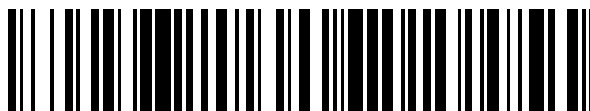


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 599**

51 Int. Cl.:

G06T 17/05 (2011.01)

G06K 9/00 (2006.01)

G06T 7/507 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.01.2015 E 15150373 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.04.2018 EP 3035237**

54 Título: **Procedimiento y sistema para clasificar un tipo de terreno de un área**

30 Prioridad:

16.12.2014 US 201414571992

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

25.06.2018

73 Titular/es:

VRICON SYSTEMS AKTIEBOLAG (100.0%)

Hus 207-3

581 88 Linköping, SE

72 Inventor/es:

HAGLUND, LEIF;

ISAKSSON, FOLKE;

CARLBOM, PER;

NYGREN, OLA;

BORG, JOHAN;

RINGQVIST, SANNA y

NORDMARK, ANTON

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 673 599 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

Procedimiento y sistema para clasificar un tipo de terreno de un área

Campo técnico

5 La presente divulgación se refiere a un procedimiento para clasificar un tipo de terreno de un área. También se refiere a un sistema para clasificar un tipo de terreno de un área, a un programa informático y a un producto de programa informático.

Técnica antecedente

10 Los satélites utilizados para captar imágenes de la superficie de la tierra pueden a menudo generar imágenes multiespectrales, esto es, las imágenes generadas por estos satélites pueden comprender informaciones de áreas de longitudes de onda diferentes, por ejemplo desde el ultravioleta (UV) hasta el infrarrojo (IR). A modo de ejemplo, los satélites WorldView-2 y WorldView-3 operadas por la empresa DigitalGlobe suministran imágenes a partir de ocho bandas espectrales diferentes denominadas azul costero (400-450 nm), azul (450 - 510 nm), verde (510 - 580 nm), amarillo (585 - 625 nm), rojo (630 - 690 nm), borde rojo (705 - 745 nm), cerca del IR (NIR) 1 (770 - 895 nm, y NIR2 (860 - 1040 nm).

15 Las imágenes pueden ser analizadas para identificar, por ejemplo, agua, otros tipos de terrenos, ciudades, etc. Para identificar agua un índice de agua puede ser generado para cada píxel en las imágenes. En un ejemplo, el índice de agua se define definiendo una relación:

$$W_I^{WV} = \frac{P_{coastal\ blue} - P_{NIR2}}{P_{coastal\ blue} + P_{NIR2}}$$

20 como índice del agua. Aquí P_{NIR2} indica la reflectancia de la banda espectral del NIR2 y $P_{coastal\ blue}$ indica la reflectancia en la banda espectral del azul costero. Un umbral predeterminado para el índice del agua puede entonces ser determinado aunque el píxel esté clasificado como agua o no.

Una razón por la que el índice de agua expuesto funciona es que el agua generalmente refleja bastante bien las ondas de luz azules, mientras que las ondas de luz de NIR son solo reflejadas en pequeñas cantidades. Otro ejemplo es:

$$W_I^{GE} = \frac{P_{green} - P_{NIR}}{P_{green} + P_{NIR}}$$

25 definido como un índice del agua. P_{green} indica la reflectancia en la banda espectral verde y P_{NIR} indica la reflectancia en la banda espectral NIR. W_I^{GE} puede, por ejemplo, ser utilizada para el satélite GeoEye-1 que presenta cuatro bandas espectrales, a saber, azul, verde, rojo y cercano al IR (NIR). Así mismo, se pueden utilizar otras cantidades distintas de la reflectancia.

30 Un problema de las técnicas existentes de clasificar áreas que contienen un cierto tipo de terreno, por ejemplo, agua es que es difícil encontrar un umbral que sea válido a través de áreas de mayor amplitud. Típicamente, sucede que las áreas de tierra algunas veces se clasifican de manera errónea como el agua. Una razón para ello es que las áreas ensombrecidas a menudo pueden ofrecer valores para el índice de agua que están en el mismo lado del umbral que el agua.

35 En el documento "Características de Áreas Afectadas por el Tsunami en Imágenes por Satélite de Reducción Moderada", Transacciones sobre Geociencia y Detección a Distancia del IEEE, vol. 45, no. 6, 1 de junio de 2007, páginas 1650 - 1657, K. Kouchi et al describen la forma en que pueden caracterizarse las áreas afectadas por un tsunami. Una forma es comparar las imágenes por satélite del área antes y después del tsunami. Diversos índices del terreno son analizados en esa publicación.

40 En el documento "Índice de Extracción de Agua Automatizado: Una nueva Técnica para el Mapeo de Agua Superficial utilizando la Formación de Imágenes Landsat", Detección a Distancia del Entorno 140 (2014), 23 - 35 por Gudina L. Feysa et al., se define y analiza un nuevo índice de extracción de agua automatizado. Este análisis se relaciona, al menos parcialmente con el agua, el asfalto, las construcciones oscuras y las construcciones luminosas.

45 En la solicitud de Patente estadounidense US 2014/0119639 se presenta un procedimiento para clasificar densidades de agua. En primer lugar, se genera un índice de agua diferencial normalizada (NDWI) para un área y se lleva a cabo una segmentación del área en las características de la densidad del agua y en las características de la

- densidad sin agua. A continuación, esta segmentación se afina calculando una llamada cuenta de confianza. Esta cuenta de confianza se calcula por medio del apareamiento estéreo de imágenes e indica hasta qué punto los píxeles procedentes de diferentes imágenes podrían ser coincidentes entre sí en un proceso de apareamiento estéreo. Se presume que las áreas de agua son más difíciles de que coincidan, lo que se traduce en que los píxeles dentro de las áreas de agua en general tienen mucha menos confianza en el procedimiento de apareamiento estéreo que los píxeles procedentes de las áreas de tierra. Un umbral para esta confianza se puede determinar y los píxeles originalmente clasificados como correspondientes a agua / no agua pueden entonces, dependiendo de cuál sea el lado del umbral de cuenta de confianza en el que están mantienen o cambian su estado de píxeles dentro / fuera de las áreas del agua.
- 5
- 10 La realización del apareamiento estéreo según lo expuesto supone límites en las imágenes utilizadas en el proceso de coincidencia estéreo en cuanto se tendrían que ser tomadas en el mismo momento del año para permitir el apareamiento estéreo, dado que la nieve o apariciones diferentes de árboles caducifolios podrían de cualquier manera hacer imposible encontrar los correspondientes píxeles. Así mismo, el apareamiento estéreo requiere un gran esfuerzo computacional.
- 15 Aunque los ejemplos expuestos se refieren al agua, problemas similares surgen también respecto de otros tipos de terrenos. Para estos otros tipos de terrenos pueden definirse índices similares.

Sumario de la invención

Un objeto de la presente invención es el de proporcionar una forma mejorada de clasificar tipos de terreno. Otro objeto de la presente divulgación es proporcionar una manera alternativa de clasificar tipos de terrenos.

- 20 En un ejemplo, esto se ha conseguido mediante un procedimiento para clasificar un tipo de terreno en un área de acuerdo con la reivindicación 1.

Llevando esto a cabo, solo se requiere una potencia computacional limitada dado que no se necesita ningún apareamiento estéreo. Tampoco se requiere que las imágenes coincidan en su aspecto entre sí, por ejemplo con relación al tiempo del año en el que fueron tomadas, lo que se traduce en el efecto de que pueden utilizarse más imágenes y, por tanto, se puede conseguir un resultado más fiable para el tipo de terreno. Dado que el índice del tipo de terreno se calcula para cada una de la pluralidad de las imágenes, un índice del tipo de terreno "equivocado" en una o algunas de las pluralidades de las imágenes probablemente no afectarán excesivamente a la clasificación final. Los problemas de las sombras, por ejemplo, se reducen. Esto se debe al hecho de que las imágenes de la pluralidad de imágenes generalmente son tomadas en momentos diferentes del día y / o diferentes momentos del año, de manera que las sombras se sitúan en áreas diferentes de diferentes imágenes. Las sombras de cada imagen respectiva no contribuyen de manera excesiva al determinar el índice del tipo de terreno efectivo. Así mismo, se reducen otras razones para una clasificación equivocada. Los botes, embarcaciones, u otros objetos que se mueven sobre el agua que generalmente se clasificarían como pequeños islotes no lo harían con el presente procedimiento.

25

30

- 35 En un ejemplo del procedimiento, el tipo de terreno es agua y, al menos, un índice del tipo de terreno comprende un índice de agua.

Esto es especialmente útil dado que las áreas de agua a menudo son importantes para reconocer las áreas de agua que pueden impedir diferentes tareas como el ser atravesadas por vehículos basados en tierra, edificios o infraestructuras en construcción, o similares.

- 40 En un ejemplo del procedimiento los datos de elevación de la superficie son utilizados para relacionar las imágenes en la pluralidad obtenida de imágenes aéreas superpuestas con los datos de las áreas y / o para relacionar el índice del tipo de terreno efectivo con los datos del área. La aplicación de esta relación es una manera fácil de asegurar que una parte específica de una imagen y del índice del tipo de terreno efectivo determinado se relacionan con una parte específica del área, por ejemplo una parte específica de la superficie de la tierra.

- 45 En un ejemplo del procedimiento, las imágenes aéreas son imágenes tomadas desde al menos un satélite. Esto permite la fácil clasificación de grandes áreas. Especialmente si las imágenes se obtienen a partir de varios satélites, puede disponerse de una cantidad de imágenes aún mayor. Esto incrementará la precisión y / o la fiabilidad de determinado al menos un tipo de terreno efectivo y, de esta manera, la clasificación del área con el tipo de terreno.

- 50 En un ejemplo, el procedimiento comprende además una etapa de calibrar dicha pluralidad de imágenes aéreas de un área para al menos una banda de longitudes de onda y, de modo preferente, para todas las bandas de longitudes de onda que sean utilizadas para calcular el al menos un índice del tipo de terreno. Esto mejora la precisión de los índices del tipo de terreno calculados y con ello al menos incluso más el determinado al menos un índice del tipo de terreno efectivo.

- 55 En un ejemplo del procedimiento, la etapa de determinar el al menos un índice de terreno efectivo para cada parte del área comprende la utilización de un mecanismo de votación y / o un procedimiento estadístico. Esto es

especialmente útil para eliminar clasificaciones equivocadas debido a las sombras, objetos en movimiento, o similares. Así mismo, los procedimientos de votación y / o estadísticos son computacionalmente fáciles de calcular.

5 En un ejemplo, el procedimiento es utilizado para clasificar una pluralidad de tipos de terreno en base a una pluralidad de índices de tipos de terreno cada uno de los cuales representa un tipo de terreno específico. Esto es de utilidad para muchas aplicaciones como la planificación urbanística, las construcciones de infraestructuras, o similares.

10 En un ejemplo, el procedimiento comprende además una etapa de obtención de unos datos de una elevación de la superficie del área, y la al menos una condición predeterminada se refiere también a unos datos de la elevación de la superficie para la correspondiente superficie del área. Esto puede mejorar la clasificación incluso más dado que algunos tipos de terreno son incompatibles con algunos perfiles de elevación de la superficie.

En un ejemplo, el procedimiento comprende además una etapa de obtener al menos una máscara de sombra. Esto permite eliminar resultados no fiables del procedimiento y con ello proporciona un procedimiento en el que las clasificaciones equivocadas del tipo de terreno quedan incluso más reducidas.

15 En un ejemplo del procedimiento, la etapa de obtención de al menos una máscara de sombra comprende la etapa de obtener al menos una máscara de sombra que comprenda la etapa de obtener para cada una de las imágenes de la pluralidad de imágenes aéreas superpuestas, una información relacionada con la posición del sol en el momento en que la imagen fue tomada y la información relacionada con el ángulo al partir del cual fue tomada la imagen. También comprende las etapas de proporcionar un modelo en tres dimensiones del área y de determinar la posición del modelo del área y de determinar la posición de la sombra en cada una de las imágenes de la pluralidad de imágenes aéreas superpuestas en base al modelo tridimensional previsto del área, en base a la información relacionada con la posición del sol en el momento en que la imagen fue tomada y en base a la información relacionada con el ángulo desde el cual la imagen fue tomada. La utilización de estas etapas es una manera eficiente de determinar las sombras con una precisión satisfactoria en un esfuerzo razonable. Contribuye también a cumplir los objetivos del procedimiento.

25 En un ejemplo, solo es calculado del índice del tipo de terreno como alternativa solo utilizado, para partes de cada una de las imágenes de la pluralidad de imágenes aéreas superpuestas para las que ningún tipo de sombra se ha determinado. Dado que los índices del tipo de terreno de las áreas sombreadas pueden no ser fiables, esto presenta el efecto de que los resultados no fiables tendrán influencia en la clasificación. Mediante la omisión del cálculo de los resultados no fiables el procedimiento puede también ser acelerado.

30 En un ejemplo al menos algunos de los objetos han sido obtenidos mediante un programa informático de acuerdo con la reivindicación 12. En un ejemplo, al menos parte de los objetos han sido obtenidos mediante un producto de programa informático de acuerdo con la reivindicación 13.

En un ejemplo, al menos algunos de los objetos han sido obtenidos mediante un sistema para clasificar un tipo de terreno en un área de acuerdo con la reivindicación 14.

35 En un ejemplo del sistema, la unidad de procesamiento está también dispuesta para calibrar dicha pluralidad de imágenes aéreas de un área para al menos una banda de longitudes de onda y, de modo preferente, para todas las bandas de longitudes de onda que sean utilizada para calcular el al menos un índice del tipo de terreno.

En un ejemplo del sistema, la unidad de procesamiento está también dispuesta para obtener al menos una máscara de sombra.

40 En un ejemplo de los datos de elevación de la superficie del sistema del área es atribuido a la pluralidad de imágenes aéreas superpuestas del área, y en el que la al menos una condición predeterminada también se refiere a los datos de elevación de la superficie para la parte correspondiente del área.

El sistema, el programa informático y el producto de programa informático muestran similares ventajas a las que han sido descritas en relación con el procedimiento para clasificar un tipo de terreno de un área.

45 **Breve descripción de los dibujos**

Los dibujos subsecuentes están destinados a ilustrar de un modo mejor el principio de la presente divulgación. El experto en la materia advertirá que existen muchas más situaciones en las que la divulgación tal y como se especifica en las reivindicaciones pueden ser utilizadas de modo diferente a las ilustradas en las figuras. La divulgación por tanto, no debe ser considerada como limitada a los ejemplos específicamente mostrados en las figuras subsecuentes, en las que:

La Fig. 1 muestra un bosquejo de una imagen con una escena;

la Fig. 2 muestra un bosquejo de una escena;

la Fig. 3 muestra un bosquejo ilustrativo de un procedimiento de acuerdo con las primeras formas de realización de la presente divulgación;

la Fig. 4 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento de acuerdo con unas segundas formas de realización de la presente divulgación;

5 la Fig. 5 muestra un diagrama de flujo de unas subetapas de una etapa operativa de acuerdo con la presente divulgación; y

la Fig. 6 muestra un sistema para clasificar un tipo de terreno de acuerdo con la presente divulgación.

Descripción detallada

10 A continuación, la descripción se centrará únicamente en el agua como tipo de terreno y en un índice del agua como un índice del tipo de terreno. Sin embargo, debe entenderse que la aplicación de las enseñanzas de la divulgación no está limitada al agua sino que es aplicable a cualquier otro tipo de terreno. Ejemplos de otros tipos de terreno son rocas, bosques, áreas agrícolas, construcciones e infraestructuras. Los índices del tipo de terreno pueden definirse para estos otros tipos de terrenos de manera similar al índice del agua definido en la técnica antecedente. La reflectancia se puede escoger a partir de banda(s) de longitudes de onda apropiadas para específicamente señalar el tipo de terreno. Así mismo, los índices del tipo de terreno definidos con más de dos reflectancias o mediante fórmulas completamente diferentes se pueden utilizar dentro del alcance de la presente divulgación.

15 La Fig. 1 muestra un bosquejo de una imagen 1 con una escena como puede apreciarse cuando la imagen es una imagen aérea. La imagen aérea puede, por ejemplo, provenir de un avión, un helicóptero, un globo, un vehículo aéreo no tripulado (UAV), un satélite, o similares. En el ejemplo de la imagen 1 se muestra un gran lago o un mar 10 con un contorno de la superficie del agua 20. Un área 12 de tierra está en el otro lado del contorno de la superficie del agua 20 diferente del gran lado o mar 10. Sobre el área 12 de tierra se muestran un edificio u otra construcción 13. Estos edificio o construcción 13 pueden ser el origen de una sombra 14. La posición de la sombra 14 depende de la posición del sol. En el ejemplo ilustrado, el sol está situado a la izquierda de manera que la sombra 14 del edificio de la construcción 13 está sobre el lado del edificio o de la construcción 13 que no está expuesta al sol. En el ejemplo de la imagen 1 este es el lado derecho del edificio o construcción 14. En la imagen 1, también se muestra un pequeño lago o un estanque 11 con una línea de la superficie del agua 21.

20 En la imagen 1 el gran lago o el mar 10 y el pequeño lado o el estanque 11 son áreas de agua, mientras que el área 12 de tierra que incluye el edificio o la construcción 13 con su sombra 14 no son áreas de agua. En base a dicha imagen 1, la finalidad de la presente divulgación es clasificar correctamente las áreas de agua como áreas de agua y las áreas sin agua como áreas sin agua. Especialmente, la sombra 14 es difícil de clasificar correctamente en determinadas soluciones de la técnica anterior. Debe destacarse que la Fig. 1 es solo un esbozo. En realidad las imágenes pueden mostrar estructuras mucho más complejas. Hay, por ejemplo, otras posibles fuentes de áreas de agua. Estas otras fuentes pueden ser cualquier fuente de agua procedente de ríos, arroyos, canales de agua, depósitos de agua, piscinas, etc. Así mismo, hay otras fuentes de sombras posibles como, por ejemplo, vegetación o elevaciones de terreno como montañas, colinas, escarpas, etc. Incluso objetos móviles podrían estar presentes en una imagen. Algunos de estos objetos móviles como barcos, botes, plataformas, etc. podrían traducirse en una clasificación equivocada de áreas que no sean de agua. La forma en que esto puede evitarse se describirá más adelante. La propia área de tierra puede subdividirse en muchos tipos de terrenos diferentes como edificios, vegetación, área agrícola, desierto, piedra, roca, glaciar, etc.

25 La Fig. 2 muestra un bosquejo de una escena 2. Mientras la Fig. 1 muestra una imagen aérea tomada "desde arriba", la Fig. 2 muestra la escena 2 en una vista lateral. La escena comprende un área 50 de agua tranquila, y el área 51 de tierra, comenzando por el extremo del área 50 del agua y continuando con las variaciones de la elevación de su superficie sobre el lado derecho de la escena 2. El área 51 de tierra se produce al seguir desde la izquierda a la derecha en la Fig. 2 primeramente sustancialmente sin turbulencias. A continuación, se eleva sustancialmente en la sección en la que la línea desde el número de referencia de las áreas de tierra toca el área de tierra. A continuación, gira hasta una sección en aumento sobre la cual un edificio 52 con una techumbre está construida y, a continuación, gira hasta una sección de mayor incremento. En el ejemplo de la Fig. 2, tres áreas 53, 54, 55 están clasificadas como agua. El área 55 es correctamente clasificada como agua, mientras que las áreas 53 y 54 están incorrectamente clasificadas como agua. Para el área 53 esta clasificación incorrecta podría producirse debido a las sombras procedentes del edificio 53. La clasificación incorrecta del área 54 podría producirse debido a otras razones.

Las situaciones descritas en relación con la Fig. 1 y la Fig. 2 suministran ejemplos de situaciones en las que los procedimientos, sistemas, programas informáticos y productos de programa informático divulgados para la clasificación de un tipo de terreno en un área pueden ser utilizados.

30 A continuación, se describirá con mayor detalle un procedimiento 400 para clasificar un tipo de terreno en un área en relación con la Fig. 3 y la Fig. 4. El procedimiento comienza con una etapa 410 de obtención de una pluralidad de imágenes aéreas superpuestas del área. Las imágenes aéreas pueden, por ejemplo, proceder de un avión, un helicóptero, un globo aerostático, un vehículo aéreo no tripulado (UAV), un satélite o similares. Si las imágenes

aéreas se ofrecen a partir de satélites dichas imágenes son especialmente útiles dado que las imágenes por satélite generalmente se encuentran disponibles en diferentes bandas de longitudes de ondas según lo anteriormente descrito, lo que facilita el cálculo de los índices del tipo de terreno. Así mismo, las imágenes por satélite podrían proporcionar imágenes sobre grandes áreas. El procedimiento 400 aprovecha especialmente aquellos supuestos de imágenes que son tomadas en diferentes horas del día y / o periodos anuales. Así mismo, el procedimiento 400 es capaz de combinar imágenes tomadas en diferentes momentos del año. El procedimiento 400 muestra también especiales ventajas si las imágenes de la pluralidad de las imágenes aéreas superpuestas no son tomadas de manera simultánea. Todas estas circunstancias son generalmente ofrecidas mediante imágenes por satélite. Sin embargo, debe destacarse que ninguna de las circunstancias anteriormente reseñadas constituye un requisito para que el procedimiento funcione, y que todas estas circunstancias, en principio, también podrían conseguirse con imágenes tomadas mediante otros medios distintos de los satélites. Así mismo, debe destacarse que el procedimiento trabaja con imágenes tomadas por el mismo satélite, así como con imágenes tomadas de diferentes satélites. Así, en un ejemplo, las imágenes aéreas son imágenes tomadas de un satélite. En otro ejemplo, las imágenes aéreas son imágenes tomadas de satélites diferentes.

Aquí, y en el conjunto del documento, el término pluralidad de imágenes no se refiere a imágenes diferentes, esto es, imágenes tomadas en momentos diferentes o desde ángulos diferentes, o por diferentes disposiciones de cámaras, o circunstancias similares. El término no se refiere a imágenes que solo difieren por la banda de longitudes de onda que utilizan. En el ejemplo de los satélites de WorldView-2 o WorldView-3 una imagen procedente, por ejemplo, de la banda NIR2 y una imagen procedente de la banda verde tomada básicamente de manera simultánea y que muestra básicamente la misma área contaría también en la terminología de este documento como una imagen y no como una pluralidad de imágenes.

Al referirse al término superposición se debe entender que las imágenes se superponen dentro del área en el que el tipo de terreno se clasifica. En un ejemplo, cada parte del área para la cual el tipo de terreno se clasifica está cubierta por al menos dos imágenes a partir de la pluralidad de imágenes superpuestas.

En un ejemplo, los datos de elevación de superficie, SED, se utiliza para relacionar las imágenes en la pluralidad obtenida de imágenes aéreas superpuestas sobre los datos del área (no mostrados en la Fig. 4). Este podría ser el mismo tipo de SED descrito más adelante, por ejemplo, en relación con la etapa 460. Los datos del área comprenden en un ejemplo dos o tres coordenadas dimensionales del área. El término área por tanto no se refiere necesariamente a una superficie plana sino que podría, en un ejemplo, también incluir una dimensión en altura. En un ejemplo, el término relativo se refiere a la proyección. En un ejemplo, los ángulos son así proyectados sobre un modelo del suelo, por ejemplo, un modelo de elevación digital, DEM, o un modelo de superficie digital, DSM. Al hacer esto se asegura que una parte específica de una imagen se refiera a una parte específica del área, por ejemplo un parte específica de la superficie de la tierra.

En un ejemplo, el término obtención se refiere a la utilización de imágenes que fueron tomadas en un momento anterior y que están almacenadas en un algún dispositivo de almacenamiento. De ninguna manera es necesario tomar imágenes en el momento de que el procedimiento 400 se lleva a cabo. Después de la etapa 410 el procedimiento continúa con una etapa 420 opcional.

En la etapa 420, las imágenes de dicha pluralidad de imágenes aéreas de un área son calibradas para al menos una banda de longitudes de onda y, de modo preferente, para todas las bandas de longitudes de onda que son utilizadas para calcular el al menos un índice del tipo de terreno. En un ejemplo, esta calibración comprende unos aerosoles de la atmósfera y / o unos ángulos del sol. Esta calibración permite obtener mejores resultados dado que la información que puede ser extraída de las imágenes, como la reflectancia, es a continuación directamente comparable entre las imágenes. Esto se debe al hecho de que la calibración puede eliminar o, al menos, reducir en gran medida las influencias procedentes del entorno que afectaron la imagen. Estas influencias pueden, por ejemplo, consistir en propiedades relacionadas con una disposición de cámara específica que tome una o más de las imágenes de la pluralidad de imágenes aéreas superpuestas. Se debe insistir en que la etapa 420 es opcional. Las imágenes podrían, por ejemplo, ya haber sido calibradas en una etapa previa. En un ejemplo, las imágenes no son calibradas en modo alguno. Este podría, por ejemplo, ser el caso si la información extraíble de las imágenes está satisfactoriamente indicada para la comparación y para el cálculo de los índices del terreno, incluso sin calibrarlo. Después de la etapa 420, el procedimiento continúa con la etapa 430.

En la etapa 430, al menos un índice del tipo de terreno es calculado para cada parte de cada una de las imágenes aéreas que se sitúan en el área. El al menos un índice del tipo de terreno representa el tipo de terreno. En un ejemplo, el tipo de terreno es agua y el índice del tipo de terreno es un índice del agua. El término parte indica cualquier subdivisión apropiada de la imagen. En un ejemplo, un índice de tipo de terreno es calculado para cada píxel o grupo de píxeles de la imagen. En un ejemplo, un índice del tipo de terreno es calculado para un grupo de píxeles. Como resultado de ello, al menos un índice del tipo del terreno es calculado para todas las partes que muestran el área de una imagen de la pluralidad de las imágenes obtenidas. Esto se lleva a cabo para todas las imágenes entre la pluralidad de imágenes obtenidas. Dado que cada una de las partes anteriormente designadas de una imagen se corresponde a una parte del área, de esta manera habrá generalmente unos valores diferentes calculados para el índice del tipo de terreno de una parte del área. Esto se debe al hecho de que una parte de una imagen y una parte de otra imagen, ambas correspondientes a la misma parte del área, en general parecen

diferentes debido a los diferentes tiempos en que las imágenes fueron tomadas. Especialmente, diferentes momentos del año o diferentes momentos del día generalmente influyen en el aspecto de una imagen.

5 Esto se debe a la diferente apariencia de la vegetación y de las diferentes posiciones de las sombras. Así mismo, los objetos móviles generalmente difieren entre dos imágenes. Los índices del tipo de terreno calculados para cada imagen permiten en un ejemplo clasificar cada imagen 435 con el tipo de tipo de terreno, por ejemplo por medio de umbrales.

10 En un ejemplo de la etapa 430, esta etapa comprende una etapa 460 de obtención de unos datos de elevación de superficie, SED, del área. En un ejemplo, este SED se obtiene por medio de otras fuentes, por ejemplo por medio de un proveedor del SED. En un ejemplo, este SED es calculado en base a la pluralidad obtenida de las imágenes aéreas superpuestas. Al calcular el índice del tipo de terreno se utiliza en un ejemplo del procedimiento 400 el SED para determinar si un valor del índice del tipo de terreno es compatible con el SED. En el ejemplo de la Fig. 2, el área 54 no sería, bajo algunas circunstancias, compatible con un índice del agua que indicara el agua dado que el SED muestra una superficie inclinada. Mientras esto sería permisible para riachuelos o ríos, una superficie inclinada no sería compatible con un lago. Si el índice del agua muestra de esta manera que un área en forma de lago o elemento similar es calculado para una parte de una imagen para la cual los datos SED no son posibles, se puede entonces marcar el valor del índice del agua para este área como no fiable o simplemente prescindir de los valores del índice del agua de ese área. Debe destacarse que los valores del índice del agua pueden ser diferentes para diferentes imágenes según lo antes descrito. Esto podría traducirse en que solo los índices del agua de un área en una o en algunas imágenes es / son fiable(s) mientras que los índices del agua de otra(s) imagen(es) pueden seguir siendo fiables y utilizadas de esta manera. Los SED pueden ser también utilizados para otros tipos de terrenos distintos del agua.

20 En un ejemplo, la etapa 430 comprende la etapa 470 de obtención de al menos una marca de sombra. Esta etapa se describe con mayor detalle en relación con la Fig. 5. Después de la etapa 430 el procedimiento continúa con la etapa 440.

25 En la etapa 440 al menos un índice del tipo de terreno efectivo se determina para cada parte del área en base al calculado al menos un índice del tipo de terreno para cada parte de cada una de las imágenes aéreas. En otras palabras, los índices calculados para cada imagen, que fueron calculados en la etapa 430, son utilizados para determinar un final al menos un índice del tipo de terreno para cada parte del área. A modo de ejemplo, el índice del tipo de terreno efectivo de un área A se determina en base a los índices del tipo de terreno calculado a partir de las partes de las imágenes que corresponden al área A. En un ejemplo, la etapa 440 comprende la utilización de un mecanismo de votación y / o un procedimiento estadístico. El índice del tipo de terreno efectivo para una parte del área puede por ejemplo determinarse tomando la media estadística o una media estadística ponderada de los índices del tipo del terreno a partir de las partes de las imágenes correspondientes a esta parte del área. Un ejemplo de ponderación es las sombras de las nubes. En el caso de que esta información esté disponible, dado que las imágenes sombreadas por las nubes tendrían otras apariencias y una distinta fiabilidad que las imágenes que están expuestas directamente a la luz del sol. Otro ejemplo o ejemplo adicional de ponderación es el ángulo del sol. En el caso de que el sol sea directamente reflejado por el suelo en el sensor que toma las imágenes, la fiabilidad de las partes de las imágenes que provocan esta reflexión es generalmente bastante baja. Partes de las imágenes que la etapa anterior han sido determinadas como índice de tipos de terreno desdeñables o no fiables son entonces excluidas cuando se adopta la media, o al menos se reduce drásticamente en cuanto a su peso. En un ejemplo, los SED obtenidos mediante la etapa 460 son utilizados en la etapa 440. Si el índice del tipo de terreno efectivo determinado es incompatible con los SED para una parte del área, el índice del tipo de terreno efectivo para esta parte del área se puede marcar como no fiable o simplemente desdeñarse.

45 En un ejemplo, los SED son utilizados para relacionar el índice del tipo de terreno efectivo con respecto a los datos del área. En el caso de las imágenes que no han sido todavía atribuidas a partes específicas del área, como por ejemplo se describió anteriormente, la atribución podría ahora efectuarse a su vez con el índice del tipo de terreno efectivo. Esto significa que un índice del tipo de terreno efectivo específico, esto es, el índice del tipo de terreno efectivo para una parte específica del área realmente es atribuida a una parte específica del área.

Después de la etapa 440 se lleva a cabo una etapa 450 posterior.

50 En la etapa 450, las partes del área para las cuales se ha satisfecho al menos una condición predeterminada son clasificadas como que contienen el tipo de terreno, en la que al menos una de la al menos una condición predeterminada se refiere a un valor del determinado al menos un índice de tipo de terreno efectivo. En un ejemplo, la al menos una condición predeterminada es un umbral del índice del tipo de terreno efectivo. Un umbral para el determinado al menos un índice del tipo de terreno efectivo es entonces utilizado de la forma siguiente. Cada parte del área que presenta un índice del tipo de terreno efectivo por encima de los umbrales es clasificada como conteniendo el tipo de terreno mientras que cada parte del área que presenta un índice del tipo de terreno efectivo por debajo del umbral es entonces clasificada como que no contiene el tipo de terreno, o viceversa. En un ejemplo, especialmente cuando el índice del tipo de terreno efectivo determinado es una media de los índices del tipo de terreno calculado, o ha sido determinado por procedimientos estadísticos similares o por un mecanismo de votación, esto presenta el efecto de que algunos índices del tipo de terreno calculado que están en el lado "equivocado" del

umbral podrían como media situarse sobre el lado "derecho" del umbral, reduciendo así el número de clasificaciones erróneas. Especialmente, cuando la etapa 470 ha sido utilizada conjuntamente con la etapa 430 y / o cuando los SED han sido utilizados en la etapa 430 y / o en la etapa 440, dando como resultado que partes de las imágenes con índices del tipo de terreno incompatibles o indeterminables quedarán corregidas o desdeñadas, dando como resultado además que las contribuciones de la clasificación final fueran ya drásticamente reducidas en las etapas anteriores, esto permite una clasificación final incluso más mejorada del área. En otras palabras, dado que los resultados "erróneos" pueden ya ser tomados en consideración en las etapas 430 y / o en la etapa 440, el número de índices del tipo de terreno efectivo determinados es tal que están en el lado "equivocado" del umbral en la etapa 450 es muy bajo, dando como resultado una clasificación mejorada. Así mismo, la influencia de los objetos móviles se reduce. Dado que los objetos móviles generalmente no están en la misma posición en diferentes imágenes, no contribuirán de manera considerable al índice del tipo de terreno efectivo determinado. Esto se debe al efecto de que su contribución se elimina o que al menos se reduce al promediar o votar. Como consecuencia, la influencia de estos objetos también se reduce al clasificar el área en la etapa 450, mejorando con ello también las clasificaciones correctas. Especialmente, la influencia de los barcos, botes u otros objetos flotantes móviles se puede reducir, reduciendo con ello la probabilidad de clasificarlos de forma errónea como pequeñas islas, esto es, áreas sin agua.

En un ejemplo, la al menos una condición predeterminada se refiere a los SED. En un ejemplo, se comprueba en la etapa 450 si la clasificación es compatible con los SED. Esto es similar a lo que ha sido anteriormente descrito. Si se concluye que la clasificación no es compatible con los SED, la clasificación está modificada en un ejemplo. Si, por ejemplo, se concluye que el área de agua en forma de lago se sitúa sobre una superficie inclinada, este área se modificará en su clasificación de área de agua a área sin agua. Incluso si los SED han ya sido utilizados en la etapa 430 y / o en la etapa 440 y no explícitamente en la etapa 450, la condición predeterminada debe todavía indirectamente referirse a los SED, dado que los SED han sido tomados en consideración al determinar el índice del tipo de terreno.

El procedimiento 400 finaliza después de la etapa 450. En un ejemplo, el procedimiento 400 es utilizado para clasificar una pluralidad de tipos de terreno en base a una pluralidad de índices de tipos de terreno cada uno de los cuales representa un tipo de terreno específico. En un ejemplo, esto se lleva a cabo dirigiendo secuencialmente el procedimiento 400 para diferentes tipos de terreno. El procedimiento 400 puede, por ejemplo, ser primeramente aplicado para clasificar el área en área de agua y sin agua. En la siguiente aplicación del procedimiento 400, el área sin agua puede ser clasificada en área con construcciones y área sin construcciones. A continuación, el área sin construcciones o con construcciones puede ser ulteriormente subclasificada. En otro ejemplo, los diferentes índices de tipos de terreno son calculados y determinados en paralelo, esto es, primeramente la pluralidad de los índices del tipo de terreno es calculada en la etapa 430, a continuación la pluralidad de índices del tipo de terreno efectivos se determina en la etapa 440 y, a continuación, las partes del área son clasificadas como conteniendo una de la pluralidad de tipos de terreno en la etapa 450. Al efectuar la clasificación en paralelo, se han utilizado diversas estrategias para evitar dobles clasificaciones incompatibles. La clasificación de una parte de un área como un bosque y como agua, de manera simultánea, podría, por ejemplo, no ser compatible. Una estrategia de este tipo es definir que una clasificación anula otra clasificación, por ejemplo, la clasificación del agua anula cualquier otra clasificación.

En relación con la Fig. 5, se analiza con mayor detalle una etapa 500 de obtención de una máscara de sombra. La etapa 500 es un ejemplo llevado a cabo para cada una de las al menos unas máscaras de sombra obtenidas en la etapa 470.

La etapa 500 comienza con una subetapa 510 de obtención para cada una de las imágenes de la pluralidad de imágenes aéreas superpuestas una información relacionada con la posición del sol en el momento en que la imagen fue tomada y la información, relacionada con el ángulo a partir del cual fue tomada la imagen. La información relativa al ángulo a partir del cual la imagen fue tomada es una información ejemplar relacionada con al menos el cabeceo, la guiñada y el ángulo de bamboleo de la disposición de cámara que toma la imagen. En un ejemplo la información se refiere a todo el cabeceo, la guiñada y el ángulo de bamboleo de la disposición de cámara. La información relacionada con la posición del sol en el momento en que la imagen fue tomada es un ejemplo del momento y de la fecha cuando la imagen fue tomada y de la localización geográfica de la disposición de cámara. Conociendo esta información, será posible determinar la posición del sol en el momento en que la imagen fue tomada. Esto es conocido en la técnica y no se describe de forma más detallada. Después de la subetapa 510, la etapa 500 continúa con la subetapa 520.

En la subetapa 520, se dispone un modelo tridimensional (3D) del área. En un ejemplo este modelo 3D del área se deriva de los SED que se obtuvieron en la etapa 460 opcional. En un ejemplo, el modelo 3D se deriva de la pluralidad de las imágenes aéreas superpuestas, por ejemplo por medio del apareamiento estéreo. En un ejemplo, es utilizado un modelo 3D preexistente. Después de la subetapa 520 la etapa 500 continúa con la subetapa 530.

En la subetapa 530, la posición de la sombra en cada una de las imágenes de la pluralidad de imágenes aéreas superpuestas se determina en base al modelo tridimensional suministrado del área, en base a la información relacionada con la posición del sol en el momento en que la imagen fue tomada y en base a la información relacionada con el ángulo a partir del cual la imagen fue tomada. Al conocer la posición del sol y al tener un modelo 3D del área, se puede determinar qué partes de las áreas están cubiertas por nubes que son provocadas por

estructuras existentes en el área. Estas estructuras del área son, por ejemplo, edificios, construcciones, montañas, colinas, etc. Las partes de las áreas que son de esta manera determinadas como cubiertas por sombra y a continuación determinadas como máscara de sombra. Después de la subetapa 530, la etapa 500 termina.

5 Debe entenderse que las referencias expuestas son solo ejemplares de la manera en la que la etapa 500 puede ser dividida en subetapas. La etapa 500 presenta, en un ejemplo, otras subetapas, también es posible modificar el orden de las subetapas. Especialmente las subetapas 510 y 520 no dependen unas de otras y pueden llevarse a cabo en un orden diferente o paralelo.

10 La máscara de sombra determinada de esta manera es singular para cada imagen entre la pluralidad de imágenes aéreas superpuestas obtenidas. Al efectuar la etapa 500 para diferentes máscaras de sombra sin embargo, debe tenerse en cuenta que especialmente la subetapa 520 puede ser la misma para todos los recorridos de la etapa 500 y, de esta manera, generalmente solo necesita llevarse a cabo una vez.

15 En un ejemplo de la etapa 430 el índice del tipo de terreno solo es calculado, como alternativa solo es utilizado, para las partes de cada una de las imágenes de la pluralidad de imágenes aéreas superpuestas para las cuales ningún tipo de sombra se ha determinado. Esto significa en un ejemplo que un índice de tipo de terreno para una imagen es solo calculado para las partes de la imagen que no están cubiertas por el mapa de sombras que se corresponde con la imagen. En un ejemplo, el índice del tipo de terreno para la imagen es solo utilizado para las partes de la imagen que no están cubiertas por el mapa de sombra que se corresponde con la imagen. El índice del tipo de terreno está en un ejemplo marcado como no fiable y / o indeterminable para las partes de una imagen que están cubiertas por el mapa de sombras correspondiente. Como un efecto, las partes de una imagen que están cubiertas por la sombra contribuirán a determinar el índice del tipo de terreno. Por el contrario, solo aquellas imágenes en las que la parte correspondiente no está cubierta por la sombra contribuirán. Esto provoca el efecto de que los resultados no fiables no sean utilizados y la determinación y finalmente la clasificación solamente se basará en resultados fiables, reduciendo con ello el número de clasificaciones erróneas.

25 La Fig. 6 muestra esquemáticamente un sistema 600 para clasificar un tipo de terreno de un área. El sistema 600 comprende unos medios 610 de memoria y una unidad 620 de procesamiento.

Aquí, y en el conjunto del documento, el término enlace se refiere a cualquier tipo de enlace que permite la transmisión de información. En un ejemplo, el enlace es un enlace inalámbrico. En un ejemplo, el enlace es un enlace físico, por ejemplo un enlace que comprende un hilo o al menos una fibra.

30 Los medios 610 de memoria están dispuestos para almacenar una pluralidad de imágenes aéreas superpuestas del área. Esta pluralidad de imágenes aéreas superpuestas se puede obtener según se describe en relación con la etapa 410. En un ejemplo, la pluralidad de imágenes aéreas superpuestas se dispone en los medios 610 de memoria por medio de unos medios 630 de provisión de imágenes. Estos medios 630 de provisión de imágenes, comprenden, en un ejemplo, al menos una disposición de cámara. En un ejemplo, los medios 630 de provisión de imágenes comprenden un archivo de imágenes. En un ejemplo, los medios 610 de memoria también están dispuestos para almacenar información relativa a la posición del sol en el momento en que la imagen fue tomada y a la información relacionada con el ángulo desde el cual se tomó la imagen. Esta información es un ejemplo de acuerdo con lo que se ha descrito en relación con la etapa 510. Esta información es un ejemplo suministrado por medio de los medios 630 de provisión de imágenes.

40 En un ejemplo, los medios de memoria están también dispuestos para almacenar información relacionada con los SED y / o relacionados con un modelo 3D. Esta información es un ejemplo suministrado por medio de los SED y / o por los medios 640 de provisión del modelo 3D.

45 La unidad 620 de procesamiento está dispuesta para calcular al menos un índice del tipo de terreno para cada parte de cada una de las imágenes aéreas, donde al menos un índice del tipo de terreno representa el tipo de terreno. Esto puede llevarse a cabo de acuerdo con lo que se ha descrito en la etapa 430. La unidad de procesamiento está también dispuesta para determinar al menos un índice del tipo de terreno efectivo para cada parte del área en base al calculado al menos un índice del tipo de terreno para cada parte de cada una de las imágenes aéreas. Esto puede llevarse a cabo de acuerdo con lo que se ha descrito en relación con la etapa 440. La unidad 620 de procesamiento está incluso además dispuesta para clasificar las partes del área para las que al menos unas condiciones predeterminadas son satisfechas al contener el tipo del terreno, en el que al menos una de la al menos una condición predeterminada se refiere a un valor del determinado al menos un índice del tipo de terreno efectivo. Esto puede llevarse a cabo de acuerdo con lo que se ha descrito en relación con la etapa 450.

50 En un ejemplo, el sistema 600 comprende un enlace 615 entre la unidad de procesamiento y los medios de memoria. Este enlace permite la transmisión de información entre la unidad 620 de procesamiento y los medios 610 de memoria.

55 En un ejemplo, la unidad 620 de procesamiento está también dispuesta para calibrar dicha pluralidad de imágenes aéreas de un área para al menos una banda de longitudes de onda y, de modo preferente, para todas las bandas de longitudes de onda que son utilizadas para calcular el al menos un índice del tipo de terreno. Esto puede, de modo preferente, llevarse a cabo de una forma descrita en relación con la etapa 420. En un ejemplo, la unidad 620 de

5 procesamiento está también dispuesta para obtener al menos una máscara de sombra. En un ejemplo del sistema 600, la información relacionada con la clasificación del área es transmitida a un dispositivo 690 de salida. En un ejemplo del dispositivo 690 de salida, es una unidad de visualización. En un ejemplo, el dispositivo de salida es una disposición de almacenamiento. La comunicación entre el sistema 600 y el dispositivo 690 de salida, los SED y / o los medios 640 de provisión del modelo 3D y / o los medios 630 de provisión de imágenes está, en un ejemplo, dispuesto para ser llevado a cabo mediante imágenes.

10 La presente divulgación se refiere también a un programa informático que comprende un código de programa para clasificar un tipo de terreno de un área. Así mismo, se refiere a un producto de programa informático que comprende un código de programa almacenado en un medio de almacenamiento legible por ordenador para clasificar un tipo de terreno de un área. En un ejemplo, el programa informático comprende cualquiera de las etapas del procedimiento descritas anteriormente. En un ejemplo, el código de programa está configurado para ejecutar cualquiera de las etapas del procedimiento anteriormente descritos. En un ejemplo, el producto de programa informático es un producto de programa informático no transitorio. En un ejemplo, el medio de almacenamiento legible por ordenador es un medio legible por ordenador no transitorio.

15 Al hacer referencia a los datos de elevación de superficie, SED, en la presente divulgación, debe entenderse que esta expresión se refiere también a Modelos de Elevación Digitales, DEM, o a Modelos de Superficie Digitales, DSM. Los DEM y DSM deben, por tanto, en el alcance de la presente divulgación ser tratados como equivalentes a los SED y como amparados por la expresión SED.

20

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento (400) para clasificar un tipo de terreno de un área, en el que dicho tipo de terreno es agua, roca, construcción o infraestructura, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- 5 - obtener (410) una pluralidad de imágenes superpuestas aéreas del área, en el que las imágenes superpuestas no son imágenes que solo difieren por la banda de longitudes de onda que utilizan;
- calcular (430) un índice del tipo de terreno para cada parte de cada una de las imágenes aéreas que está situada en el área, donde el índice del tipo de terreno representa el tipo de terreno específico;
- 10 - determinar (440) al menos un índice del tipo de terreno efectivo para cada parte del área en base al índice del tipo de terreno calculado para la correspondiente parte de cada una de las imágenes aéreas, en el que el índice del tipo de terreno efectivo para una parte del área se determina tomando la media estadística, o una media estadística ponderada, de los índices del tipo de terreno correspondientes a partir de las partes correspondientes de las imágenes que se corresponden a esta parte del área; y
- 15 - clasificar (450) las partes del área para las cuales al menos una condición predeterminada es satisfecha como partes que contienen el tipo de terreno, y en el que al menos una de la al menos una condición predeterminada se refiere a un valor de al menos un índice del tipo de terreno efectivo determinado.
- 2.- El procedimiento (400) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el tipo de terreno clasificado es agua y en el que el índice del tipo de terreno comprende un índice del agua.
- 3.- El procedimiento (400) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los datos de elevación de la superficie son utilizados para relacionar las imágenes de la pluralidad obtenida de imágenes aéreas superpuestas con los datos del área y / o para relacionar el índice del tipo de terreno efectivo con los datos del área.
- 20 4.- El procedimiento (400) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que las imágenes aéreas son imágenes tomadas desde al menos un satélite.
- 5.- El procedimiento (400) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además una etapa de calibrar (420) dicha pluralidad de imágenes aéreas de un área para al menos una banda de longitud de onda y, de modo más preferente, para todas las bandas de longitudes de onda que son utilizadas para calcular el índice del tipo de terreno.
- 25 6.- El procedimiento (400) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la etapa de determinar el al menos un índice del tipo de terreno efectivo para cada parte del área comprende utilizar un mecanismo de votación y / o un procedimiento estadístico.
- 30 7.- El procedimiento (400) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el procedimiento es utilizado para clasificar una pluralidad de tipos de terreno en base a una pluralidad de índices de tipos de terreno cada uno de los cuales representa un tipo de terreno específico.
- 8.- El procedimiento (400) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además una etapa de obtener (460) unos datos de elevación de superficie del área y donde la al menos una condición predeterminada también se refiere a los datos de elevación de superficie para la correspondiente parte del área.
- 35 9.- El procedimiento (400) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además una etapa de obtener (470, 500) al menos una máscara de sombra.
- 10.- El procedimiento (400) de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la etapa de obtener (470, 500) dicha al menos una máscara de sombra comprende las etapas de:
- 40 - obtener (510) para cada una de las imágenes de la pluralidad de imágenes aéreas superpuestas, una información relativa a la posición del sol en el momento en que la imagen fue tomada y la información relativa al ángulo desde el que fue tomada la imagen;
- proveer (520) un modelo tridimensional del área;
- 45 - determinar (530) la posición de la sombra en cada una de las imágenes de la pluralidad de imágenes aéreas superpuestas en base al modelo tridimensional suministrado del área, en base a la información relacionada con la posición del sol en el momento en que la imagen fue tomada y en base a la información relacionada con el ángulo desde el que fue tomada la imagen.
- 50 11.- El procedimiento (400) de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, en el que dicho índice del tipo de terreno es solamente calculado, como alternativa, solo utilizado, para las partes de cada una de las imágenes de la pluralidad de imágenes aéreas superpuestas para las que ninguna sombra ha sido determinado.

12.- Programa informático que comprende un código de programa para clasificar un tipo de terreno de un área, en el que dicho tipo de terreno es agua, roca, construcción o infraestructura, que comprende las etapas de:

- obtener una pluralidad de imágenes aéreas superpuestas del área, en el que las imágenes superpuestas no son imágenes que solo difieren por la banda de longitudes de onda que utilizan;

5 - calcular un índice del tipo de terreno para cada parte de cada una de las imágenes aéreas, donde el índice del tipo de terreno representa el tipo de terreno específico;

10 - determinar al menos un índice del tipo de terreno efectivo para cada parte del área en base al índice del tipo de terreno calculado para la correspondiente parte de cada una de las imágenes aéreas, en el que el índice del tipo de terreno efectivo para una parte del área se determina tomando la media estadística, o una media estadística ponderada, de los correspondientes índices del tipo de terreno a partir de las correspondientes partes de las imágenes, que se corresponden con esta parte del área; y

- clasificar las partes del área para las cuales al menos una condición predeterminada se satisface en tanto que partes que contienen el tipo de terreno, en el que al menos una de la al menos una condición predeterminada se refiere a un valor del al menos un índice del tipo de terreno efectivo determinado.

15 13.- Producto de programa informático que comprende un código de programa almacenado en un medio de almacenamiento legible por ordenador para clasificar un tipo de terreno de un área, en el que dicho tipo de terreno es agua, roca, construcción o infraestructura, estando el código de programa configurado para ejecutar las etapas de:

20 - obtener una pluralidad de imágenes aéreas superpuestas del área, en el que las imágenes superpuestas no son imágenes que solo difieren por la banda de longitudes de onda que utilizan;

- calcular un índice del tipo de terreno para cada parte de cada una de las imágenes aéreas, donde el índice del tipo de terreno representa el tipo de terreno específico;

25 - determinar al menos un índice del tipo de terreno efectivo para cada parte del área en base al índice del tipo de terreno calculado para la correspondiente parte de cada una de las imágenes aéreas, en el que el índice del tipo de terreno efectivo para una parte del área se determina tomando la media estadística o una media estadística ponderada de los índices del tipo de terreno correspondientes a partir de las correspondientes partes de las imágenes que se corresponden con esta parte del área; y

30 - clasificar las partes del área para las cuales al menos unas condiciones predeterminadas se satisfacen como partes que contienen el tipo de terreno, en el que al menos una de la al menos una condición predeterminada se refiere a un valor del predeterminado al menos un índice del tipo de terreno efectivo.

14.- Un sistema (600) para clasificar un tipo de terreno de un área, en el que dicho tipo de terreno es agua, roca, construcción o infraestructura, comprendiendo el sistema:

35 - unos medios (610) de memoria dispuestos para almacenar una pluralidad de imágenes aéreas superpuestas del área, en el que las imágenes superpuestas no son imágenes que solo difieren por la banda de longitudes de onda que utilizan;

40 - una unidad (620) de procesamiento dispuesta para calcular un índice del tipo de terreno para cada parte de cada una de las imágenes aéreas, donde el índice del tipo de terreno representa el tipo de terreno específico, para determinar al menos un índice del tipo de terreno efectivo para cada parte del área en base al índice del tipo de terreno calculado para la correspondiente parte de cada una de las imágenes aéreas, en el que el índice del tipo de terreno efectivo para una parte del área se determina tomando una media estadística, o una media estadística ponderada, de los índices del tipo de terreno correspondiente a partir de las correspondientes partes de las imágenes que se corresponden con esta parte del área, y para clasificar las partes del área para las cuales al menos unas condiciones predeterminadas se satisfacen como partes que contienen el tipo de terreno, en el que al menos una de la al menos una condición predeterminada se refiere a un valor de al menos un índice del tipo de terreno efectivo determinado.

15.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 14, en el que la unidad (620) de procesamiento está también dispuesta para obtener al menos una máscara de sombra.

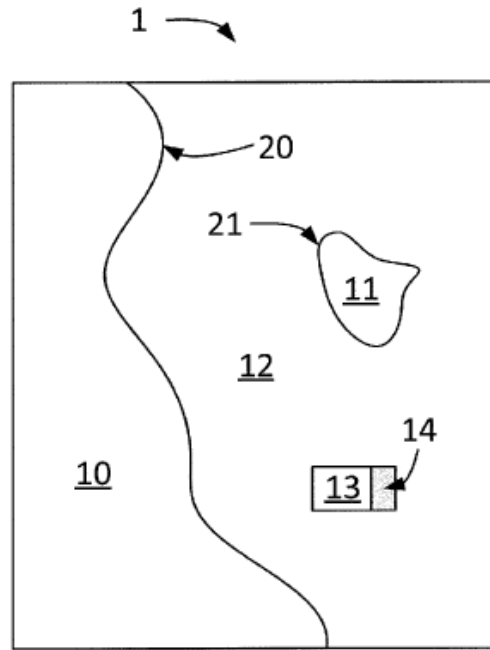


Fig. 1

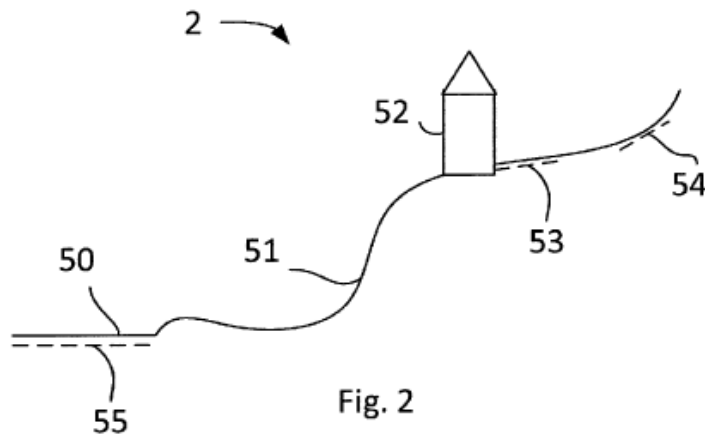


Fig. 2

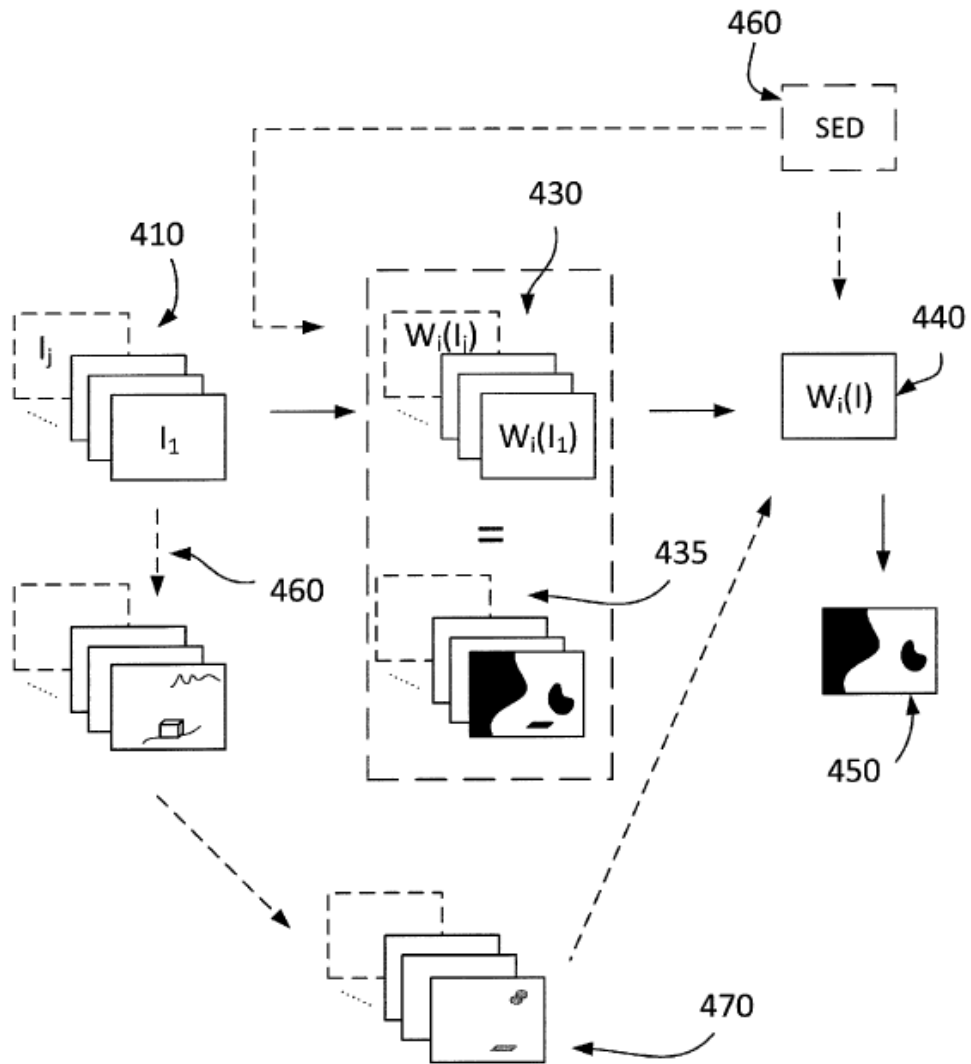


Fig. 3

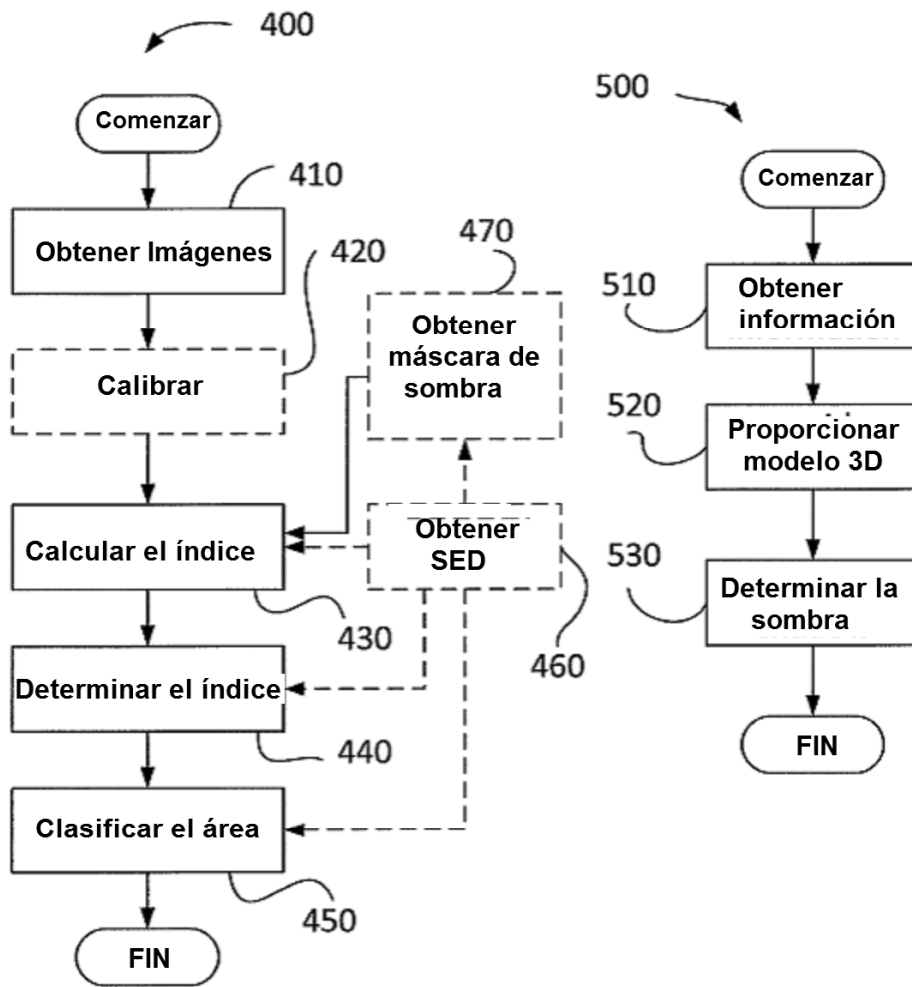


Fig. 4

Fig. 5

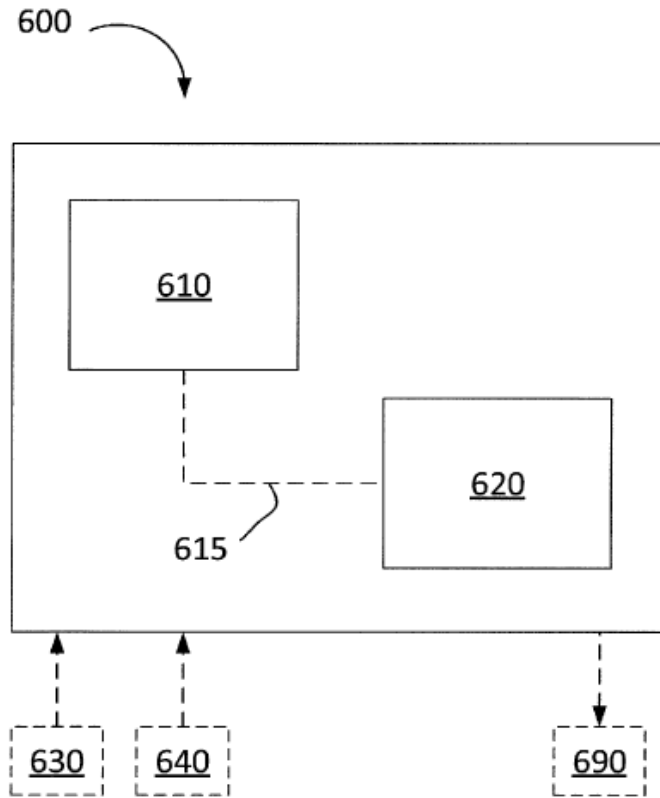


Fig. 6