

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 930 548**

21 Número de solicitud: 202130503

51 Int. Cl.:

G06T 7/62 (2007.01)

G06K 9/00 (2012.01)

G06T 7/10 (2007.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

02.06.2021

43 Fecha de publicación de la solicitud:

15.12.2022

71 Solicitantes:

**CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS (CSIC) (70.0%)**

C/ Serrano, 117

28006 MADRID (Madrid) ES y

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA (30.0%)

72 Inventor/es:

PEÑA BARRAGÁN, José Manuel;

DE CASTRO MEGÍAS, Ana Isabel y

LIMA CUETO, Francisco Javier

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

54 Título: **MAPEO DE SURCOS DE LABOREO**

57 Resumen:

Se proporcionan métodos de mapeo de los surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas a partir de imágenes aéreas que incluyen una imagen aérea de al menos una parte de uno o más campos agrícolas, la imagen aérea incluye objetos segmentados como resultado de un proceso de segmentación de objetos, dicha imagen aérea siendo una imagen dividida o no dividida, en el caso de ser una imagen dividida incluyendo estas porciones de imagen como resultado de un proceso de división de la imagen. Estos métodos de mapeo comprenden la identificación de objetos alargados correspondientes a aquellos objetos segmentados que tienen una relación Longitud/Ancho (L/A) por encima de un umbral L/A predefinido. Dichos métodos de mapeo comprenden además determinar segmentos de surcos de laboreo basados en los objetos alargados identificados y generar un mapa de surcos de laboreo basado en los segmentos de surcos de laboreo determinados. También se proporcionan programas de ordenador y sistemas que son adecuados para realizar dichos métodos de mapeo.

ES 2 930 548 A1

DESCRIPCIÓN

Mapeo de surcos de laboreo

Esta invención se refiere a métodos de detección y mapeo (en su conjunto, métodos cartográficos) de surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas a partir de
5 imágenes aéreas que incluyen una imagen aérea de al menos parte de uno o más campos agrícolas. La presente invención se refiere además a programas de ordenador y sistemas que son adecuados para realizar dichos métodos.

ANTECEDENTES

10 El laboreo es una de las principales tareas agrícolas que puede provocar un progresivo movimiento del suelo y, en consecuencia, una grave erosión en terrenos en pendiente con un alto impacto en la productividad de los cultivos, la calidad del suelo y las características del paisaje. Los gobiernos y las administraciones públicas reconocen la necesidad de controlar las operaciones de laboreo para una mejor
15 conservación del suelo en zonas vulnerables.

Por ejemplo, Drzewiecki (2008) utilizó datos espaciales digitales disponibles (imágenes aéreas o de satélite) y un entorno SIG para definir los límites de las parcelas y aplicó un criterio de coincidencia perpendicular entre las direcciones
20 principales del borde más largo de la parcela y el aspecto de la pendiente para identificar las parcelas con laboreo de contorno en una zona del sur de Polonia. Este procedimiento se automatizó posteriormente para su aplicación en regiones más amplias mediante la aplicación del análisis de imágenes basado en objetos (OBIA) (Drzewiecki et al., 2014) y se implementó en diversos tipos de suelo y formas del
25 terreno mediante el uso de datos de luz láser (LIDAR) y herramientas SIG (Božek et al., 2016). Sin embargo, este método solo es válido bajo supuestos muy concretos en los que las parcelas se cultiven siguiendo su borde más largo, lo que no es común en el caso del laboreo mecanizado y/o en parcelas cuadradas con todos los bordes de longitud similar (Božek et al., 2016). Aplicando otros criterios, Panagos et
30 al. (2015) estimaron las superficies de laboreo de contorno a nivel europeo utilizando el Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de 25 m de resolución y asumiendo que los agricultores aplican correctamente las Buenas Condiciones Agrícolas y Medioambientales (BCAM) definidas en la Política Agrícola Común (PAC) con el objetivo de lograr una agricultura sostenible. Sin embargo, este enfoque tiene la
35 debilidad de ignorar el hecho de que el control y el seguimiento efectivos del cumplimiento de las BCAM a menudo se ven obstaculizados por problemas técnicos y metodológicos (Lima et al., 2019).

Debido a lo anterior, sigue siendo necesario un mecanismo para la cartografía efectiva y masiva de los patrones de laboreo a escala de parcela y/o escala regional que supere las limitaciones inherentes a los métodos antes mencionados.

5

El objeto de la presente invención es, por tanto, proporcionar nuevos métodos, programas informáticos y sistemas que permitan un mapeo efectivo y masivo de los patrones de laboreo a escala de campo y/o escala regional.

10 **EXPLICACIÓN DE LA INVENCION**

En la presente invención se proporcionan métodos de mapeo de surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas a partir de imágenes aéreas que incluyen una imagen aérea de al menos parte de uno o más campos agrícolas, la imagen aérea incluyendo objetos segmentados como resultado de un proceso de segmentación de la imagen, dicha imagen aérea siendo una imagen dividida o no dividida, en el caso de ser una imagen dividida incluyendo esta porciones de imagen como resultado de un proceso de división de imágenes. Estos métodos de mapeo comprenden la detección e identificación de objetos alargados correspondientes a aquellos objetos segmentados que tienen una relación Longitud/Anchura (L/A) por encima de un umbral L/A predefinido. Los métodos de mapeo comprenden además la determinación de segmentos de surcos de laboreo basados en los objetos alargados identificados y la generación de un mapa de laboreo basado en los segmentos de surcos de laboreo determinados.

Los métodos de mapeo propuestos permiten detectar y cartografiar los surcos de laboreo en grandes extensiones de campos agrícolas y monitorear de manera efectiva y masiva los patrones de laboreo a escala de parcela y/o regional. Cuando se obtiene el mapa correspondiente, se puede comprobar la idoneidad del trazado de los surcos de laboreo en el campo a gran escala. Los términos "imágenes aéreas" e "imagen aérea" se utilizan aquí para indicar las imágenes tomadas desde plataformas aéreas o a una altura significativa en los campos agrícolas que se van a supervisar. Las imágenes aéreas pueden tomarse desde cualquier vehículo aéreo conocido como, por ejemplo, vehículos aéreos no tripulados o drones. Las imágenes tomadas desde gran altura por una cámara montada en un poste alto en el campo también se consideran imágenes aéreas en el sentido de que cubren grandes extensiones de campo. Los experimentos llevados a cabo por los inventores han demostrado que la detección de surcos de laboreo basada en la identificación de

objetos alargados en función de su relación L/A proporciona suficiente precisión para supervisar los campos agrícolas en el sentido expresado.

5 La expresión "surco de laboreo" se utiliza aquí para indicar un surco o una cresta o un par surco-cresta causados por el laboreo del campo. Se sabe que, en los campos agrícolas, un surco de laboreo está dispuesto entre crestas de laboreo adyacentes y viceversa, es decir, una cresta de laboreo está dispuesta entre surcos de laboreo adyacentes. Por lo tanto, se asume aquí que las expresiones "surco de laboreo", "caballón de laboreo", "cresta de laboreo" y "par surco-cresta de laboreo" son
10 equivalentes entre sí en el contexto de la presente invención.

Los métodos de mapeo pueden comprender además la realización del proceso de división para obtener la imagen aérea dividida en porciones de imagen, y/o la realización del proceso de segmentación de objetos para obtener la imagen aérea
15 con objetos segmentados, basándose en alguna técnica de segmentación de objetos conocida o preexistente.

Según algunas implementaciones, las porciones de imagen (en las que se puede dividir la imagen aérea) pueden ser porciones de imagen cuadradas y/o pueden
20 tener un tamaño o tamaños predefinidos. Esto permite procesar las porciones de imagen como se sugiere en el presente documento de manera más fácil y eficiente en comparación con las reglas de partición menos comunes aunque, de hecho, se puede utilizar cualquier partición en el contexto técnico de la presente invención.

25 En algunos ejemplos, la determinación de los segmentos de surco de laboreo puede comprender la determinación, en cada porción de imagen, del objeto alargado con la mayor relación L/A en la porción de imagen como objeto alargado de referencia, y los otros como objetos alargados de no-referencia, junto con la determinación, en cada porción de imagen, de los segmentos de surco de laboreo realizando un
30 proceso de fusión entre el objeto alargado de referencia y los objetos alargados de no-referencia en la porción de imagen. Este enfoque de fusión permite mejorar la precisión de la detección de los surcos de laboreo.

La expresión "por porción de imagen" se utiliza aquí para indicar que el proceso, la
35 acción o la operación correspondientes se realizan en una de las porciones de la imagen, en otra, en otra más, etc. Este enfoque uno a uno no significa necesariamente que el proceso, la acción o la operación correspondientes se

realicen en todas las porciones en las que se ha dividido la imagen aérea. Por ejemplo, la imagen aérea puede ser dividida en un número N de porciones, pero sólo M ($< N$) de ellas pueden ser procesadas, con resultados de mapeo igualmente buenos como en el caso de que todas las porciones de la imagen fueran procesadas. Además, en este enfoque uno a uno, las porciones de la imagen pueden procesarse en serie, o en paralelo, o en una combinación de ellas.

En los métodos de mapeo de ejemplo, el proceso de fusión puede ser un proceso iterativo de fusión en el que cada iteración comprende la generación de un objeto alargado compuesto mediante la fusión del objeto alargado de referencia con dos o más de los objetos alargados de no-referencia en la porción de imagen, verificando si el objeto alargado compuesto tiene una relación L/A mayor que la relación L/A del objeto alargado de referencia y, en dicho caso, determinando el objeto alargado compuesto como segmento de surco de laboreo. El término "segmento de surco de laboreo" se utiliza aquí para indicar la parte de un surco de laboreo que cae dentro de la porción de imagen correspondiente. Este enfoque de fusión iterativa puede refinar aún más la detección del surco de laboreo al fusionar el objeto alargado de referencia con otros objetos alargados (de no-referencia) dentro de la porción de imagen. Se pueden seleccionar diferentes objetos alargados de no-referencia en cada una de las iteraciones hasta que se haya verificado que todos los objetos alargados de no-referencia forman (o no) un objeto alargado compuesto que es más largo que el objeto alargado de referencia. Este enfoque de fusión iterativa puede, por tanto, proporcionar resultados aún más precisos en la detección de surcos de laboreo a partir de las imágenes aéreas.

Según algunas implementaciones, la determinación de los segmentos de surco de laboreo puede comprender además el cálculo de una dirección de los segmentos de surco de laboreo determinados. Este cálculo de la dirección puede incluir la división, sobre la base de cada porción de imagen, de la porción de imagen en una pluralidad de subporciones, de tal manera que los pasos o acciones u operaciones subsiguientes dirigidas al cálculo de la dirección pueden realizarse sobre la base de cada porción o subporción de imagen. El cálculo de la dirección puede incluir el cálculo, sobre la base de cada porción o subporción de imagen, de una dirección media de los segmentos de surco de laboreo en la porción o subporción de imagen. Dicho cálculo de dirección puede incluir además la asignación, por cada porción o subporción de imagen, de un valor de dirección media a la porción o subporción de imagen en la que no se ha detectado ningún segmento de surco de laboreo. En caso

de que el resultado del cálculo de la dirección media sea negativo o falso, podrá calcularse un promedio de las direcciones de las porciones o subporciones de imagen vecinas a la porción o subporción de imagen.

5 La expresión "por subporción" se utiliza aquí para indicar que el proceso, la acción o la operación correspondiente se realiza en una de las subporciones, en otra, en otra más, etc. Este enfoque uno a uno no significa necesariamente que el proceso, la acción o la operación correspondientes se realicen en todas las subporciones en las que se ha dividido la porción de imagen correspondiente. Por ejemplo, una porción
10 de imagen determinada puede dividirse en un número N de subporciones, pero sólo M ($< N$) de ellas pueden procesarse, con resultados de mapeo igualmente buenos que en el caso de que se procesaran todas las subporciones de la porción de imagen. Además, en este enfoque uno a uno, las subporciones pueden ser procesadas en serie, o en paralelo, o en una combinación de ellas.

15 En algunas implementaciones, los métodos de mapeo pueden comprender además la obtención de un Modelo Digital del Terreno (MDT) y un Modelo Digital de Superficie (MDS) a partir de las imágenes aéreas o sobre la base de las mismas, la determinación de una capa ráster de alturas mediante una operación de resta del
20 MDT al MDS, y la identificación, sobre la base de la capa ráster de alturas, de los objetos arbóreos correspondientes a aquellos objetos segmentados que tengan una altura superior a un umbral de altura predefinido. Los objetos arbóreos identificados pueden excluirse de la cartografía de los surcos de laboreo. Este descarte de objetos arbóreos puede evitar falsas detecciones de surcos de laboreo, ya que un objeto que
25 probablemente sea un árbol debido a su altura puede llevar a designar o clasificar un objeto como surco de laboreo erróneamente si tiene forma alargada. De esta manera, el mapeo de los surcos de laboreo puede ser mucho más preciso y eficiente, ya que los objetos altos se descartan como objetos alargados y, en consecuencia, se evita la detección de falsos positivos.

30 Los métodos de mapeo pueden comprender además el cálculo, por cada porción de imagen, del brillo medio de los objetos segmentados en la porción de imagen y la designación de dicho brillo medio como umbral de brillo de la porción de imagen. Los objetos de sombra pueden entonces ser identificados, en base a cada porción de
35 imagen, como aquellos objetos segmentados en la porción de imagen con un brillo por debajo del umbral de brillo de la porción de imagen en una cantidad o proporción predefinida. Los objetos de sombra identificados pueden ser excluidos del mapeo de

los surcos de laboreo. Este descarte de los objetos de sombra también puede proporcionar más precisión y eficiencia al mapeo de los surcos de laboreo por razones iguales o similares a las sugeridas anteriormente para los objetos arbóreos.

- 5 En algunas implementaciones, los métodos de mapeo pueden comprender además la obtención, basada en las imágenes aéreas, de una capa ráster de aspecto de la pendiente del terreno de uno o más campos agrícolas, y la generación de un mapa de laboreo de contorno basado en el mapa de surcos de laboreo generado y la capa ráster de aspecto obtenida de la pendiente del terreno de uno o más campos
10 agrícolas. Por ejemplo, la generación del mapa de laboreo de contorno puede incluir la determinación de áreas de laboreo de contorno correspondientes a áreas del mapa de surcos de laboreo cuyos surcos de laboreo están dentro de un rango de perpendicularidad con respecto a la pendiente del terreno en dicha área, de acuerdo con la capa ráster de aspecto de la pendiente del terreno. Al generar el mapa de
15 laboreo de contorno se puede verificar automáticamente si los surcos de laboreo están (más o menos) correctamente trazados en el campo teniendo en cuenta la pendiente del terreno en esa parte del campo. En particular, cuanto más perpendiculares se tracen los surcos de laboreo con respecto a la pendiente del terreno, más eficaces se pueden considerar los surcos de laboreo desde un punto de
20 vista de conservación del suelo y de control de la erosión.

En otro aspecto de la presente invención se proporcionan programas de ordenador que comprenden instrucciones de programa para hacer que un ordenador o sistema informático realice cualquiera de los métodos de mapeo de surcos de laboreo en uno
25 o más campos agrícolas siguiendo lo indicado en el presente documento. Estos programas de ordenador pueden ser incorporados en un medio de almacenamiento o transportados en una señal portadora. Dado que estos programas de ordenador son adecuados para realizar métodos de mapeo de surcos de laboreo en campos agrícolas de acuerdo con la presente invención, los mismos principios y ventajas
30 atribuidos a tales métodos pueden ser aplicables a dichos programas de ordenador.

Por otro lado, se proporcionan sistemas para mapear los surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas a partir de imágenes aéreas que incluyen una imagen aérea de al menos una parte de uno o más campos agrícolas, la imagen aérea incluye
35 objetos segmentados como resultado de un proceso de segmentación de objetos, y la imagen aérea es una imagen dividida o no dividida, la imagen dividida incluye porciones de imagen como resultado de un proceso de división de la imagen. Estos

sistemas de mapeo comprenden un módulo identificador, un módulo determinante y un módulo de mapeo. El módulo identificador está configurado para identificar objetos alargados correspondientes a aquellos objetos segmentados que tienen una relación L/A por encima de un umbral L/A predefinido. El módulo determinante está configurado para determinar segmentos de surco de laboreo basados en los objetos alargados identificados. El módulo de mapeo está configurado para generar un mapa de surcos de laboreo basado en los segmentos de surcos de laboreo determinados. Dado que estos sistemas son adecuados para realizar métodos de mapeo de surcos de laboreo en campos agrícolas de acuerdo con la presente invención, los mismos principios y ventajas atribuidos a dichos métodos pueden ser aplicables a estos sistemas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación, se describirán ejemplos no limitantes de la presente invención, con referencia a las figuras incluidas, en las cuales:

La figura 1 muestra representaciones esquemáticas de sistemas para mapear surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas, según ejemplos.

La figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra esquemáticamente los métodos de mapeo de surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas, según ejemplos de realización de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE EJEMPLOS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

En estas figuras se han utilizado los mismos signos de referencia para designar o indicar elementos iguales o similares.

La figura 1 ilustra los sistemas 100 para mapear los surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas 102. Estos sistemas cartográficos o de mapeo 100 pueden comprender un módulo de imágenes 101, un módulo divisor 102, un módulo de segmentación 103, un módulo identificador 104, un módulo determinante 105 y un módulo de mapeo 106.

El módulo de imágenes 101 puede estar configurado para obtener imágenes aéreas 107 que incluyan una imagen aérea de al menos una parte de uno o más campos agrícolas. El módulo de imágenes 101 puede no existir en el sistema de mapeo 100

si las imágenes aéreas 107 a procesar no son obtenidas por el sistema 100 porque, por ejemplo, ya están presentes en el sistema 100. El módulo divisor 102 puede estar configurado para dividir la imagen aérea en una pluralidad de porciones de imagen. El módulo divisor 102 puede no existir en el sistema de mapeo 100 si la
 5 imagen aérea a procesar no es dividida por/en el sistema 100 porque, por ejemplo, es tomada por el sistema 100 ya dividida. El módulo de segmentación 103 puede estar configurado para segmentar objetos en la porción de imagen utilizando, por ejemplo, una técnica de segmentación de objetos conocida o preexistente. El módulo de segmentación 103 puede no existir en el sistema de mapeo 100 si la imagen
 10 aérea a procesar no es segmentada por/en el sistema 100 porque, por ejemplo, es tomada por el sistema 100 ya segmentada. El módulo identificador 104 puede estar configurado para identificar objetos alargados correspondientes a aquellos objetos segmentados que tengan una relación L/A por encima de un umbral L/A predefinido. El módulo determinante 105 puede estar configurado para determinar segmentos de
 15 surco de laboreo basados en los objetos alargados identificados. El módulo de mapeo 106 puede estar configurado para generar un mapa de surcos de laboreo 108 basado en los segmentos de surcos de laboreo determinados.

El módulo divisor 102 (si está presente en el sistema 100) puede recibir u obtener o
 20 recuperar imágenes aéreas del módulo de imágenes 101 (si está presente en el sistema 100) a través de una conexión *soft/hard* (o enlace o asociación o acoplamiento) 109 adecuada entre ellos. El módulo de segmentación 103 (si está presente en el sistema 100) puede recibir u obtener o recuperar porciones de imágenes aéreas del módulo divisor 102 (si está presente en el sistema 100) a
 25 través de una conexión suave/dura adecuada 110 entre ellos. El módulo identificador 104 puede recibir u obtener o recuperar porciones de imagen (o la imagen aérea no dividida) con objetos segmentados del módulo de segmentación 103 (si está presente en el sistema 100) a través de una conexión *soft/hard* adecuada 111 entre ellos. El módulo de determinación 105 puede recibir u obtener o recuperar porciones
 30 de imagen (o la imagen aérea no particionada) con objetos alargados identificados desde el módulo de identificación 104 a través de una conexión *soft/hard* adecuada 112 entre ellos. El módulo de mapeo 106 puede recibir u obtener o recuperar porciones de imágenes (o la imagen aérea no dividida) con segmentos de surcos de laboreo determinados del módulo determinante 105 a través de una conexión
 35 *soft/hard* adecuada 113 entre ellos.

Las imágenes aéreas 107 pueden incluir, por ejemplo, un mosaico de imágenes, un

MDT, un MDS, etc., que pueden producirse basándose en imágenes o datos de imágenes tomados por cámaras de cualquier tipo de vehículo aéreo, como por ejemplo vehículos aéreos no tripulados, y aplicando a dichas imágenes o datos de imágenes cualquier tecnología conocida destinada a producir las imágenes 107 requeridas. Por ejemplo, en algunos experimentos realizados por los inventores, las imágenes aéreas 107 se produjeron con el software Pix4Dmapper Pro, versión 4.2.25 (Pix4D S.A., Prilly, Suiza), siguiendo un proceso secuencial de alineación de imágenes, construcción de la geometría y generación de ortofotos. Este proceso puede ser automático con algunas excepciones, como por ejemplo la geolocalización de un conjunto de puntos de control del terreno que pueden tomarse en cada campo estudiado con un dispositivo de sistema de posicionamiento global por satélite (GPS) Trimble Geo XH-6000 (Trimble Geo Spatial, Múnich, Alemania), y puede producir dos ortomosaicos con una distancia de muestreo del terreno (GSD) de, por ejemplo 0,101 m y 0,037 m, y dos pares DTM/DSM con GSD de, por ejemplo, 0,50 m y 0,18 m, de las localizaciones 1 (imagen multiespectral) y 2 (imagen RGB), respectivamente.

El módulo de imágenes 101 (si está presente en el sistema 100) puede estar configurado para recibir simplemente imágenes o datos de imágenes y procesarlos para producir los productos de imágenes requeridos 107. El módulo de imágenes 101 (si está presente en el sistema 100) puede recibir las imágenes o los datos de imágenes de los vehículos aéreos directa o indirectamente, y/o en tiempo real o casi real o con algún retraso. Por ejemplo, los vehículos aéreos pueden enviar las imágenes o los datos de imágenes directamente al módulo de imágenes 101 o a un módulo intermedio que puede almacenar las imágenes o los datos de imágenes recibidos para su posterior procesamiento. En este último caso, el módulo de imágenes 101 puede recuperar localmente o en remoto las imágenes o los datos de imágenes de dicho módulo intermedio de "almacenamiento". Las imágenes o los datos de las imágenes también pueden procesarse para obtener las imágenes necesarias 107 en el vehículo o vehículos aéreos o en un módulo intermedio (por ejemplo, un generador o servidor de imágenes), de modo que el módulo de imágenes 101 puede actuar como un mero receptor.

Los sistemas de mapeo 100 pueden estar conectados (o vinculados o asociados o acoplados) con el generador o servidor de imágenes correspondiente a través de una o más conexiones (o vínculos o asociaciones o acoplamientos) adecuadas, para que el sistema de mapeo 100 obtenga o reciba las imágenes aéreas del generador o

servidor de imágenes. El generador o servidor de imágenes puede estar dispuesto local o remotamente con respecto al sistema de mapeo 100. La conexión entre el sistema de mapeo 100 y el generador o servidor de imágenes remoto puede realizarse a través de cualquier tipo de red de comunicación como, por ejemplo, Internet.

Los sistemas de mapeo 100 pueden estar conectados (o vinculados o asociados o acoplados) con el correspondiente visualizador/servidor de mapas a través de una o más conexiones adecuadas (o vínculos o asociaciones o acoplamientos), para que el sistema de mapeo 100 emita o proporcione o envíe el mapa de surcos de laboreo generado al visualizador/servidor de mapas. El visualizador/servidor de mapas puede estar dispuesto en una ubicación remota con respecto al sistema de mapeo 100. La conexión entre el sistema de mapeo 100 y el visualizador/servidor de mapas puede realizarse a través de cualquier tipo de red de comunicación, como, por ejemplo, Internet.

El módulo divisor 102 (si está presente en el sistema 100) y el módulo de segmentación 103 (si está presente en el sistema 100) pueden estar configurados, respectivamente, para dividir la(s) imagen(es) aérea(s) en porciones de imagen según cualquier técnica de división de imágenes conocida o preexistente, y para segmentar los objetos dentro de las porciones de imagen utilizando cualquier técnica de segmentación conocida o preexistente. Por ejemplo, según experimentos muy exitosos llevados a cabo por los inventores, se pueden aplicar tres fases de segmentación consecutivas para generar una estructura jerárquica. Un nivel superior de la jerarquía, denominado "parcelas", puede estar compuesto por objetos de imagen que coincidan con las parcelas de estudio y puede crearse aplicando un algoritmo de segmentación basado en vectores con, por ejemplo, los límites de las parcelas como capa vectorial de referencia. Un nivel intermedio, denominado "cuadrículas", puede crearse, por ejemplo, con un algoritmo de segmentación de tipo tablero de ajedrez para dividir los objetos de la parcela en objetos de imagen cuadrados de un tamaño personalizado (por ejemplo, en 20x20 metros) y crear una estructura basada en cuadrículas para el análisis localizado de las características específicas de cada cuadrícula (por ejemplo, color, brillo, forma y tamaño) de los sub-objetos creados debajo de cada cuadrícula. Los niveles de segmentación "parcelas" y "cuadrículas" también pueden utilizarse para procesar las tareas del algoritmo a subconjuntos más pequeños de la escena en dominios de imagen separados (objeto por objeto), lo que puede reducir drásticamente el tiempo de

cálculo al centrar el análisis sólo en los píxeles de cada objeto y, por ejemplo, hacer un bucle sobre todos los objetos de forma secuencial. Un nivel inferior, denominado "terreno", puede crearse con un algoritmo de segmentación multirresolución para generar pequeños objetos de imagen que coincidan con elementos objetivo de la escena, es decir, árboles, sombras, surcos y crestas de laboreo, etc. Este tipo de segmentación puede operar sobre la base de varios parámetros definidos en este procedimiento ejemplar como, por ejemplo, 20, 0,9, 0,1, 0,5 y 0,5 para la escala, el color, la forma, la suavidad y la compacidad, respectivamente, tras aplicar una tarea de prueba y error.

El módulo identificador 104, y/o el módulo determinante 105, y/o otro(s) módulo(s) no representado(s) en la figura 1, pueden estar configurados para clasificar los objetos arbóreos en cada nivel de parcela utilizando una capa ráster de alturas obtenida como resultado de la sustracción de un MDT de un MDS con, por ejemplo, un calculador de capas de imagen (es decir, MDS - MDT). Esta capa ráster de alturas puede analizarse, por ejemplo, en el nivel inferior de segmentación del "terreno" y los objetos arbóreos pueden clasificarse tras aplicar un umbral de altura predefinido de, por ejemplo, 0,30 (que puede corresponder a metros de altura). Los objetos restantes por debajo de este umbral de altura predefinido pueden corresponder a suelo desnudo, sombras de árboles, malas hierbas y otra vegetación del suelo, que puede verse afectada por las operaciones de laboreo. El módulo identificador 104, y/o el módulo determinante 105, y/o otro(s) módulo(s) no representado(s) en la Figura 1, pueden estar configurados para enmascarar las sombras o los objetos de sombra, por ejemplo, calculando un brillo medio o promedio de los objetos en cada cuadrícula de 20x20m y aplicando estos valores como un umbral de brillo máximo para la clasificación de las sombras. Aquellos objetos con un brillo inferior a dicho umbral de brillo en una cantidad o proporción predefinida pueden ser clasificados como objetos de sombra. Los objetos arbóreos y/o los objetos de sombra detectados pueden entonces ser descartados para evitar falsas detecciones de surcos de laboreo y/o mejorar la eficiencia del proceso general de mapeo de los surcos de laboreo.

El módulo determinante 105 puede estar configurado además para aplicar un proceso de fusión en/de los objetos alargados identificados en función de la relación L/A en, por ejemplo, el módulo identificador 104. Esta combinación (o fusión) puede incluir la determinación, para cada porción de imagen, del objeto alargado con la mayor relación L/A en la porción de imagen como objeto alargado de referencia, y

los demás como objetos alargados de no-referencia, de manera que los segmentos de laboreo pueden determinarse mediante la combinación del objeto alargado de referencia con los objetos alargados de no-referencia en la porción de imagen. En ejemplos particulares, esta fusión puede ser iterativa, y cada iteración incluye la fusión del objeto alargado de referencia con dos o más de los objetos alargados de no-referencia en la porción de imagen para generar un objeto alargado compuesto como resultado. Entonces, si dicho objeto alargado compuesto tiene una relación L/A mayor que la relación L/A del objeto alargado de referencia, dicho objeto alargado compuesto puede ser determinado o clasificado como segmento de laboreo. La precisión puede ser altamente mejorada con este enfoque de fusión que, en algunas configuraciones, puede ser iterativo como se explicó anteriormente.

Según experimentos llevados a cabo por los inventores con buenos resultados, los objetos de la imagen pertenecientes a los surcos de laboreo en el nivel de segmentación denominado “terreno” pueden detectarse con una operación específica de dos tareas consecutivas aplicadas por separado a los objetos dentro de cada porción de la imagen (por ejemplo, la cuadrícula de 20x20 m). En primer lugar, puede diseñarse un proceso en bucle de fusión de objetos de imagen (o fusión) para crear nuevos objetos longitudinales, en el que un objeto semilla (u objeto alargado de referencia) puede fusionarse con dos o más objetos candidatos (objetos de no-referencia) sólo si la relación L/A del objeto objetivo (u objeto alargado compuesto) aumenta después de la fusión en comparación con la relación L/A del objeto semilla. En segundo lugar, los objetos mayores que un umbral de longitud predefinido (por ejemplo, igual a 2 metros) y con una relación L/A superior a un umbral de relación L/A predefinido (por ejemplo, igual a 3) pueden designarse como surcos de laboreo o segmentos de laboreo en la porción de imagen (por ejemplo, la cuadrícula de 20x20 m).

El módulo determinante 105, y/o el módulo de mapeo 106, y/o otro(s) módulo(s) no representado(s) en la Figura 1, pueden estar configurados para calcular una dirección (u orientación) de los segmentos de laboreo determinados. Este cálculo puede incluir la división de cada porción de la imagen en una pluralidad de subporciones o mantener las porciones de la imagen sin dividir, de tal manera que el cálculo de la dirección se puede realizar a nivel de la porción de la imagen o a nivel de la subporción. El cálculo de la dirección puede incluir el cálculo de una dirección media de los segmentos de laboreo en cada porción de imagen o subporción dentro de la porción de imagen. En cada porción o subporción de imagen en la que no se

haya determinado ningún segmento de laboreo puede calcularse un promedio de las direcciones de las porciones o subporciones de imagen vecinas a la porción o subporción de imagen.

- 5 Según experimentos llevados a cabo por los inventores con buenos resultados, el nivel de segmentación intermedio de, por ejemplo, cuadrículas de 20x20 m (o porciones de imagen) puede dividirse en cuadrículas más pequeñas de, por ejemplo, 1x1 m (o subporciones) con, por ejemplo, un proceso de segmentación de tipo tablero de ajedrez para crear una nueva capa ráster con valores de dirección de laboreo a, por ejemplo, 1 m² de resolución espacial, aunque también es posible cualquier otra resolución espacial según el criterio del usuario. El valor medio o promedio de la característica de dirección principal calculado a partir de los objetos clasificados como surcos de laboreo (o segmentos de surco) bajo cada subporción (por ejemplo, cuadrícula de 1x1 m) puede asignarse como valor de dirección de laboreo a las correspondientes subporciones, y así explotar la relación jerárquica entre los superobjetos en el nivel de subporciones (por ejemplo, cuadrícula de 1x1 m) y los sub-objetos en el nivel denominado "terreno". A las cuadrículas que no tengan subobjetos clasificados como surcos de laboreo (es decir, sin segmentos de laboreo en ellos) en el nivel inferior se les puede asignar un valor de dirección de laboreo promediado a partir de los valores de las subporciones/cuadrículas vecinas, explotando así la relación de vecindad entre los objetos en el nivel de las subporciones (por ejemplo, la cuadrícula de 1x1 m). El producto final puede ser una capa ráster adicional con un valor de dirección de laboreo para cada píxel de la imagen entre, por ejemplo, 0° y 180°, independientemente del uso de la tierra que ocupe el píxel.

- El módulo de mapeo 106 puede estar configurado además para generar un mapa de laboreo de contorno de acuerdo con el siguiente enfoque. En primer lugar, puede obtenerse una capa ráster de aspecto de la pendiente del terreno de uno o más campos agrícolas a partir de, o basándose en, al menos una parte de las imágenes aéreas. Y, en segundo lugar, el mapa de laboreo de contorno puede generarse a partir de, o basándose en, el mapa de surcos de laboreo generado y la capa ráster de aspecto obtenida de la pendiente del terreno de uno o más campos agrícolas. En ejemplos particulares, el mapa de laboreo de contorno puede generarse determinando áreas de laboreo de contorno que correspondan a áreas del mapa de surcos de laboreo cuyos surcos de laboreo mapeados estén dentro de un rango de perpendicularidad con respecto a la pendiente del terreno de uno o más campos

agrícolas en dicha área. Cuanto más perpendiculares se determinen los surcos de laboreo con respecto a la pendiente del terreno, más beneficiosos podrán considerarse los surcos de laboreo a gran escala. Unos surcos de laboreo más beneficiosos pueden significar que son más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente, y viceversa, es decir, menos beneficiosos pueden significar menos sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

Los sistemas de mapeo 100 pueden implementarse como un sistema informático que comprende una memoria y un procesador, que incorpora instrucciones (por ejemplo, que constituyen un programa informático) almacenadas en la memoria y ejecutables por el procesador, las instrucciones que comprenden funcionalidad o funcionalidades para ejecutar cualquiera de los métodos de mapeo de surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas de acuerdo con la presente invención. El procesador puede, por tanto, estar configurado para ejecutar dicho programa informático que implementa cualquiera de los métodos de mapeo de surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas divulgados en el presente documento. El sistema de mapeo 100 puede comprender un depósito, tal como un disco duro convencional, para almacenar y recuperar los datos producidos y/o requeridos por el programa informático. Por lo tanto, dicho programa informático puede incluir cualquier pieza de software adecuada o necesaria para realizar los correspondientes métodos de mapeo de surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas.

Tal y como se utiliza en el presente documento, el término "módulo" puede referirse a software, firmware, hardware y/o varias combinaciones de los mismos. Cabe señalar que los módulos son ejemplares. Los módulos pueden combinarse, integrarse, separarse y/o duplicarse para soportar diversas aplicaciones. Además, una función descrita en el presente documento como realizada por un módulo particular puede ser realizada por uno o más módulos y/o por uno o más dispositivos en lugar de, o además de, la función realizada por el módulo particular descrito.

Los módulos pueden ser implementados a través de múltiples dispositivos, asociados o vinculados a los correspondientes métodos de mapeo de surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas propuestos en el presente documento, y/o a otros componentes que pueden ser locales o remotos entre sí. Además, los módulos pueden moverse de un dispositivo y añadirse a otro dispositivo, y/o pueden incluirse en ambos dispositivos, asociados a los correspondientes métodos de mapeo de surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas propuestos en el presente

documento. Cualquier implementación de software puede ser tangible en uno o más medios de almacenamiento, como por ejemplo un dispositivo de memoria, un disquete, un disco compacto (CD), un disco versátil digital (DVD), u otros dispositivos que puedan almacenar código informático.

5

Los métodos de mapeo de los surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas según la presente invención pueden implementarse mediante recursos informáticos, recursos electrónicos o una combinación de los mismos. Los recursos informáticos pueden ser un conjunto de instrucciones (por ejemplo, un programa de ordenador) y, a continuación, los métodos de mapeo de los surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas pueden comprender una memoria y un procesador, que incorporan dicho conjunto de instrucciones almacenadas en la memoria y ejecutables por el procesador. Dichas instrucciones pueden comprender funcionalidad o funcionalidades para ejecutar los correspondientes métodos de mapeo de surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas como, por ejemplo, los descritos en otras partes de la invención.

10
15

En el caso de que los métodos de trazado de surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas se implementen únicamente mediante recursos electrónicos, un controlador del sistema puede ser, por ejemplo, un CPLD (Dispositivo lógico programable complejo), un FPGA (matriz de puertas lógicas programable en campo) o un ASIC (Circuito integrado para aplicaciones específicas).

20

En el caso de que los métodos de mapeo de los surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas sean una combinación de recursos electrónicos e informáticos, los recursos informáticos pueden ser un conjunto de instrucciones (por ejemplo, un programa de ordenador) y los recursos electrónicos pueden ser cualquier circuito electrónico capaz de implementar los correspondientes pasos del método de mapeo de los surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas propuestos en el presente documento, como los descritos en otras partes de la invención.

25
30

El (los) programa(s) de ordenador puede(n) estar incorporado(s) en un medio de almacenamiento (por ejemplo, un CD-ROM, un DVD, una unidad USB, una memoria de ordenador o una memoria de sólo lectura) o transportado(s) en una señal portadora (por ejemplo, una señal portadora eléctrica u óptica).

35

El (los) programa(s) de ordenador puede(n) estar en forma de código fuente, código

objeto, un código intermedio de código fuente y código objeto tal como en forma parcialmente compilada, o en cualquier otra forma adecuada para su uso en la implementación de los métodos de mapeo de surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas de acuerdo con la presente invención. El portador puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de transportar el o los programas de ordenador.

Por ejemplo, el portador puede comprender un medio de almacenamiento, como una ROM, por ejemplo, un CD ROM o una ROM semiconductora, o un medio de grabación magnética, por ejemplo, un disco duro. Además, el portador puede ser un portador transmisible, como una señal eléctrica u óptica, que puede ser transportada a través de un cable eléctrico u óptico o por radio u otros recursos.

Cuando el programa o programas de ordenador estén incorporados en una señal que pueda ser transportada directamente por un cable u otro dispositivo o recursos, el portador puede estar constituido por dicho cable u otro dispositivo o recursos. Alternativamente, el portador puede ser un circuito integrado en el que el/los programa(s) de ordenador está(n) incorporado(s), estando el circuito integrado adaptado para realizar, o para su uso en la realización de, los métodos de mapeo de surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas propuestos en el presente documento.

La figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra esquemáticamente los métodos de mapeo de los surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas, según los ejemplos de realización de la invención. Como se muestra de forma general en la figura, los métodos de mapeo de acuerdo con la Figura 2 pueden iniciarse (por ejemplo, en el bloque de método 200) tras la detección de una condición de inicio como, por ejemplo, una solicitud del usuario para iniciar el método, la recepción de imágenes aéreas requeridas 107, etc. Dado que los métodos según la figura 2 pueden ser ejecutados por sistemas según la figura 1, las referencias numéricas de dicha figura 1 pueden reutilizarse en la siguiente descripción de la figura 2.

Los métodos de mapeo según la figura 2 pueden incluir además (por ejemplo, en el bloque de método 201) la obtención de imágenes aéreas 107 que incluyen una imagen aérea de al menos una parte de uno o más campos agrícolas. Dado que esta funcionalidad de "obtención" (implementada, por ejemplo, en el bloque de método 201) es realizable por un módulo como el módulo de imágenes 101 del sistema de mapeo 100 de la figura 1, los detalles funcionales y las consideraciones explicadas

anteriormente con respecto a dicho módulo 101 pueden atribuirse de forma similar al bloque de método 201. Del mismo modo, como se ha comentado con respecto al módulo de imágenes 101, el bloque de método de obtención de imágenes aéreas 107 puede no existir en el método de mapeo si las imágenes aéreas 107 que se van a procesar no se obtienen porque, por ejemplo, ya están presentes en el sistema 100 que realiza el método.

Los métodos de mapeo según la figura 2 pueden incluir además (por ejemplo, en el bloque de método 202) la división de la imagen aérea en una pluralidad de porciones de imagen. Dado que esta funcionalidad de "división" (implementada, por ejemplo, en el bloque de método 202) es realizable por un módulo como el módulo divisor 102 del sistema de mapeo 100 de la figura 1, los detalles funcionales y las consideraciones explicadas anteriormente con respecto a dicho módulo 102 pueden atribuirse de forma similar al bloque de método 202. De forma similar a lo comentado con respecto al módulo divisor 102, el bloque de método de división de la imagen aérea puede no existir en el método de mapeo si la imagen aérea a procesar no es dividida por/en el sistema 100 porque, por ejemplo, es tomada por el sistema 100 ya dividida.

Los métodos de mapeo según la Figura 2 pueden incluir además (por ejemplo, en el bloque de método 203) la segmentación, por porción de imagen, de los objetos en la porción de imagen utilizando una técnica de segmentación de objetos conocida o preexistente. Dado que esta funcionalidad de "segmentación" (implementada, por ejemplo, en el bloque de método 203) es realizable por un módulo como el módulo de segmentación 103 del sistema de mapeo 100 de la figura 1, los detalles funcionales y las consideraciones explicadas anteriormente con respecto a dicho módulo 103 pueden atribuirse de manera similar al bloque de método 203. De forma similar a lo comentado con respecto al módulo de segmentación 103, el bloque de método de segmentación de objetos puede no existir en el método de mapeo si la imagen aérea a procesar no está segmentada por/en el sistema 100 porque, por ejemplo, es tomada ya segmentada por el sistema 100.

Los métodos de mapeo según la figura 2 pueden incluir además (por ejemplo, en el bloque de método 204) la identificación de objetos alargados correspondientes a aquellos objetos segmentados que tengan una relación L/A superior a un umbral L/A predefinido. Dado que esta funcionalidad de "identificación" (implementada, por ejemplo, en el bloque de método 204) es realizable por un módulo como el módulo

identificador 104 del sistema de mapeo 100 de la figura 1, los detalles funcionales y las consideraciones explicadas anteriormente con respecto a dicho módulo 104 pueden atribuirse de manera similar al bloque de método 204.

5 Los métodos de mapeo según la figura 2 pueden incluir además (por ejemplo, en el bloque de método 205) la determinación de segmentos de surco de laboreo basados en los objetos alargados identificados. Dado que esta funcionalidad de "determinación" (implementada en, por ejemplo, el bloque de método 205) es
10 100 de la figura 1, los detalles funcionales y las consideraciones explicadas anteriormente con respecto a dicho módulo 105 pueden atribuirse de forma similar al bloque de método 205.

Los métodos de mapeo según la figura 2 pueden incluir además (por ejemplo, en el
15 bloque de método 206) la generación de un mapa de surcos de laboreo 108 basado en los segmentos de surcos de laboreo determinados. Dado que esta funcionalidad de "generación" (implementada en, por ejemplo, el bloque de método 206) es realizable por un módulo como el módulo de mapeo 106 del sistema de mapeo 100 de la figura 1, los detalles funcionales y las consideraciones explicadas
20 anteriormente con respecto a dicho módulo 106 pueden atribuirse de forma similar al bloque de método 206.

Los métodos de mapeo según la figura 2 pueden incluir además (por ejemplo, en el bloque de método 207) la terminación de la ejecución del método cuando, por
25 ejemplo, se detecta una condición de finalización. Dicha condición de finalización puede determinarse detectando, por ejemplo, una solicitud del usuario para finalizar el método, o una vez que se haya emitido el mapa de surcos de laboreo 108 o el mapa de laboreo de contorno deseados, etc.

30 Aunque sólo se han divulgado algunos ejemplos en el presente documento, son posibles otras alternativas, modificaciones, usos y/o equivalentes de los mismos. Además, todas las combinaciones posibles de los ejemplos descritos también están cubiertas. Por lo tanto, el alcance de la presente invención no debería estar limitado por ejemplos particulares, sino que debería determinarse únicamente mediante una
35 lectura justa de las reivindicaciones que siguen.

Bibliografia

Bożek, P., Janus, J., Taszakowski, J., Głowacka, A., 2016. Determining Consistency of Tillage Direction with Soil Erosion Protection Requirements as The Element of Decision-Making Process in Planning and Applying Land Consolidation. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 44, 042024. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/44/4/042024>

Drzewiecki, W., 2008. Sustainable Land-Use Planning Support by GIS-Based Evaluation of Landscape Functions and Potentials. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B7. Beijing 2008. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/239924489_SUSTAINABLE_LAND-USE_PLANNING_SUPPORT_BY_GIS-BASED_EVALUATION_OF_LANDSCAPE_FUNCTIONS_AND_POTENTIALS

Drzewiecki, W., Wężyk, P., Pierzchalski, M., Szafrńska, B., 2014. Quantitative and Qualitative Assessment of Soil Erosion Risk in Małopolska (Poland), Supported by an Object-Based Analysis of High-Resolution Satellite Images. Pure Appl. Geophys. 171, 867–895. <https://doi.org/10.1007/s00024-013-0669-7>

Lima, F.J., Blanco-Sepúlveda, R., Gómez-Moreno, M.L., Galacho-Jiménez, F.B., 2019. Using Vegetation Indices and a UAV Imaging Platform to Quantify the Density of Vegetation Ground Cover in Olive Groves (*Olea Europaea* L.) in Southern Spain. Remote Sensing 11, 2564. <https://doi.org/10.3390/rs11212564>

Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K., van der Zanden, E.H., Poesen, J., Alewell, C., 2015. Modelling the effect of support practices (P-factor) on the reduction of soil erosion by water at European scale. Environmental Science & Policy 51, 23–34. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.03.012>

REIVINDICACIONES

1. Método de mapeo de surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas a partir de imágenes aéreas que incluyen una imagen aérea de al menos una parte de uno o más campos agrícolas, donde (i) la imagen aérea incluye objetos segmentados como resultado de un proceso de segmentación de objetos, (ii) la imagen aérea es una imagen dividida o no dividida, y (iii) siendo la imagen aérea una imagen dividida, la imagen incluye porciones de imagen como resultado de un proceso de división de la imagen; dicho método caracterizado por que comprende:

 - identificar objetos alargados correspondientes a aquellos objetos segmentados que tienen una relación Longitud/Ancho, L/A, por encima de un umbral L/A predefinido;
 - determinar segmentos de surcos de laboreo basados en los objetos alargados identificados; y
 - generar un mapa de surcos de laboreo basado en los segmentos de surcos de laboreo determinados.
2. Método según la reivindicación 1 en el que la determinación de los segmentos de los surcos de laboreo comprende:

 - determinar, sobre la base de cada porción de imagen, el objeto alargado con mayor relación L/A en la porción de imagen como objeto alargado de referencia, y los demás como objetos alargados de no-referencia; y
 - determinar, por cada porción de imagen, los segmentos de surco de laboreo realizando un proceso de fusión entre el objeto alargado de referencia y los objetos alargados que no son de referencia en la porción de imagen.
3. Método según la reivindicación 2 en el que el proceso de fusión es un proceso iterativo de fusión en el que cada iteración comprende:

 - generar un objeto alargado compuesto fusionando el objeto alargado de referencia con dos o más de los objetos alargados de no-referencia en la porción de imagen; y
 - verificar si el objeto alargado compuesto tiene una relación L/A mayor que la relación L/A del objeto alargado de referencia y, en dicho caso, determinar el objeto alargado compuesto como segmento de surco de laboreo.
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 en el que la determinación

de los segmentos de surco de laboreo comprende, además, dividir, sobre la base de cada porción de imagen, la porción de imagen en una pluralidad de subporciones.

5. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 en el que la determinación de los segmentos de surco de laboreo comprende además el cálculo de una dirección de los segmentos de surco de laboreo determinados, incluyendo dicho cálculo de dirección el cálculo, en base a cada porción o subporción de imagen, de una dirección media de los segmentos de surco de laboreo en la porción o subporción de imagen.

6. Método según la reivindicación 5 en el que la determinación de la dirección de los segmentos de surco de laboreo determinados incluye, además, determinar, en base a cada porción o subporción de imagen, sino se ha determinado ningún segmento de surco de laboreo en la porción o subporción de imagen y, en dicho caso, calcular un promedio de las direcciones de las porciones o subporciones de imagen vecinas a la porción o subporción de imagen.

7. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 que comprende, además:

- calcular, en base a cada porción de imagen, un brillo medio de los objetos segmentados en la porción de imagen y designar dicho brillo medio como umbral de brillo de la porción de imagen; y
- identificar, en base a cada porción de imagen, los objetos de sombra correspondientes a aquellos objetos segmentados en la porción de imagen con un brillo inferior al umbral de brillo de la porción de imagen en una cantidad o proporción predefinida.

8. Método según la reivindicación 7, que comprende además excluir los objetos de sombra identificados del mapeo de los surcos de laboreo.

9. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 que comprende, además:

- obtener, a partir de las imágenes aéreas, un Modelo Digital del Terreno, MDT, y un Modelo Digital de Superficie, MDS;
- determinar una capa de altura de trama restando el MDT del MDS; y
- identificar, basándose en la capa de altura de trama, los objetos arbóreos correspondientes a los objetos segmentados que tengan una altura superior a un umbral de altura predefinido.

10. Método según la reivindicación 9 que comprende además excluir los objetos arbóreos identificados del mapeo de los surcos de laboreo.
11. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 que comprende,
5 además:
- obtener, basándose en las imágenes aéreas, una capa ráster de aspecto de la pendiente del terreno de uno o más campos agrícolas; y
 - generar un mapa de laboreo de contorno basado en el mapa de surcos de laboreo generado y en la capa ráster de aspecto obtenida de la pendiente del
10 terreno de uno o más campos agrícolas.
12. Método según la reivindicación 11 en el que la generación del mapa de laboreo de contorno comprende determinar las áreas de laboreo de contorno correspondientes a las áreas del mapa de surcos de laboreo cuyos surcos de
15 laboreo están dentro de un rango de perpendicularidad con respecto a la capa ráster de aspecto de la pendiente del terreno de uno o más campos agrícolas en dicha área.
13. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 que comprende además
20 realizar el proceso de segmentación de objetos para obtener la imagen aérea con objetos segmentados.
14. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 que comprende además
25 realizar el proceso de división para obtener la imagen aérea dividida en las porciones de imagen.
15. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14 que comprende además obtener o recibir o recuperar las imágenes aéreas.
- 30 16. Programa de ordenador que comprende instrucciones de programa para hacer que un ordenador realice un método de cartografía de surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15.
17. Programa de ordenador según la reivindicación 16 almacenado en un medio de
35 almacenamiento o transportado en una señal portadora.
18. Sistema para mapear los surcos de laboreo en uno o más campos agrícolas a

- partir de imágenes aéreas que incluyen una imagen aérea de al menos una parte de uno o más campos agrícolas, donde (i) la imagen aérea incluye objetos segmentados como resultado de un proceso de segmentación de objetos, (ii) la imagen aérea es una imagen dividida o no dividida, y, (iii) siendo la imagen aérea una imagen dividida, la imagen incluye porciones de imagen como resultado de un proceso de división de la imagen; dicho sistema caracterizado por que comprende:
- un módulo identificador configurado para identificar objetos alargados correspondientes a aquellos objetos segmentados que tienen una relación L/A por encima de un umbral L/A predefinido;
 - un módulo determinante configurado para determinar segmentos de surco de laboreo basados en los objetos alargados identificados; y
 - un módulo de mapeo configurado para generar un mapa de surcos de laboreo basado en los segmentos de surcos de laboreo determinados.
19. Sistema según la reivindicación 18 que comprende además un módulo de segmentación configurado para realizar el proceso de segmentación de objetos para obtener la imagen aérea con objetos segmentados.
20. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 18 o 19 que comprende además un módulo divisor configurado para realizar el proceso de división para obtener la imagen aérea dividida en las porciones de imagen.
21. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 20 que comprende además un módulo de imágenes configurado para obtener o recibir o recuperar las imágenes aéreas.

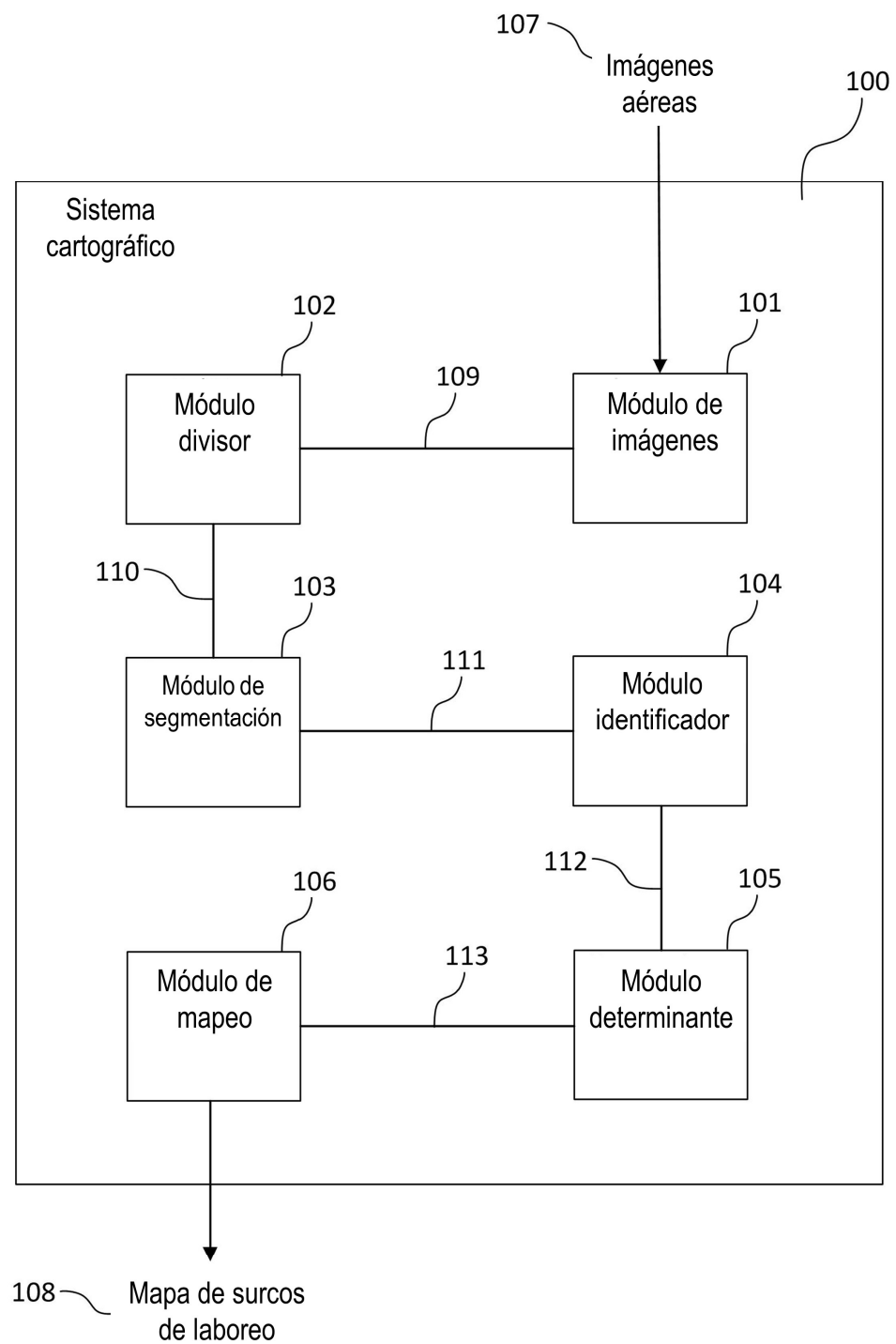
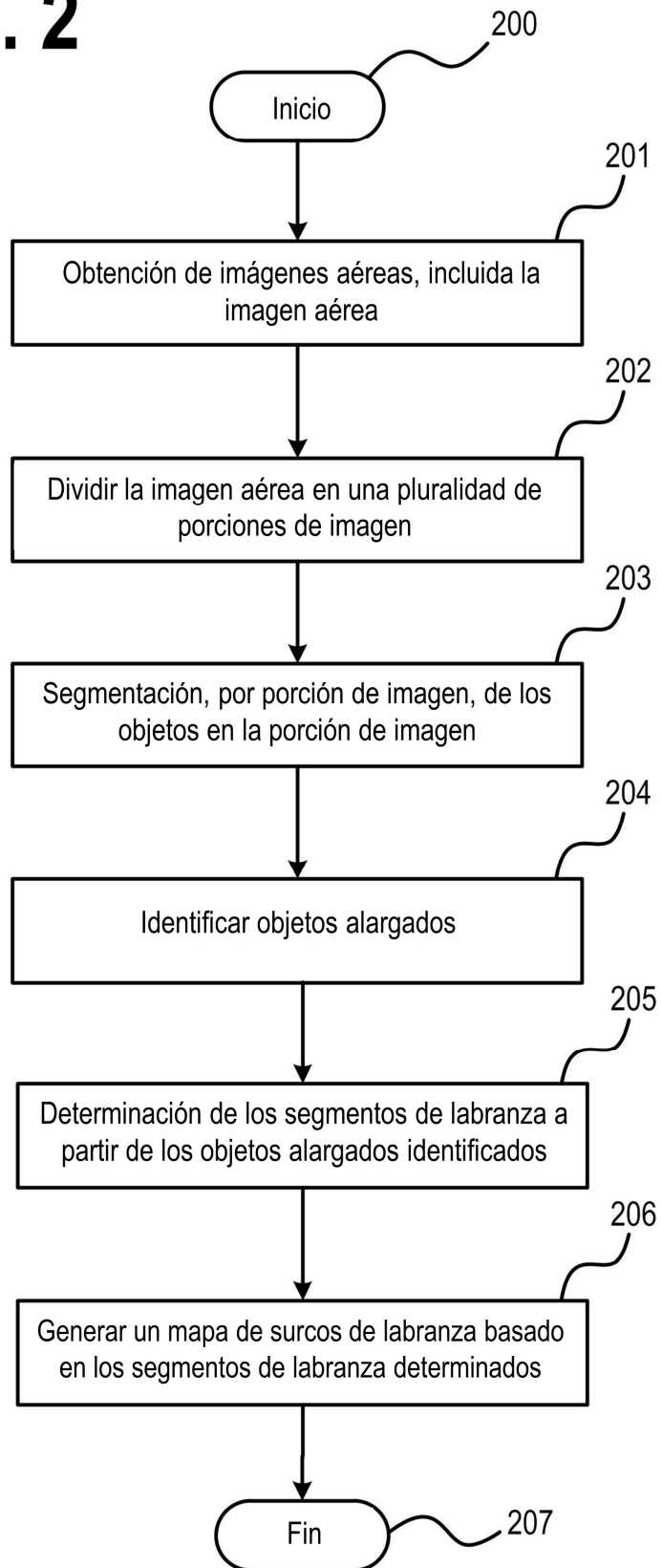


Fig. 1

Fig. 2



- ②① N.º solicitud: 202130503
②② Fecha de presentación de la solicitud: 02.06.2021
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2019108631 A1 (RILEY DEVIN et al.) 11/04/2019, resumen WPI, resumen EPODOC; párrafos 14, 24, 30, 36, 42, 47; figuras 1, 2, 5, 6, 8; reivindicación 1	1-8, 13-21
Y		9-12
Y	BOZEK P et al. Determining Consistency of Tillage Direction with Soil Erosion Protection Requirements as The Element of Decision-Making Process in Planning and Applying Land Consolidation. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2016 IOP Publishing UK., 30/11/2015, Vol. 44, Páginas 042024 (6 pp.) [en línea] [recuperado el 07/12/2021]. Recuperado de Internet <URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/44/4/042024 >, ISSN 1755-1307 (print), <DOI: doi:10.1088/1755-1315/44/4/042024>. abstract; materials and methods; figura 3; página 4	9-12
A		1-8, 13-21
A	US 2015278640 A1 (JOHNSON JEROME D et al.) 01/10/2015, Todo el documento	1-21
A	US 2017084039 A1 (RITTER MICHAEL et al.) 23/03/2017, Todo el documento	1-21
A	CASTILLEJO-GONZALEZ I L et al. Object- and pixel-based analysis for mapping crops and their agro-environmental associated measures using QuickBird imagery. Computers and Electronics in Agriculture, 20091001 Elsevier, AMSTERDAM, NL., 01/10/2009, Vol. 68, Nº 2, Páginas 207 - 215 [en línea] [recuperado el 13/01/2021]. Recuperado de Internet <URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169909000982?via%3Dihub >, ISSN 0168-1699, <DOI: doi: 10.1016/j.compag.2009.06.004>. Todo el documento	1-21
A	US 2016050840 A1 (SAUDER DOUG et al.) 25/02/2016, Todo el documento	1-21

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
14.01.2022

Examinador
M. T. Ibáñez Blanco

Página
1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

G06T7/62 (2017.01)

G06K9/00 (2022.01)

G06T7/10 (2017.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G06T, G06K

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC