispositivo móvil presenta alojamientos asociados al elemento de agarre, a través de los que el dispositivo está conectado con el portador de manera que se puede fijar y separar. De este modo se crea una flexibilidad del sistema de portador, que posibilita un amplio campo de utilización, pero también satisface diferentes necesidades en la agricultura, al poderse conectar de manera adaptada a la demanda dispositivos móviles con un portador unitario. Se posibilita una capacidad de cambio del portador con diferentes dispositivos móviles.

Según la presente invención, el portador está configurado como vehículo aéreo no tripulado (dron aéreo), vehículo terrestre no tripulado, vehículo acuático no tripulado o vehículo subacuático no tripulado, por ejemplo, para cultivos de acuicultura.

Según el campo de utilización se toma uno u otro portador.

Según un modo de realización de la presente invención, la segunda interfaz de comunicación es una antena, que está configurada para el intercambio de datos con un ordenador central, preferentemente estacionario, independiente del portador. De este modo se posibilita que aparatos, por ejemplo, para la telemetría y/o la evaluación de los datos determinados, se puedan procesar y evaluar independientemente del portador. El portador se puede configurar de ese modo con un peso más ligero.

Pero para posibilitar también un intercambio de datos con el dispositivo móvil, la segunda interfaz de comunicación está configurada para ello.

El portador necesita, por ejemplo, para el funcionamiento del accionamiento, una fuente de tensión. Para prever una fuente de tensión de este tipo solo una vez y ahorrar por consiguiente peso en el sistema de portador, el portador y el dispositivo móvil presentan respectivamente una conexión de tensión, a través de la que se puede abastecer también el dispositivo móvil con tensión. Por consiguiente, solo está prevista una fuente de energía para el portador y el dispositivo móvil.

Alternativa o complementariamente al elemento de agarre y los alojamientos, el portador y el dispositivo móvil pueden presentar medios de acoplamiento asociados entre sí, a través de los que se puede conectar el dispositivo móvil de manera separable con el portador.

Según un modo de realización de la presente invención, el portador presenta una unidad de GPS para registrar de manera continua las coordenadas de posición del portador. De esta manera se pueden asociar las coordenadas de posición a los datos determinados a través del sensor. De este modo se simplifica una evaluación.

Preferentemente, el dispositivo móvil está dotado del, como mínimo, un sensor y de la unidad de herramienta con, como mínimo, una herramienta accionada a motor, un actuador para desplazar, como mínimo, la herramienta de la unidad de herramienta, un motor para accionar la unidad de herramienta y/o el actuador, una base de datos, una

primera unidad de comunicación con interfaz y un primer ordenador. El ordenador sirve para controlar el motor, el sensor, la unidad de herramienta y/o el actuador basándose en órdenes de control generadas. A este respecto, los datos registrados a través del sensor se comparan de manera continua con los datos depositados en la base de datos, para generar señales de control correspondientes para el motor, el sensor, la unidad de herramienta y/o el actuador. Mediante este dispositivo se crea una movilidad y flexibilidad, según las que el dispositivo móvil forma una unidad propia, con la que se pueden procesar todos los datos en tiempo real y generar señales de control para la unidad de herramienta, y la unidad de herramienta puede trabajar de manera inmediata según las señales de control. De este modo se obtienen como resultado posibilidades de combinación, por ejemplo, con diferentes portadores que pueden mover el dispositivo a demanda por el campo.

Preferentemente, la comparación de datos de los datos determinados mediante el sensor con la base de datos tiene lugar en tiempo real, en particular con una verificación y clasificación de los datos determinados mediante el sensor.

Esto aumenta la capacidad de reacción del dispositivo. Por tiempo real se entiende la posibilidad de poder realizar operaciones de análisis y de procesamiento en un proceso de trabajo *in situ*.

Según un modo de realización de la presente invención, el sensor es una unidad de detección visual con una cámara. Por consiguiente, los datos que se deben procesar son datos de imagen, que se pueden comparar sin problemas con una base de datos.

Para poder cambiar de manera sencilla componentes individuales y, por consiguiente, reducir los tiempos de preparación, el dispositivo está configurado dividido en dos. A este respecto, en una primera unidad están previstos el sensor, la unidad de herramienta, el motor para accionar la unidad de herramienta y/o el actuador, el actuador, el primer ordenador y la primera unidad de comunicación con interfaz. En la segunda unidad están previstos la base de datos, un segundo ordenador y una segunda unidad de comunicación con interfaz. La primera unidad y la segunda unidad se pueden conectar entre sí a través de la interfaz para el intercambio de datos. Además, mediante la división en dos también es posible que las dos unidades se puedan disponer separadas espacialmente entre sí. Esto es por ejemplo ventajoso cuando el peso de las piezas móviles del dispositivo debe ser lo más reducido posible. En este caso, la segunda unidad se podría disponer de manera fija y central y la primera unidad moverse sobre el campo.

A este respecto es favorable que la primera unidad comprenda una primera carcasa y la segunda unidad una segunda carcasa, que protegen los grupos previstos en las unidades frente a influencias externas.

La primera y la segunda carcasa pueden estar conectadas entre sí de manera separable a través de una conexión enchufable. De este modo, se facilita un ensamblaje de tipo modular de las dos unidades, pero también un cambio en caso de avería de una unidad.

La unidad de herramienta presenta preferentemente, como mínimo, una unidad de avance y una unidad de rotación, que interactúan con el motor. El campo de utilización de la herramienta se amplía de este modo de manera sencilla, sin que se tenga que mover el dispositivo.

Preferentemente, la unidad de rotación está dotada en un extremo distal de la, como mínimo, una herramienta, en particular de una fresa o de una unidad de cuchilla. Con la rotación, por ejemplo, de la unidad de cuchilla se pueden destruir selectivamente, por ejemplo, pequeños insectos o hierba.

Para reducir adicionalmente el peso del dispositivo, está prevista una conexión de tensión para un abastecimiento de tensión externo. A este respecto, la conexión de tensión puede estar prevista en la primera unidad. En el estado ensamblado de la primera unidad y la segunda unidad, la segunda unidad puede abastecer a través de esta conexión de tensión la primera unidad, así como la segunda unidad con tensión. A este respecto, preferentemente se utiliza la fuente de tensión de un portador para el abastecimiento de tensión.

Preferentemente, la interfaz asociada al portador del dispositivo móvil está dispuesta para el intercambio de datos, por ejemplo, con un ordenador externo, en la segunda unidad.

Según un modo de realización de la presente invención, están previstos varios dispositivos móviles diferentes, estando dispuesto respectivamente solo un dispositivo móvil en el alojamiento. Preferentemente, los dispositivos móviles presentan diferentes sensores y/o unidades de herramienta. A demanda se conecta uno u otro dispositivo móvil con el portador, en particular en función de los datos determinados mediante el sensor y la evaluación que resulta de los mismos. De este modo, se puede adaptar el sistema de portador de manera adaptada a la demanda a los requisitos en la agricultura y la situación que resulte en ese momento.

El objetivo mencionado anteriormente se alcanza también mediante un procedimiento para la regulación en tiempo real del procesamiento del suelo y/o de la manipulación de flora y fauna, en particular mediante el sistema de portador del tipo recién mencionado, presentando el procedimiento las siguientes etapas:

- determinar las medidas necesarias;
- realizar las medidas necesarias.

5 Entre la determinación de las medidas necesarias y la realización de las medidas necesarias se pueden realizar además las siguientes etapas:

- escoger un dispositivo móvil de los dispositivos disponibles;
- 10 - conectar el dispositivo con un portador.

Preferentemente, el dispositivo móvil se cambia tras realizar la medida por otro dispositivo móvil y se realiza una medida adicional. La flexibilidad del sistema de portador y las posibilidades aumentan de ese modo considerablemente.

15 La determinación de las medidas necesarias se puede realizar mediante el dispositivo móvil tal como sigue:

- captación continua en el tiempo de vóxeles y/o píxeles definidos mediante técnica de datos mediante un sensor del dispositivo móvil;
- 20 - transmisión de los datos captados a una base de datos;
- almacenamiento de los datos captados en la base de datos;
- 25 - comparación de datos cualitativa de los datos captados con los datos depositados en la base de datos, preferentemente con realización de una segmentación, de una reducción de datos y/o de una verificación de los datos captados mediante un ordenador;
- evaluación de los datos captados comparados con conjuntos de datos definidos existentes en la base de datos mediante un clasificador en conjunción con el ordenador;
- 30 - procesamiento y transformación de la evaluación mediante el ordenador en datos técnicos de regulación y/o de control para un motor, un actuador, una unidad de herramienta y/o un portador.

35 En particular, la realización de las medidas necesarias tiene lugar en base a la transformación de la evaluación mediante el ordenador en datos técnicos de regulación y/o de control para el motor, el actuador, la unidad de herramienta y/o, dado el caso, el portador, así como mediante la puesta en marcha del motor, del actuador, de la unidad de herramienta y/o del portador para el procesamiento del suelo y/o para la manipulación de flora y fauna.

40 La evaluación se realiza preferentemente en un ordenador que interactúa con el clasificador, en particular en el segundo ordenador, y el procesamiento y transformación de la evaluación en datos técnicos de regulación en otro ordenador, en particular en el primer ordenador. Para ello se transmite la evaluación desde un ordenador al otro ordenador. De ese modo se puede aumentar la potencia computacional, al poder los ordenadores procesar los datos en paralelo.

45 El almacenamiento, la comparación de datos cualitativa de los datos captados con datos depositados en la base de datos y/o la evaluación mediante el clasificador se asisten preferentemente mediante inteligencia artificial. De este modo se mejora considerablemente la efectividad del sistema de portador y del procedimiento.

50 Para acelerar el análisis de los datos captados, durante la comparación de datos se transmiten los datos captados a la unidad de segmentación y de reducción de datos, que genera imágenes intermedias. Las imágenes intermedias presentan datos claramente reducidos.

55 En particular tras la generación de las imágenes intermedias, estas se transmiten al clasificador, que evalúa las imágenes intermedias generadas mediante imágenes definidas existentes y conjuntos de datos en la base de datos en actuación conjunta con el ordenador.

Según un modo de realización de la presente invención, en la unidad de segmentación y de reducción de datos para la generación de las imágenes intermedias se realizan sucesivamente las siguientes etapas:

- 60 - cada imagen transmitida de varios píxeles se pasa al modelo de color RGB (rojo, verde, azul);
- cada píxel de la imagen transmitida basado en el modelo de color RGB se transfiere a un modelo de color HSV (tono, saturación, valor);
- 65 - cada píxel basado en el modelo de color HSV se evalúa en cuanto a la saturación de color (saturación)

mediante un valor umbral, asociándose, cuando el valor de la saturación de color supera un valor umbral, el píxel al valor binario "1", y asociándose, cuando el valor de la saturación de color queda por debajo de un valor umbral, el píxel al valor binario "0";

- 5 - preferentemente en paralelo con la etapa que se acaba de mencionar, se evalúa cada píxel basado en el modelo de color HSV en cuanto al ángulo de color (tono) mediante un rango predeterminado, asociándose, cuando el ángulo de color se encuentra en el rango predeterminado, el píxel al valor binario "1", y asociándose, cuando el ángulo de color se encuentra fuera del rango, el píxel al valor binario "0";
- 10 - a partir de las informaciones binarias del ángulo de color y de la saturación de color se genera la primera imagen intermedia, que contiene considerablemente menos datos que la imagen generada por la cámara.

Preferentemente, en la unidad de segmentación y de reducción de datos se generan campos de píxeles a partir de los píxeles de la imagen intermedia, para acelerar y optimizar adicionalmente el análisis.

- 15 Para poder convertir posteriormente los resultados determinados mediante la evaluación de las imágenes en datos técnicos de regulación y/o de control para el actuador y/o el portador, el equipo de segmentación y de reducción de datos dota los píxeles de coordenadas posicionales.

- 20 Según un modo de realización de la presente invención, el clasificador lleva a cabo la clasificación con ayuda de una red neuronal artificial. A este respecto, la red neuronal artificial está formada preferentemente por una red neuronal convolucional (CNN).

- 25 Ventajas, características y posibilidades de aplicación adicionales de la presente invención resultan de la siguiente descripción en relación con los ejemplos de realización representados en los dibujos.

En la descripción, en las reivindicaciones y en los dibujos se utilizan los términos utilizados en el listado de números de referencia expuesto más adelante y los números de referencia asociados. En los dibujos significa:

- 30 la figura 1 una representación esquemática de un sistema portante con carcasas separadas espacialmente de un dispositivo móvil según un primer modo de realización de la presente invención;
- la figura 2 una representación esquemática de un sistema portante con carcasas separadas espacialmente de un dispositivo móvil, que están conectadas entre sí a través de una conexión enchufable, según
- 35 un segundo modo de realización de la presente invención;
- la figura 3 una vista lateral del sistema portante según el primer modo de realización de la presente invención con conexión del dispositivo móvil a un dron aéreo;
- 40 la figura 4 un diagrama de flujo, que ilustra las etapas de un procedimiento con el sistema portante;
- la figura 5 un diagrama de flujo, que representa las etapas del procedimiento para determinar las medidas necesarias;
- 45 la figura 6 una imagen captada mediante la unidad de detección visual;
- la figura 7 una estructura esquemática de una red neuronal convolucional partiendo de la imagen de la figura 6;
- 50 la figura 8 un diagrama de flujo, que muestra un procedimiento de la unidad de segmentación y de reducción de datos;
- la figura 9 una imagen intermedia creada a partir de la unidad de segmentación y de reducción de datos;
- 55 la figura 10 un fragmento parcial de la imagen intermedia con tres casos diferentes para el clasificador;
- la figura 11 dos representaciones básicas de campos de píxeles adicionales para la evaluación mediante el clasificador;
- 60 la figura 12 dos representaciones básicas de campos de píxeles adicionales para la evaluación mediante el clasificador;
- la figura 13 una imagen creada y evaluada mediante el clasificador, y
- 65 la figura 14 las representaciones básicas del modo de trabajo del clasificador.

En la figura 1 se representa esquemáticamente un sistema de portador 10, que se compone de un portador en forma de un dron aéreo 12 y de un dispositivo móvil 14 para el procesamiento del suelo y para la manipulación de la flora y fauna en la agricultura. El dron aéreo 12 comprende un accionamiento 16, que comprende cuatro motores eléctricos 18 y hélices 20 accionadas a través de los mismos, véase la figura 3. Además, el dron aéreo 12 está dotado de 4 patas 22 por debajo de los motores eléctricos 18.

Según el primer modo de realización de la presente invención, el dron aéreo 12 comprende una fuente de energía en forma de baterías 24, que proporciona el abastecimiento de energía para el accionamiento 16 así como también para los grupos adicionales del dron aéreo 12 y el dispositivo móvil 14. Para ello está prevista una interfaz de tensión 26a en el dron aéreo 12 y una interfaz de tensión 26b correspondiente a esta interfaz de tensión 26a en el dispositivo móvil 14, que están conectadas entre sí a través de una conexión enchufable 28 que se puede separar. Además, están previstas una unidad de comunicación 30 con una antena 32 y una unidad de GPS 34, que determina de manera continua la ubicación del dron aéreo 12 y transmite estos datos de ubicación del dron aéreo 12 al dispositivo móvil 14 para la asociación a los datos registrados por el dispositivo móvil 14 así como a una unidad computacional central situada de manera remota, que no se representa más detalladamente en este caso. Con ayuda de la unidad de GPS 34, de la unidad de comunicación 30 y del dispositivo móvil 14 se puede realizar una telemetría. Además, está previsto un equipo de control 12b, que controla el accionamiento 16.

La unidad de comunicación 30 del dron aéreo 12 comprende además de la antena 32 una interfaz adicional 36a, que está asociada a una interfaz asociada 36b del dispositivo móvil 14 y están conectadas entre sí a través de una conexión enchufable 38 que se puede separar para el intercambio de datos a través de la misma.

El dispositivo móvil 14 se compone de dos unidades 14a, 14b, concretamente una primera unidad 14a con una primera carcasa 40 y una segunda unidad 14b con una segunda carcasa 42. La primera carcasa 40 y la segunda carcasa 42 están conectadas de manera separable a través de una conexión enchufable 44 entre sí para formar una unidad que forma el dispositivo móvil 14. Hay un conjunto de diferentes primeras unidades 14a por un lado y un conjunto de diferentes segundas unidades 14b por otro lado, que mediante una conexión entre sí sencilla se pueden configurar individualmente y adaptar a las necesidades.

En la primera carcasa 40 está un primer ordenador 46, un actuador en forma de un brazo 48 móvil, accionado a motor, un motor 50 que interactúa con el brazo 48, una unidad de herramienta 52 dispuesta en el brazo 48, que presenta una unidad de avance 54 y una unidad de rotación 56. En el extremo distal de la unidad de rotación 56 está prevista una fresa 58 como herramienta. El motor 50 acciona tanto el brazo 48 como la unidad de avance 54, la unidad de rotación 56 y con ello también la fresa 58. El brazo 48 puede estar configurado en varias partes y disponer de diferentes articulaciones, que no se representan en detalle, dado que se conocen tales cinemáticas que se hacen funcionar a motor. A través del brazo 48 se mueve la unidad de herramienta 52 en relación con el dron aéreo 12 hacia su campo de utilización, de modo que la unidad de herramienta 52 con la unidad de avance 54 y la unidad de rotación 56 puede utilizar la fresa 58 para el procesamiento de las plantas, por ejemplo, retirada de hierba, y/o para procesar el suelo.

Además, en la primera unidad 14a están previstas una unidad de comunicación 60 y una unidad de detección visual 62. La unidad de detección visual 62 comprende una cámara 64, con la que se registran imágenes, un equipo de segmentación y de reducción de datos 66, un clasificador 68, que basándose en una imagen intermedia generada por el equipo de segmentación y de reducción de datos 66 o datos intermedios asume la clasificación de varios campos de píxeles compuestos por píxeles, tal como se describe todavía más detalladamente más adelante. La unidad de detección visual 62 está conectada con la unidad de comunicación 60.

La primera unidad 14a presenta una interfaz 70a, que está asociada a una interfaz 70b de la segunda unidad 14b. A través de una conexión de comunicación 72, la unidad de comunicación 60 está conectada a través de la interfaz 70a con la interfaz 70b y a través de esta con una unidad de comunicación 74 en la segunda unidad 14b. La unidad de comunicación 74 de la segunda unidad 14b está conectada a través de la interfaz 36b a través de la conexión enchufable 38 con la interfaz 36a y la unidad de comunicación 30 del dron aéreo 12.

En la segunda unidad 14b están previstos además un segundo ordenador 76 y una base de datos 78.

En la figura 2 se presenta un modo de realización adicional del sistema de portador 10, estando configurado el dron aéreo 12 de manera idéntica al primer modo de realización. El dispositivo móvil 14 se diferencia únicamente por una conexión enchufable 80 entre la primera unidad 14a y la segunda unidad 14b, que conecta además de manera separable también la unidad de comunicación 60 de la primera unidad 14a con la unidad de comunicación 74. Mediante una inserción conjunta sencilla se pueden combinar diferentes primeras unidades 14a con diferentes segundas unidades 14b y ensamblarse para formar una unidad móvil 14.

En la figura 3 se representa el dron aéreo 12 en una vista lateral, siendo visibles de ese modo únicamente dos de los cuatro motores eléctricos 18 con hélices asociadas 20. Por debajo de los motores eléctricos 18 están dispuestas respectivamente las patas 22. Entre las patas 22 están previstos dos brazos de agarre 82a, 82b, que a demanda agarran y elevan el dispositivo móvil 14 y lo depositan y sueltan de nuevo. El dispositivo móvil 14 se compone de las

dos unidades 14a y 14b, que están conectadas de manera separable entre sí a través de la conexión enchufable 80. En la primera unidad 14a se puede reconocer la cámara 64 como parte de la unidad de detección visual 62 así como la fresa 58 en el extremo distal de la unidad de rotación 56.

5 El dispositivo móvil 14 puede estar equipado también con varias unidades de herramienta 52 diferentes, que están dotadas de un brazo 48 común y por ejemplo una torreta de herramientas, que lleva la unidad de herramienta 52 necesaria a la posición de activación. Sin embargo, también es concebible que las diferentes unidades de herramienta presenten respectivamente un actuador propio.

10 En la figura 4 se muestran en un diagrama de flujo las etapas, por las que se pasa sucesivamente, para realizar con el sistema de portador 10 un procesamiento del suelo y la manipulación de flora y fauna en la agricultura.

En una primera etapa 84 se determinan en primer lugar con el sistema de portador 10 las medidas necesarias sobre la superficie agrícola asociada. Por ejemplo, para ello se lleva el sistema de portador 10 hasta una superficie agrícola que se debe procesar, por ejemplo, hasta un campo agrícola, o se vuela directamente hasta allí desde una ubicación central. El dron aéreo 12 con el dispositivo móvil 14 se pone en marcha y sobrevuela el campo agrícola. A través de una unidad computacional central estacionaria, el sistema de portador 10 obtiene los datos necesarios sobre el campo agrícola que se debe examinar. A este respecto, la unidad computacional central puede ser también un teléfono inteligente. A través de la unidad de detección visual 62 con la cámara 64 del dispositivo móvil 14 se registra el campo agrícola en imágenes. Las imágenes se evalúan y con una comparación en la base de datos 78 se determinan finalmente las medidas necesarias para este campo agrícola.

En una etapa siguiente 86, basándose en las medidas determinadas para el campo agrícola o para zonas parciales del campo agrícola, a partir de un conjunto de primeras unidades 14a y un conjunto de diferentes segundas unidades 14b, se confecciona la unidad móvil 14 adecuada para la medida necesaria y se conectan entre sí las dos unidades 14a, 14b.

En una etapa siguiente 88 se agarra el dispositivo móvil 14 con el dron aéreo 12 a través del brazo de agarre 82a y el brazo de agarre 82b respectivamente de manera lateral y se desplaza mediante estos en la dirección del dron aéreo 12 hacia arriba a un alojamiento 12a del dron aéreo 12. A este respecto se conectan entre sí las interfaces de tensión 26a, 26b a través de la conexión enchufable 28 y las interfaces 36a, 36b a través de la conexión enchufable 38. De este modo se abastece el dispositivo móvil 14 con tensión desde la batería 24 del dron aéreo 12 y se posibilita un intercambio de datos a través de la antena 32 de la unidad de comunicación 30 del dron aéreo 12 con las unidades de comunicación 60 y 74 del dispositivo móvil 14, por un lado, y una unidad computacional central, por otro lado. Como se ha expuesto anteriormente, la unidad computacional central, que es independiente del sistema de portador 10, puede ser también un teléfono inteligente.

En una etapa siguiente 90 se realizan las medidas determinadas con el sistema de portador 10 sobre el campo agrícola. Por ejemplo, el dron aéreo 12 vuela hasta la zona que se debe procesar del campo agrícola. El brazo 48 con la unidad de herramienta 52 se mueve hasta el hierbajo que se debe retirar. La unidad de avance 54 desplaza la fresa 58 así hasta el hierbajo, que se elimina por fresado con la activación de la unidad de rotación 56.

En una quinta etapa 92, el dron aéreo 12 vuela entonces de vuelta y cambia el dispositivo móvil 14 por otro dispositivo móvil 14, que está optimizado para otra medida, por ejemplo, con un dispositivo de esparcido para agentes de control de plagas o abono.

Alternativamente, las etapas 86 y 88 también se pueden suprimir, cuando el dron aéreo 12 ya está completamente equipado para la medida que se debe realizar.

50 Mediante la figura 5 se explica ahora la determinación de las medidas necesarias mediante el sistema de portador 10, en particular mediante el dispositivo móvil 14, en detalle.

En una primera etapa 94 tiene lugar la captación continua de datos de vóxeles y/o píxeles y/o imágenes definidos técnicamente mediante la unidad de detección visual 62 del dispositivo móvil 14. Los vóxeles, los píxeles y las imágenes forman datos captados, que se transmiten de manera continua a la base de datos 78 - segunda etapa 96.

En una tercera etapa 98 tiene lugar el almacenamiento de los datos captados.

60 En una cuarta etapa 100 tiene lugar una comparación de datos cualitativa de los datos captados con los datos depositados en la base de datos 78. A este respecto tiene lugar la realización de una segmentación y reducción de datos de los datos captados mediante el equipo de segmentación y de reducción de datos 66. En particular puede tener lugar también una verificación de los datos captados mediante el segundo ordenador 76.

65 En una quinta etapa 102 tiene lugar la evaluación mediante el clasificador 68 en conjunción con el segundo ordenador 76 mediante la asistencia de inteligencia artificial, como se explica todavía más detalladamente más adelante.

En una sexta etapa 104 tiene lugar finalmente el procesamiento y transformación de la evaluación mediante el primer ordenador 46 en datos técnicos de regulación y de control para el motor 50, el brazo 48, la unidad de herramienta 52 y el dron aéreo 12.

En una séptima etapa 106 tiene lugar finalmente la puesta en marcha del motor 50, del brazo 48 y de la unidad de herramienta 52 para el procesamiento del suelo o para la manipulación de flora y fauna.

Siempre que en esta solicitud se hable de inteligencia artificial, se trata, entre otros, de la utilización de una red neuronal convolucional - CNN - clásica de una o varias capas convolucionales, seguido de una capa de agrupación. Esta secuencia de capa convolucional y capa de agrupación se puede repetir en principio tan a menudo como se desee. Por regla general, la entrada se encuentra como matriz bi- o tridimensional, por ejemplo, los píxeles de una imagen en escala de grises o a color. Correspondientemente están dispuestas las neuronas en la capa convolucional.

La actividad de cada neurona se calcula a través de una convolución discreta (convolucional). A este respecto, intuitivamente se mueve por etapas una matriz de convolución comparativamente pequeña (núcleo de filtro) a través de la entrada. La entrada de una neurona en la capa convolucional se calcula como producto interno del núcleo de filtro con el fragmento de imagen subyacente actualmente. Correspondientemente reaccionan neuronas adyacentes en la capa convolucional a zonas que se solapan.

Una neurona en esta capa reacciona solo a estímulos en un entorno local de la capa anterior. Esto sigue el modelo biológico del campo receptivo. Además, los pesos para todas las neuronas de una capa convolucional son idénticos (pesos compartidos, en inglés: *shared weights*). Esto conduce a que por ejemplo cada neurona en la primera capa convolucional codifica a qué intensidad se encuentra un canto en una determinada zona local de la entrada. El reconocimiento de cantos como primera etapa del reconocimiento de imágenes presenta una alta plausibilidad biológica. De los pesos compartidos resulta directamente que la invarianza de traslación es una propiedad inherente de las CNN.

La entrada determinada por medio de convolución discreta de cada neurona es transformada ahora por una función de activación, en las CNN habitualmente una unidad lineal rectificadora, de manera abreviada ReLu ($f(x) = \max(0, x)$), en la salida, que debe modelizar la frecuencia de disparo relativa de una neurona verdadera. Dado que la retropropagación requiere el cálculo de los gradientes, en la práctica se utiliza una aproximación diferenciable de ReLu: $f(x) = \ln(1 + e^x)$. De manera análoga a la corteza visual, en las capas convolucionales situadas más profundamente aumenta tanto el tamaño de los campos receptivos como la complejidad de las características reconocidas.

En la siguiente etapa, la agrupación, se desechan informaciones superfluas. Para el reconocimiento de objetos en imágenes, por ejemplo, la posición exacta de un canto en la imagen es de interés despreciable - la localización aproximada de una característica es suficiente. Hay diferentes tipos de agrupación. Con diferencia la más extendida es la máxima agrupación (*max-pooling*), conservándose de cada cuadrado de 2 X 2 de neuronas de la capa convolucional solo la actividad de la neurona más activa (por tanto "max") para las etapas de cálculo adicionales; la actividad de las demás neuronas se desecha. A pesar de la reducción de datos (en el ejemplo el 75 %), por regla general no disminuye el rendimiento de la red debido a la agrupación.

La utilización de la red neuronal convolucional y del equipo de segmentación y de reducción de datos 66 se explica a continuación más detalladamente mediante las imágenes 6 a 14.

Para la clasificación mediante el clasificador 68 de todos los objetos en una imagen existen diferentes planteamientos. Muchos planteamientos empiezan con encontrar los objetos individuales en primer lugar en la imagen y a continuación clasificarlos. Sin embargo, esto no siempre es posible. Como ejemplo se recurrirá en este caso a la clasificación de plantas 108 de un campo. La figura 6 muestra una imagen de ejemplo 108.

En la figura 6 se reproducen diferentes plantas 108 y se deben clasificar todas mediante el clasificador 68 y esto en tiempo real. El tiempo real debe ser en este caso el ritmo de la cámara de 10 imágenes por segundo. Dado que como en este caso en el ejemplo no se puede diferenciar de manera sencilla dónde termina exactamente una planta 110, se tiene que utilizar otro modo de enfoque, dado el tiempo computacional no es suficiente para, en primer lugar, diferenciar las plantas 110 en sí y a continuación, además, clasificarlas.

La imagen 108 de la figura 6 se compone de píxeles y cada píxel puede incluir lógicamente solo exactamente una clase. Por tanto, un enfoque trivial sería clasificar por píxeles toda la imagen 108. Esto quiere decir que cada píxel se asocia sucesivamente a una clase.

Sin embargo, dado que un píxel individual no contiene la información necesaria, para hacer una afirmación sobre la pertenencia a una clase, se tiene que recurrir a una superficie circundante para la clasificación. Esta superficie se puede clasificar entonces con una red neuronal convolucional (CNN), tal como se ha descrito anteriormente. A este

respecto, la red puede presentar una sucesión como la figura 7.

La imagen de entrada 110 es en este caso la imagen de la figura 6. A esta imagen de entrada 110 se aplican ahora los elementos de la CNN. En este ejemplo, esto sería la convolución 112 con las características, una agrupación 114 a continuación, una convolución adicional con características adicionales, una nueva agrupación y un resumen en la capa densa 116. La salida de la red emite entonces la pertenencia a clase del píxel central de la imagen de entrada 110, o de un píxel de la imagen 110 de la figura 6.

A continuación, se elige un nuevo fragmento de imagen, por regla general un fragmento de imagen que está desplazado un píxel, y se clasifica de nuevo por medio de CNN. Este modo de proceder tiene como consecuencia que los cálculos, que necesita la red neuronal convolucional, se tienen que repetir para el número de los píxeles que se deben clasificar. Esto requiere mucho tiempo. La imagen 110 de la figura 6 tiene una resolución de 2000 X 1000 píxeles. Es decir, la CNN se tendría que calcular dos millones de veces. Sin embargo, el problema de partida es solo la clasificación de las plantas 108 en sí. En promedio, una imagen de este tipo contiene aproximadamente un 5 % de píxeles de planta, que corresponden aproximadamente solo a 100.000 píxeles.

Por medio de una segmentación y reducción de datos sencilla mediante la unidad de segmentación y de reducción de datos 66 se puede descubrir si en el caso de un píxel se trata de la representación de una parte de una planta 108 o del fondo 118. Esta segmentación no es tan compleja desde el punto de vista del cálculo como una CNN y, por tanto, es más rápida. A este respecto, la segmentación y reducción de datos mediante la unidad de segmentación y de reducción de datos 66 tiene lugar de manera análoga a la de la figura 8. En la figura 8 se representan las etapas individuales.

En una primera etapa 120 se pasa cada imagen transmitida a la base de datos 78 de varios píxeles al modelo de color RGB (rojo, verde, azul).

En una etapa siguiente 122 se transfiere cada píxel de la imagen transmitida basado en el modelo de color RGB a un modelo de color HSV (tono, saturación, valor).

En una etapa siguiente 124 se evalúa este modelo de color HSV.

Cada píxel basado en el modelo de color HSV se evalúa en cuanto a la saturación de color (saturación) mediante un valor umbral, asociándose, cuando el valor de la saturación de color supera un valor umbral, ese píxel al valor binario 1, y asociándose, cuando el valor de la saturación de color queda por debajo de un valor umbral, el píxel al valor binario 0.

En paralelo a esto se evalúa cada píxel basado en el modelo de color HSV en cuanto al ángulo de color (tono) mediante un rango predeterminado, asociándose, cuando el ángulo de color se encuentra en el rango predeterminado, el píxel al valor binario 1, y asociándose, cuando el ángulo de color se encuentra fuera del rango, el píxel al valor binario 0.

En una etapa siguiente 126 se genera a partir de las informaciones binarias del ángulo de color y de la saturación de color una imagen intermedia, que contiene considerablemente menos datos que la imagen 108 generada por la cámara.

A partir de la segmentación de la figura 8 se obtiene como resultado la fórmula indicada a continuación, que se debe aplicar a cada píxel. La imagen segmentada $S(x,y)$ se divide a través de la división de la imagen RGB $\psi(x,y)$ en sus tres componentes rojo, verde y azul. Un píxel de la imagen segmentada se pone entonces a 1 cuando el valor mínimo de rojo, verde o azul de un píxel dividido entre el píxel verde es menor o igual que un valor umbral (THs), teniendo lugar el valor umbral en el espacio de 8 bits de la imagen a través de la escalación por medio de 255. Si no se alcanzase el valor umbral, se pone, como en la ecuación 1, el píxel de la imagen segmentada a 0.

$$S(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{si } \frac{\min(\psi_{\text{rojo}}(x,y), \psi_{\text{verde}}(x,y), \psi_{\text{azul}}(x,y))}{\psi_{\text{verde}}(x,y)} \leq \frac{255-THs}{255} \\ 0 & \text{de lo contrario} \end{cases} \quad (1)$$

De este modo, se obtiene como resultado la primera optimización: antes de descomponer toda la imagen 108 en dos millones de imágenes, se aplica la segmentación, según la figura 8. Es decir, se pasa por toda la imagen 108 y por medio de la fórmula indicada anteriormente se decide si se trata de un píxel de planta o no. Por un lado, se segmenta la imagen 108, es decir el fondo 118 se pone en negro (0), tal como se representa en la figura 9. Por otro lado, siempre que se trate de un píxel de planta, se escriben sus coordenadas en una lista. A continuación, se suministran ya solo las coordenadas a la CNN, que están también en esta lista. Los píxeles innecesarios de la tierra, es decir del fondo 118, se omiten. De este modo se consulta la CNN aproximadamente 20 veces menos.

Mediante la segmentación se pone el fondo 118 al valor 0. También los elementos de imagen, que considera la CNN, presentan ahora imágenes segmentadas. Normalmente, en una capa de convolución se aplicaría el cálculo de característica a cada píxel del elemento de imagen. Sin embargo, de este modo se obtienen como resultado tres casos 128, 130, 132 para el cálculo, que se presentan en la figura 10, respectivamente para una característica 134 de tamaño 5x5.

El caso rojo 128 muestra un cálculo de característica, en el que la característica se encuentra completamente en el fondo 118. En este se multiplica cada elemento por 0, esto tiene como consecuencia que todo el cálculo da como resultado 0, o el valor de sesgo. Por tanto, el resultado de este cálculo ya se conoce antes del cálculo. Incluso cuando el fondo 118 no sea cero, es decir presentase tierra, este cálculo no incluiría ninguna información sobre la planta 110, por tanto, el resultado puede ser sencillamente un valor ficticio constante.

En el caso amarillo 130, el valor de característica central no se encuentra sobre una planta 110. Es decir, que una parte es también una multiplicación por cero. Este caso se distorsiona la planta 110 en la zona de borde y lleva a cabo este tamaño en el mapa de características.

En el caso azul 132, como mínimo, el píxel central de la característica se encuentra sobre una planta.

Tras considerar estos tres casos 128, 130, 132, solo se tienen que calcular el caso amarillo y azul 130 y 132. Es decir, los casos 130, 132 en los que la característica tiene, como mínimo, un valor de entrada distinto de cero. De todos los demás cálculos de característica se conocen los resultados antes del cálculo, son cero o presentan únicamente el valor de sesgo. Las coordenadas en las que aparece el caso azul 132 se conocen. Son las coordenadas, que se almacenan durante la segmentación. El caso amarillo 130 necesita a su vez un cálculo de si esta se ha producido. Esto requiere una comprobación de cada píxel de planta encontrado en la segmentación. Dado que este control supone un esfuerzo demasiado grande y el caso amarillo 130 solo aparecen en la zona de borde de una planta 110, se debe ignorar este caso.

Por tanto, el cálculo se puede optimizar en el sentido de que el cálculo de característica y todos los demás elementos de la CNN solo se deben aplicar a los píxeles de planta encontrados.

En la figura 11 se representa esquemáticamente cómo se diferencian dos píxeles de planta 136, 138 adyacentes. A la izquierda un píxel de planta 136 y a la derecha el píxel de planta 138 adyacente. La zona azul/púrpura 140, 142 podrían ser plantas diferentes, que se tienen que clasificar. La zona roja/púrpura 144, 142 representa el elemento de imagen, que considera la CNN, para clasificar el píxel naranja 146.

En el caso de una consideración exacta se puede establecer que la zona considerada (roja/púrpura) 144, 142 se solapa enormemente. Esto significa a su vez que en los dos elementos de imagen 136, 138 se encuentran en la mayoría de los casos los mismos valores. Si ahora la CNN calcula la característica en la capa de convolución, calcularía también a partir del cálculo de característica los mismos valores.

En la figura 12 se esboza esquemáticamente una característica 148 con el tamaño de 5 X 5 píxeles en verde. Esta característica 148 se encuentra en las mismas coordenadas dentro de la imagen total, pero está desplazada dentro del elemento de imagen que se debe considerar por la CNN (rojo/púrpura) 144, 142. Sin embargo, dado que la ubicación en la imagen total es la misma, el cálculo para el recuadro negro central 150 daría como resultado el mismo valor tanto en la imagen izquierda 136 como en la imagen derecha 138. Este conocimiento se puede aplicar a todos los elementos de una CNN. De este modo, siempre que se ignore la zona de borde, se puede aplicar el cálculo de característica individual en primer lugar a toda la imagen. En teoría, la descomposición de la imagen de entrada 108 desempeña un papel decisivo por primera vez con la capa densa 116. Sin embargo, la capa densa 116 se puede calcular igual que una convolución 112. A este respecto, el tamaño de característica se obtiene como resultado de la interacción del tamaño de imagen de entrada y las capas de agrupación presentes en la red. De este modo se puede optimizar adicionalmente la clasificación, ahora se aplican los elementos de CNN únicamente a los píxeles de planta encontrados. El mapa de características, que se calcula a partir de la última convolución, representa el resultado de clasificación, como se representa en la figura 13. En este caso se clasifican por píxeles en verde todas las plantas de zanahoria 152 y en rojo toda la mala hierba 154.

Sin embargo, debido a estas optimizaciones tienen lugar también variaciones en el resultado de la clasificación. A este respecto, la mayor influencia la tienen las capas de agrupación. En cada agrupación se elimina información de la red. Sin embargo, debido a que ya no existe una consideración individual de los elementos de imagen, la agrupación pierde una referencia local. La figura 14 ilustra el problema.

En la figura 14 se representa respectivamente un elemento de imagen 156 como marco rojo 158. Antes de la optimización, cada elemento de imagen pasaría individualmente por la CNN para clasificar su píxel central. El elemento de imagen derecho 160 está desplazado un píxel más a la derecha. Los cuatro colores: púrpura, azul, amarillo y verde indican las aplicaciones individuales de la agrupación. Como se puede ver, pueden dar como resultado diferentes resultados, dado que la agrupación siempre empieza en el borde y sigue moviéndose en un

elemento de agrupación (en este caso dos campos). De este modo, de dos elementos de imagen adyacentes 156, 160 se obtienen como resultado dos elementos de agrupación diferentes. Esto tiene como consecuencia que, cuando esto se debe tener en cuenta en la optimización, con cada agrupación se obtendrían como resultado dos nuevas ramificaciones para el cálculo adicional. Dado que la agrupación se tendría que aplicar una vez a toda la imagen con un punto inicial arriba a la izquierda y una agrupación adicional con el punto inicial arriba a la izquierda más un píxel. En el cálculo adicional se tendrían que procesar entonces adicionalmente ambos resultados de agrupación por separado. En el caso de una segunda agrupación adicional se obtendrían como resultado de nuevo dos nuevas trayectorias, de modo que se tendrían que calcular cuatro resultados independientes. El resultado se compone a continuación de los cuatro resultados por píxeles de manera rotatoria a través de los resultados. Si solo se considera una trayectoria tras la agrupación, la imagen de salida sería más pequeña tras la segunda agrupación. La longitud y la anchura de la imagen de salida tendría entonces respectivamente solo 1/4 del tamaño de la imagen de entrada. En el caso de considerar todas las trayectorias resultaría aproximadamente el tamaño de la imagen de entrada.

Una diferencia adicional la representan las zonas de borde que faltan de las plantas. Dado que las características no se aplican a todos los elementos, al presentar algún solapamiento con la planta, existen en este caso diferencias de cálculo. Esto también puede variar el resultado de clasificación con respecto al cálculo convencional.

El cálculo que falta de los valores de característica fuera de la planta puede provocar en este sentido otros valores, dado que el resultado se identifica con cero, lo que, sin embargo, en realidad es el valor de sesgo.

Aunque estos tres factores influyen en los resultados, se muestra que la CNN es muy robusta y con ella los resultados todavía cumplen un valor de exactitud muy alto.

La siguiente etapa sería entrenar la red directamente con estas modificaciones, para que la red se pueda ajustar todavía mejor a su nuevo cálculo y, por consiguiente, compense posibles errores directamente en el cálculo.

El equipo de segmentación y de reducción de datos dota los píxeles en relación con la mala hierba de coordenadas posicionales.

Listado de números de referencia

10	sistema de portador
12	dron aéreo
12a	alojamiento, espacio de alojamiento del dron aéreo 12
12b	equipo de control del dron aéreo
14	dispositivo móvil
14a	primera unidad
14b	segunda unidad
14c	alojamiento para brazo de agarre en el dispositivo móvil 14
16	accionamiento
18	motor eléctrico
20	hélices
22	patas
24	batería
26a	interfaz de tensión en el dron aéreo 12
26b	interfaz de tensión en el dispositivo móvil 14
28	conexión enchufable
30	unidad de comunicación
32	antena
34	unidad de GPS
36a	interfaz en el dron aéreo 12
36b	interfaz en el dispositivo móvil 14
38	conexión enchufable
40	primera carcasa de la primera unidad 14a
42	segunda carcasa de la segunda unidad 14b
44	conexión enchufable
46	primer ordenador
48	brazo como actuador
50	motor
52	unidad de herramienta
54	unidad de avance
56	unidad de rotación
58	fresa
60	primera unidad de comunicación de la primera unidad 14a
62	unidad de detección visual

	64	cámara
	66	equipo de segmentación y de reducción de datos
	68	clasificador
	70a	interfaz de la primera unidad 14a
5	70b	interfaz de la segunda unidad 14b
	72	conexión de comunicación
	74	segunda unidad de comunicación de la segunda unidad 14b
	76	segundo ordenador
	78	base de datos
10	80	conexión enchufable
	82a	brazo de agarre, izquierda
	82b	brazo de agarre, derecha
	84	primera etapa: determinar las medidas necesarias
	86	segunda etapa: escoger el dispositivo móvil 14 de los dispositivos móviles disponibles 14
15	88	tercera etapa: conectar el dispositivo con el dron aéreo 12
	90	cuarta etapa: realizar las medidas necesarias
	92	quinta etapa: cambiar el dispositivo móvil 14 por otro dispositivo móvil 14 y realizar una medida adicional
	94	primera etapa: captación continua
	96	segunda etapa: transmisión de los datos
20	98	tercera etapa: almacenamiento de los datos
	100	cuarta etapa: comparación de datos
	102	quinta etapa: evaluación mediante el clasificador 68
	104	sexta etapa: transformación en datos técnicos de regulación y de control
	106	séptima etapa: puesta en marcha de los grupos
25	108	imagen de ejemplo, imagen de entrada
	110	planta
	112	convolución
	114	agrupación
	116	resumen en una capa densa
30	118	fondo
	120	primera etapa: pasar a un modelo de color RGB
	122	segunda etapa: transferir a un modelo de color HSV
	124	tercera etapa: evaluar la imagen HSV
	126	cuarta etapa: generar una imagen intermedia
35	128	primer caso, rojo
	130	segundo caso, amarillo
	132	tercer caso, azul
	134	característica
	136	píxel de planta, izquierda
40	138	píxel de planta, derecha
	140	zona azul
	142	zona púrpura
	144	zona roja
	146	zona naranja
45	148	característica, verde
	150	recuadro negro central
	152	planta de zanahoria
	154	mala hierba, hierbajo
	156	elemento de imagen, izquierda
50	158	marco rojo
	160	elemento de imagen, derecha

REIVINDICACIONES

1. Sistema de portador (10) con un portador (12) y un dispositivo móvil (14) con, como mínimo, un sensor (62) y una unidad de herramienta (52) para el procesamiento del suelo y/o para la manipulación de la flora y fauna, presentando el portador (12) un accionamiento (16) para mover el sistema de portador (10), un equipo de control (12b), una fuente de energía (24), que interactúa con el accionamiento (16) y pone a disposición la tensión necesaria para el funcionamiento, un alojamiento (12a) para el alojamiento y la conexión con el dispositivo móvil (14), una unidad de comunicación (30), una primera interfaz de comunicación (36a) que interactúa con la unidad de comunicación (30) para el intercambio de datos con el dispositivo móvil (14), que presenta una interfaz asociada (36b), así como una segunda interfaz de comunicación (32) que interactúa con la unidad de comunicación (30), que recibe, como mínimo, datos de control y los transmite al equipo de control (12b) para el movimiento predeterminado del portador (10), presentando el portador (12) y el dispositivo móvil (14) medios (12a, 14c, 82a, 82b) para la conexión a demanda entre sí y presentando el portador (12) un elemento de agarre (82a, 82b) y el dispositivo móvil (14) alojamientos (14c) asociados al elemento de agarre (82a, 82b), a través de los que el dispositivo (14) puede ser agarrado y está conectado de manera separable con el portador y estando configurado el portador (12) como vehículo aéreo no tripulado (dron aéreo), vehículo terrestre no tripulado, vehículo acuático no tripulado o vehículo subacuático no tripulado.
2. Sistema de portador, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la segunda interfaz de comunicación es una antena (32) para el intercambio de datos con un ordenador central, preferentemente estacionario, independiente del portador (12).
3. Sistema de portador, según la reivindicación 2, **caracterizado por que** la segunda interfaz de comunicación (32) también está configurada para un intercambio de datos con el dispositivo móvil (14) y el ordenador central.
4. Sistema de portador, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el portador (12) y el dispositivo móvil (14) presentan una conexión de tensión (26a, 26b), a través de la que se puede abastecer el dispositivo móvil (14) con tensión.
5. Sistema de portador, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el portador (12) y el dispositivo móvil (14) presentan medios de acoplamiento asociados entre sí (28, 72), a través de los que el dispositivo móvil (14) está conectado de manera separable con el portador (12).
6. Sistema de portador, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el portador presenta una unidad de GPS (34) para registrar las coordenadas de posición del portador (10).
7. Sistema de portador, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el dispositivo móvil (14) presenta el, como mínimo, un sensor (62) y la unidad de herramienta (52) con, como mínimo, una herramienta (58) accionada a motor, un actuador (48) para desplazar, como mínimo, la herramienta (58) de la unidad de herramienta (52), un motor (50) para accionar la unidad de herramienta (52) y/o del actuador (48), una base de datos (78), una primera unidad de comunicación (60, 74) con interfaz (70a, 70b; 36a, 36b) y un primer ordenador (46, 76) para controlar el motor (50), el sensor (62), la unidad de herramienta (52) y/o el actuador (48) debido a órdenes de control generadas, comparándose de manera continua los datos registrados a través del sensor (62) con los datos depositados en la base de datos (78), para generar señales de control correspondiente para el motor (50), el sensor (62), la unidad de herramienta (52), el actuador (48) y/o el portador (12).
8. Sistema de portador, según la reivindicación 7, **caracterizado por que** la comparación de datos en el dispositivo móvil (14) de los datos determinados mediante el sensor (62) con la base de datos (78) tiene lugar en tiempo real, en particular con una verificación y clasificación de los datos determinados mediante el sensor (62).
9. Sistema de portador, según la reivindicación 7 u 8, **caracterizado por que** el sensor del dispositivo móvil (14) es una unidad de detección (62) con una cámara (64).
10. Sistema de portador, según una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado por que** el dispositivo móvil (14) está configurado dividido en dos, estando previstos en una primera unidad (14a) el sensor (62), la unidad de herramienta (52), el motor (50) para accionar la unidad de herramienta (52) y/o el actuador (48), el actuador (48), el primer ordenador (46) y la primera unidad de comunicación (60) del dispositivo (14) con interfaz (70a) y estando previstos en la segunda unidad (14b) la base de datos (78), un segundo ordenador (76) y una segunda unidad de comunicación (74) del dispositivo (14) con interfaz (36b, 70b), pudiéndose conectar entre sí la primera unidad (14a) y la segunda unidad (14b) a través de las dos interfaces (70a, 70b) para el intercambio de datos.
11. Sistema de portador, según la reivindicación 10, **caracterizado por que** la primera unidad (14a) comprende una primera carcasa (40) y la segunda unidad (14b) una segunda carcasa (42).
12. Sistema de portador, según la reivindicación 11, **caracterizado por que** la primera y la segunda carcasa (40, 42) están conectadas entre sí de manera separable a través de una conexión enchufable (44, 80).

- 5 13. Sistema de portador, según una de las reivindicaciones 7 a 12, **caracterizado por que** la unidad de herramienta (52) del dispositivo móvil (14) presenta, como mínimo, una unidad de avance (54) y una unidad de rotación (56), que interactúan con el motor (50).
14. Sistema de portador, según la reivindicación 13, **caracterizado por que** la unidad de rotación (56) presenta en un extremo distal, como mínimo, la herramienta (58), en particular una fresa o una unidad de cuchilla.
- 10 15. Sistema de portador, según una de las reivindicaciones 10 a 14, **caracterizado por que** la conexión de tensión (26b) está prevista en la primera unidad (14a) y a través de esta la primera unidad (14a) así como la segunda unidad (14b) están abastecidas con tensión.
- 15 16. Sistema de portador, según una de las reivindicaciones 10 a 15, **caracterizado por que** la interfaz (36b) asociada al portador (12) está dispuesta para el intercambio de datos del dispositivo móvil (14) en la segunda unidad (14b).
- 20 17. Sistema de portador, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** están previstos varios dispositivos móviles diferentes (14), estando dispuesto respectivamente solo un dispositivo móvil (14) en el alojamiento (12a).
- 25 18. Sistema de portador, según la reivindicación 17, **caracterizado por que** los dispositivos móviles (14) presentan diferentes sensores (62) y/o unidades de herramienta (52).
19. Procedimiento para la regulación en tiempo real del procesamiento del suelo y/o de la manipulación de flora y fauna mediante el sistema de portador (10), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, con las siguientes etapas:
- 30 - determinar las medidas necesarias;
- realizar las medidas necesarias.
- 35 20. Procedimiento, según la reivindicación 19, con un sistema de portador según la reivindicación 17, **caracterizado por que** entre la determinación de las medidas necesarias y la realización de las medidas necesarias se realizan además las siguientes etapas:
- escoger un dispositivo móvil (14) de los dispositivos disponibles (14);
- conectar el dispositivo (14) con un portador (12).
- 40 21. Procedimiento, según la reivindicación 19 a 20, **caracterizado por que** el dispositivo móvil (14) se cambia, tras realizar la medida, por otro dispositivo móvil (14) y se realiza una medida adicional.
- 45 22. Procedimiento, según una de las reivindicaciones 19 a 21, **caracterizado por que** la determinación de las medidas necesarias mediante el dispositivo móvil (14) se realiza tal como sigue:
- a. captación continua en el tiempo de vóxeles y/o píxeles y/o imágenes definidos mediante técnica de datos mediante un sensor (62) del dispositivo móvil (14);
- 50 b. transmisión de los datos captados a una base de datos (78);
- c. almacenamiento de los datos captados en la base de datos (78);
- d. comparación de datos cualitativa de los datos captados con los datos depositados en la base de datos (78), preferentemente con realización de una segmentación, reducción de datos y/o de una verificación de los datos captados mediante un ordenador (46, 76);
- 55 e. evaluación de los datos captados comparados con conjuntos de datos definidos existentes en la base de datos (78) mediante un clasificador (68) en conjunción con el ordenador (46, 76);
- 60 f. procesamiento y transformación de la evaluación mediante el ordenador (46, 76) en datos técnicos de regulación y de control para un motor (50), un actuador (48), una unidad de herramienta (52) y/o un portador (12).
- 65 23. Procedimiento, según una de las reivindicaciones 19 a 22, **caracterizado por que** la realización de las medidas necesarias tiene lugar basándose en la transformación de la evaluación mediante el ordenador (46, 76) en datos técnicos de regulación y/o de control para el motor (50), el actuador (48), la unidad de herramienta (52) y/o el

portador (12) y mediante la puesta en marcha del motor (50), del actuador (48), de la unidad de herramienta (52) y/o del portador (12) para el procesamiento del suelo y/o para la manipulación de flora y fauna.

- 5 24. Procedimiento, según la reivindicación 22 o 23, **caracterizado por que** la evaluación se realiza en un ordenador (46, 76) que interactúa con el clasificador (68), en particular en el segundo ordenador (76), y el procesamiento y transformación de la evaluación en datos técnicos de regulación y/o de control en otro ordenador (46, 76), en particular en el primer ordenador (46), para lo que la evaluación se transmite desde un ordenador (46, 76) al otro ordenador (46, 76).
- 10 25. Procedimiento, según una de las reivindicaciones 22 a 23, **caracterizado por que** el almacenamiento, la comparación de datos cualitativa de los datos captados con datos depositados en la base de datos (78) y/o la evaluación mediante el clasificador (68) se asisten mediante inteligencia artificial.
- 15 26. Procedimiento, según una de las reivindicaciones 19 a 25, **caracterizado por que** durante la comparación de datos se transmiten los datos captados a la unidad de segmentación y de reducción de datos (66), que genera imágenes intermedias.
- 20 27. Procedimiento, según la reivindicación 26, **caracterizado por que** tras la generación de las imágenes intermedias estas se transmiten al clasificador (68), que evalúa las imágenes intermedias generadas mediante imágenes definidas existentes y conjuntos de datos en la base de datos (78) en actuación conjunta con el ordenador (46, 76).
- 25 28. Procedimiento, según la reivindicación 26 o 27, **caracterizado por que** en la unidad de segmentación y de reducción de datos (66) para la generación de las imágenes intermedias se realizan sucesivamente las siguientes etapas:
 - a. cada imagen transmitida de varios píxeles se pasa al modelo de color RGB (rojo, verde, azul);
 - 30 b. cada píxel de la imagen transmitida basado en el modelo de color RGB se transfiere a un modelo de color HSV (tono, saturación, valor);
 - c. cada píxel basado en el modelo de color HSV se evalúa en cuanto a la saturación de color (saturación) mediante un valor umbral, asociándose, cuando el valor de la saturación de color supera un valor umbral, el píxel al valor binario "1", y asociándose, cuando el valor de la saturación de color queda por debajo de un valor umbral,
35 el píxel al valor binario "0";
 - d. preferentemente en paralelo con la etapa que se acaba de mencionar se evalúa cada píxel basado en el modelo de color HSV en cuanto al ángulo de color (tono) mediante un rango predeterminado, asociándose, cuando el ángulo de color se encuentra en el rango predeterminado, el píxel al valor binario "1", y asociándose, cuando el ángulo de color se encuentra fuera del rango, el píxel al valor binario "0";
40
 - e. a partir de las informaciones binarias del ángulo de color y de la saturación de color se genera la primera imagen intermedia, que contiene considerablemente menos datos que la imagen generada por la cámara (64).
- 45 29. Procedimiento, según una de las reivindicaciones 19 a 28, **caracterizado por que** en la unidad de segmentación y de reducción de datos (66) se generan campos de píxeles a partir de los píxeles de la imagen intermedia.
- 50 30. Procedimiento, según una de las reivindicaciones 19 a 29, **caracterizado por que** el equipo de segmentación y de reducción de datos (66) dota los píxeles de coordenadas posicionales.
- 55 31. Procedimiento, según una de las reivindicaciones 19 a 30, **caracterizado por que** el clasificador (68) lleva a cabo la clasificación con ayuda de una red neuronal artificial.
32. Procedimiento, según la reivindicación 31, **caracterizado por que** la red neuronal artificial está formada por una red neuronal convolucional (CNN).

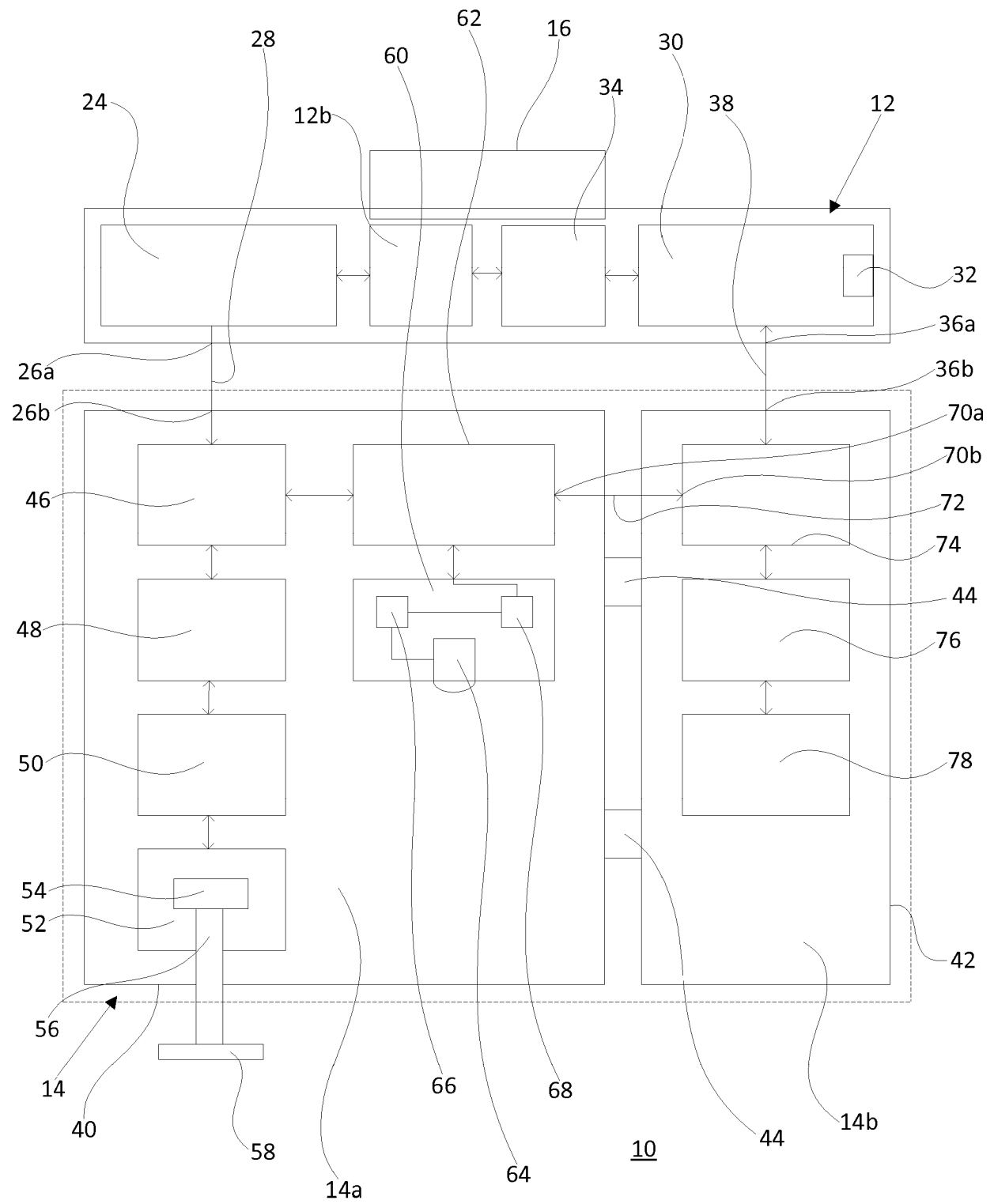


Fig. 1

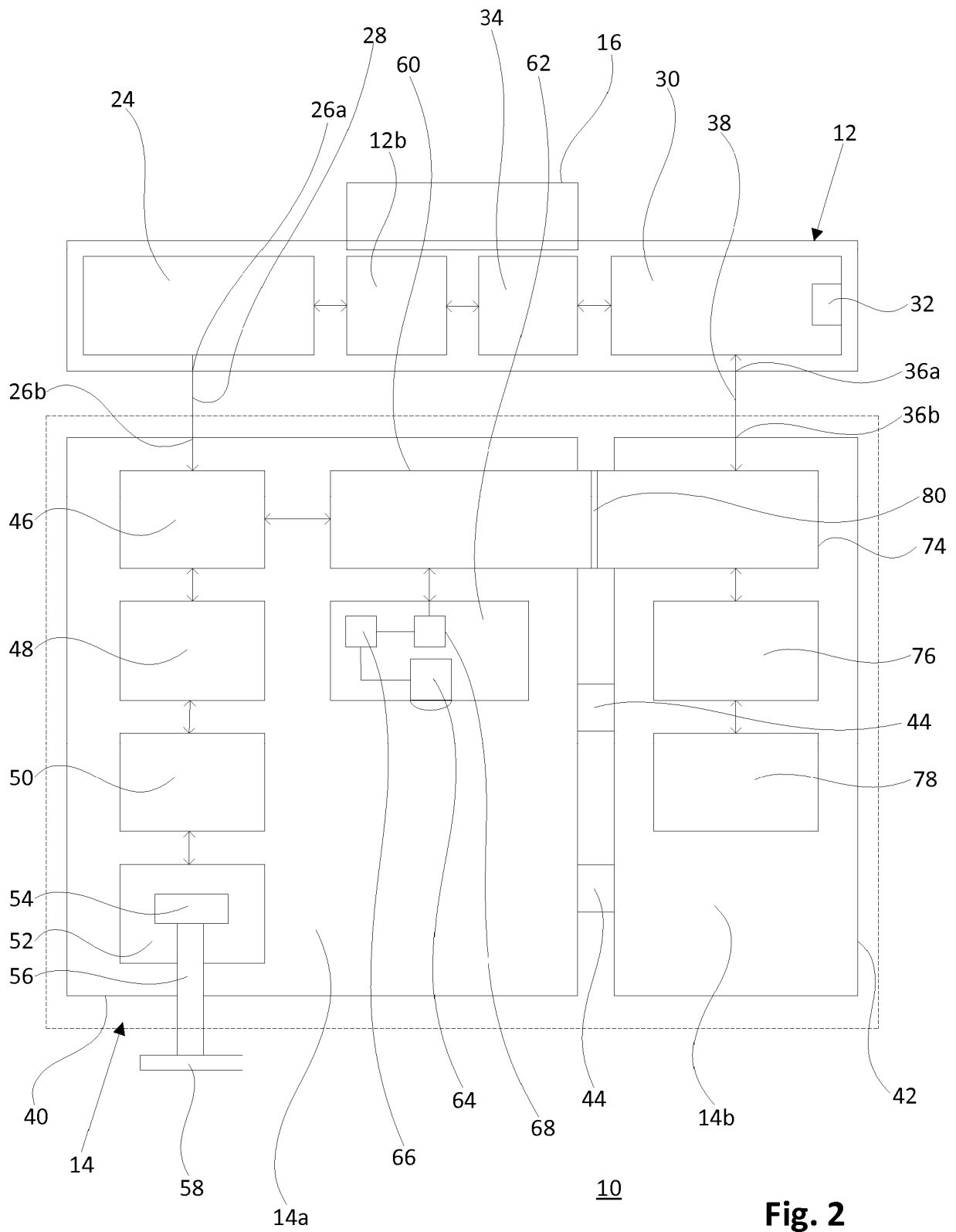


Fig. 2

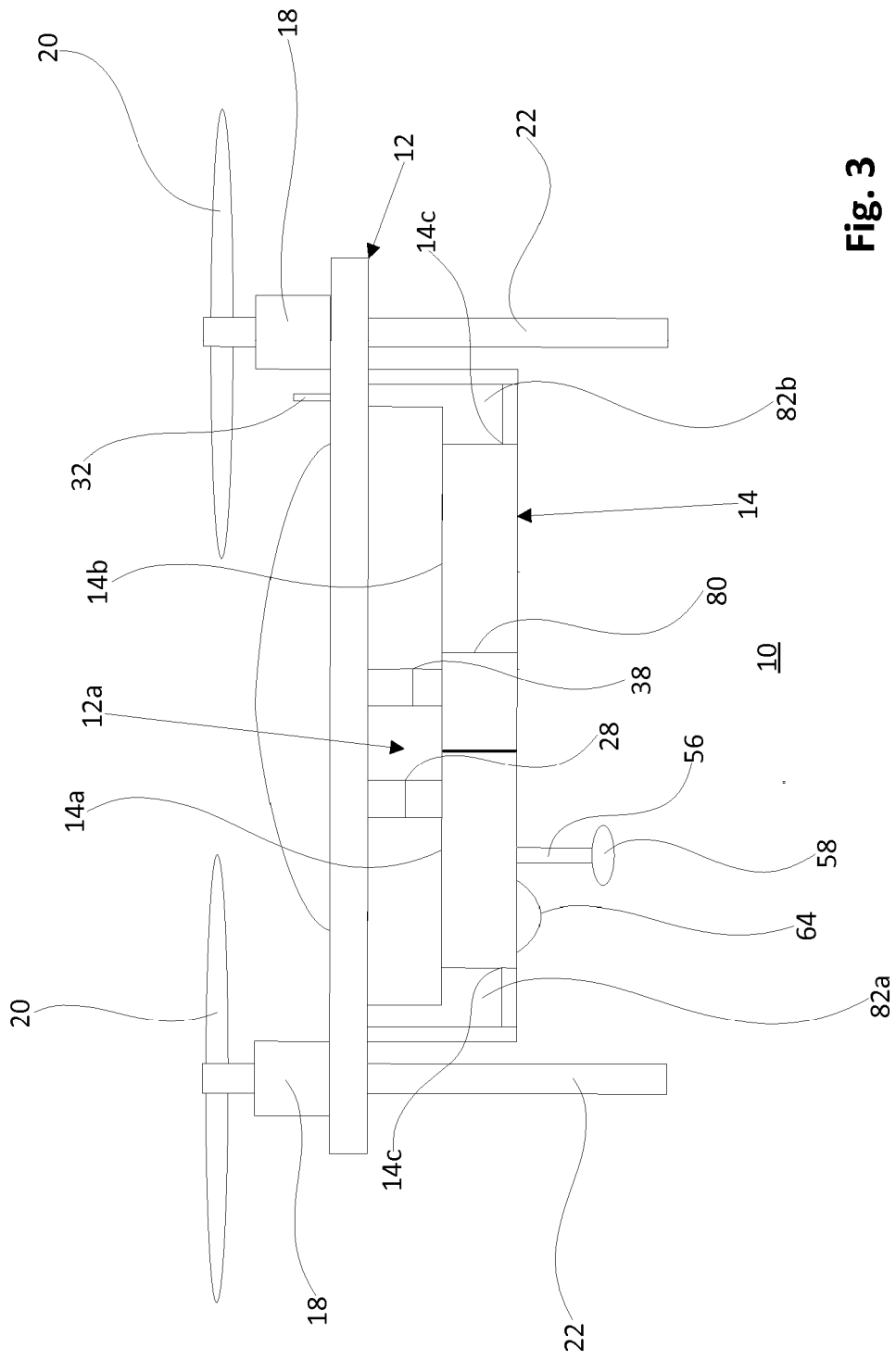


Fig. 3

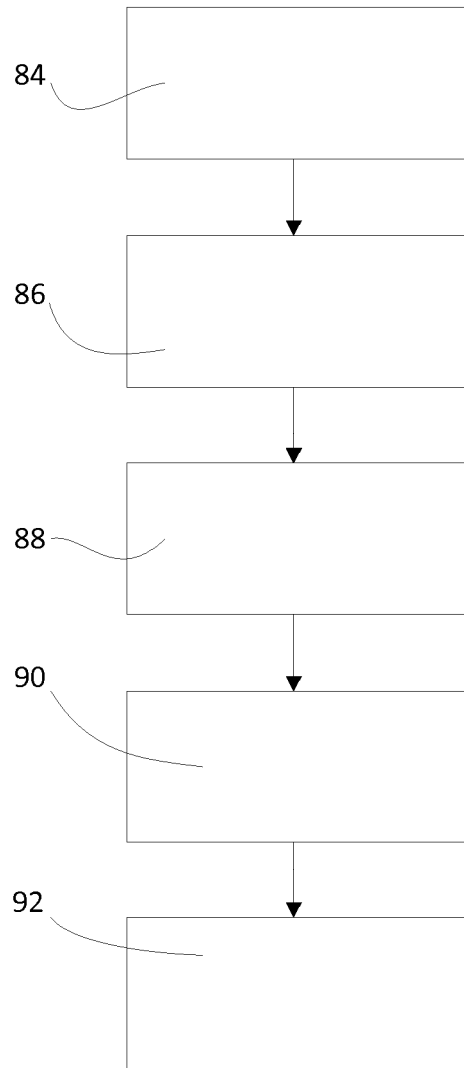


Fig. 4

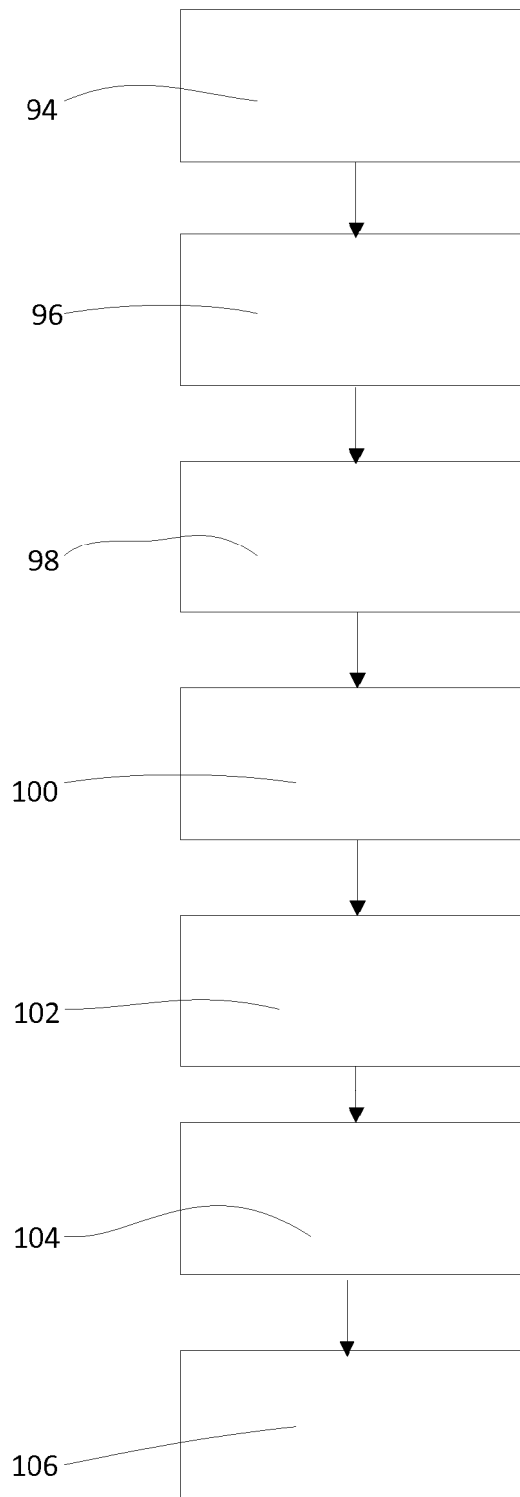


Fig. 5

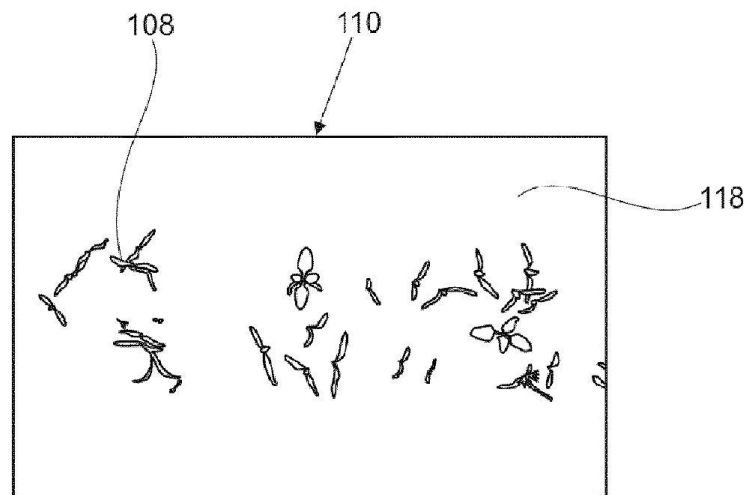


Fig. 6

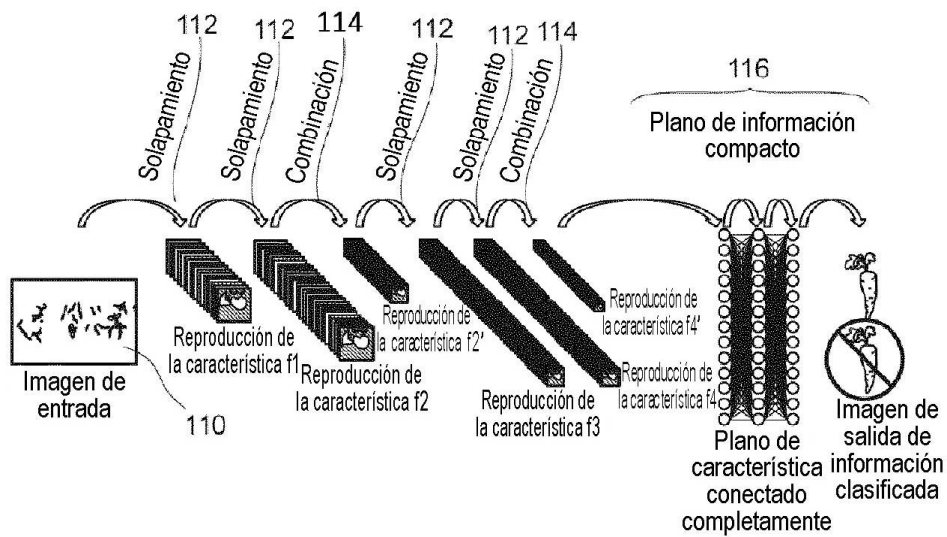


Fig. 7

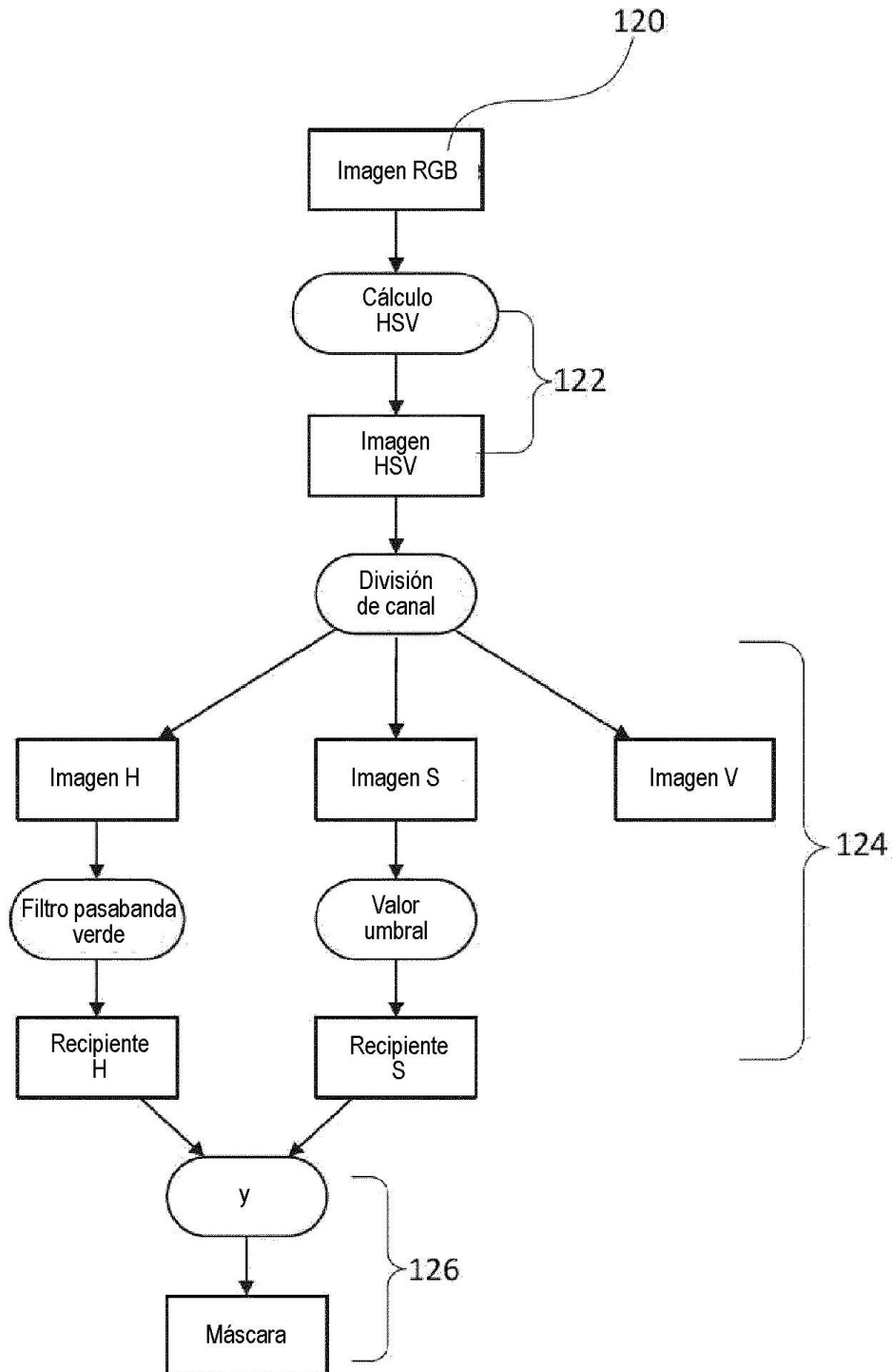


Fig. 8

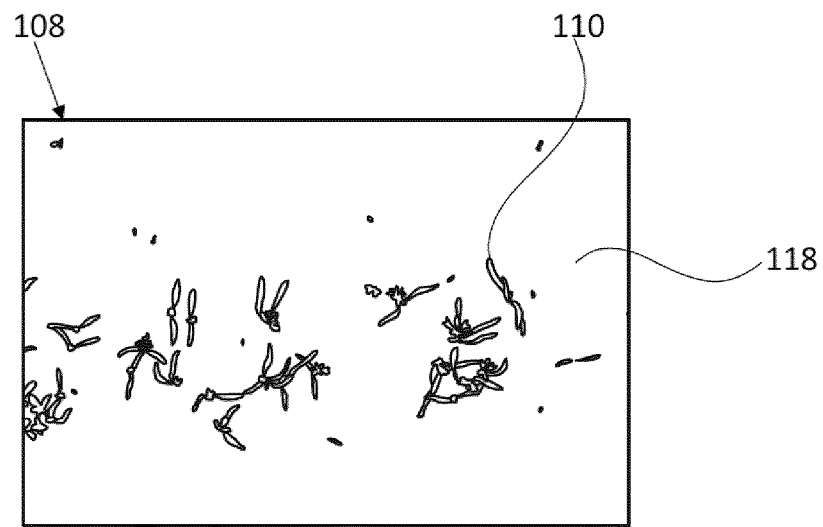


Fig. 9

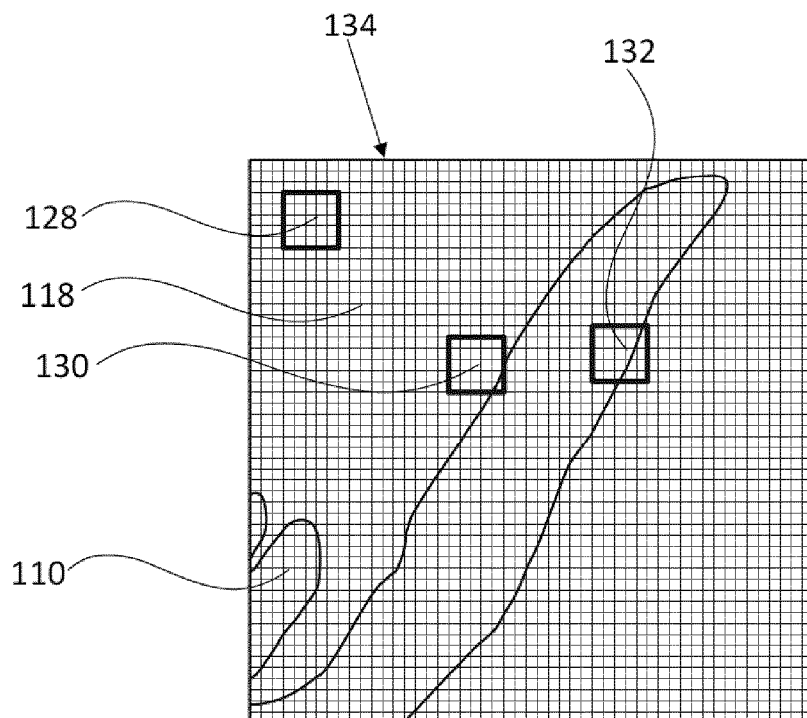
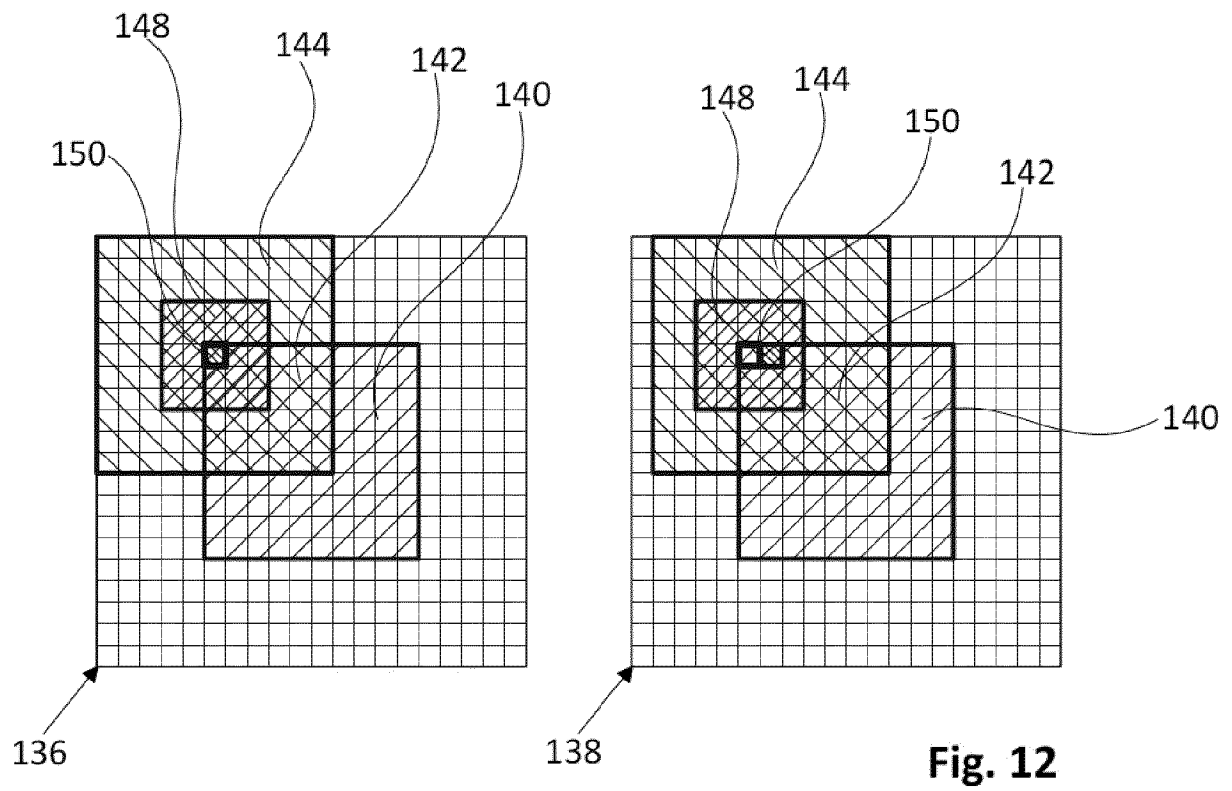
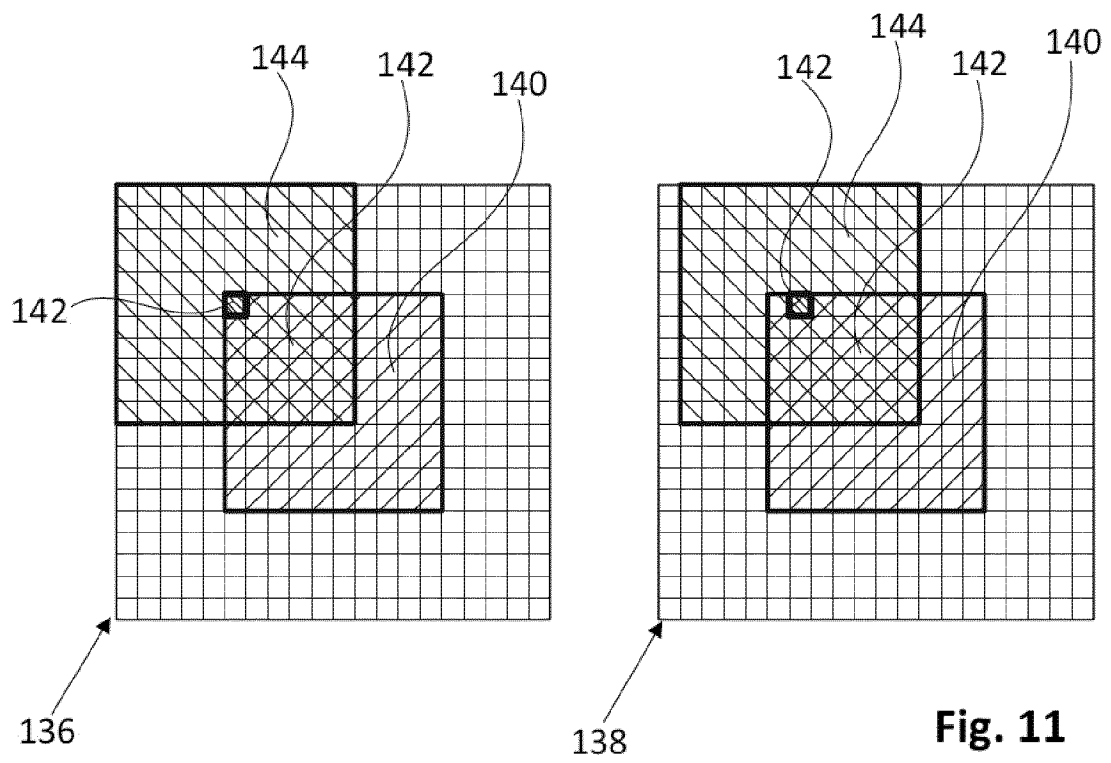


Fig. 10



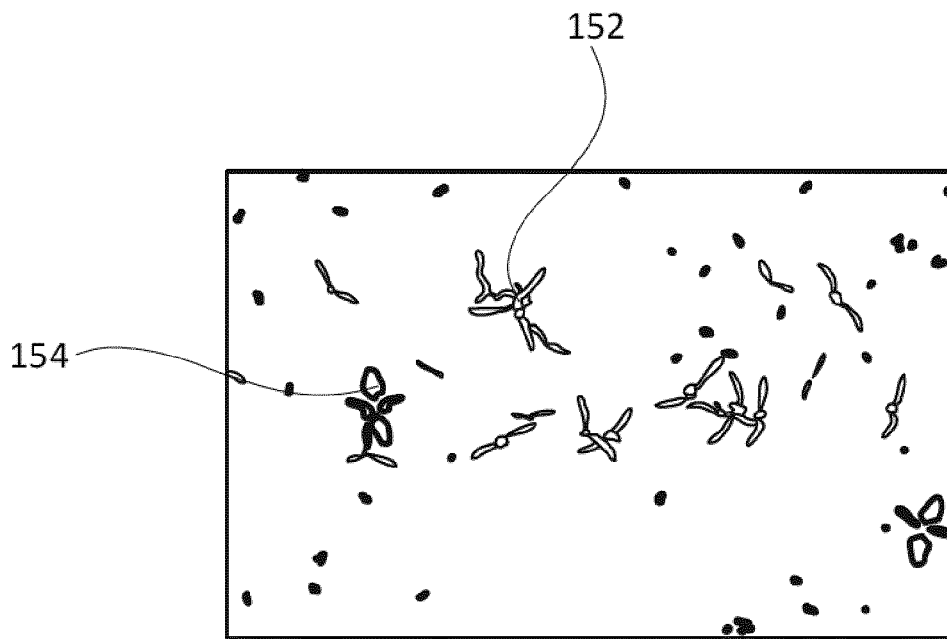


Fig. 13

2	24	41	32	22	9
99	23	42	65	7	30
1	5	0	13	2	42
15	1	8	0	2	33
14	20	35	24	32	4
33	0	5	65	54	32

42	65
35	32

2	24	41	32	22	9
99	23	42	65	7	30
1	5	0	13	2	42
15	1	8	0	2	33
14	20	35	24	32	4
33	0	5	65	54	32

65	42
35	33

Fig. 14

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.

Documentos de patentes citados en la descripción

- DE 4039797 A1
- DE 102015209879 A1
- DE 102015209891 A1
- DE 102015209888 A1
- DE 102013222776 A1
- DE 102005050302 A1
- DE 102008009753 B3
- DE 202016212623 A1
- WO 2018033925 A1

Literatura no patente citada en la descripción

- **VERÖFFENTLICHTUNG DJI.** *MG Spreading System User Guide v1.0*, 30. März 2018, [http://dl.dicdn.com/downloads/mq_1s/20180330/MG Spreading System User Guide v1.0 Multi. pdf](http://dl.dicdn.com/downloads/mq_1s/20180330/MG_Spreading_System_User_Guide_v1.0_Multi.pdf)
- **VERÖFFENTLICHTUNG DJI.** *AGRAS MG-1S User Manual*, 17. Oktober 2017, [https://dl.dicdn.com/downloads/mg_1s/20171017/MG-1S_MG-1S RTK User Manual v1.0_EN.pdf](https://dl.dicdn.com/downloads/mg_1s/20171017/MG-1S_MG-1S_RTK_User_Manual_v1.0_EN.pdf)
- **KNOLL FLORIAN J et al.** CPU architecture for fast and energy-saving calculation of convolution neural networks. *PROCEEDINGS OF SPIE; [PROCEEDINGS OF SPIE]*, 26. Juni 2017, vol. 10524, ISSN 0277-786X, ISBN 978-1-5106-1533-5, 103351M-103351M