MÉTODOS Y SISTEMAS PARA LA IDENTIFICACIÓN AUTOMATIZADA DE ZONAS AGROCLIMÁTICAS

DESCRIPCIÓN

REIVINDICACIÓN DE PRIORIDAD

[001] Esta solicitud es una solicitud en fase nacional y reivindica prioridad de la Solicitud Internacional No. PCT/IB17/50702, presentada el 9 de febrero de 2017, cuya solicitud reivindica prioridad de la Solicitud de la India No. 201621005038, presentada el 12 de febrero de 2016.

Campo Técnico

[002] Las modalidades en la presente descripción se refieren generalmente a la identificación de zonas agroclimáticas y más particularmente a métodos y sistemas para la identificación automatizada de zonas agroclimáticas.

Antecedentes

[003] Una región geográfica se divide en un conjunto de zonas agroclimáticas que indican posibles cultivos que pueden cultivarse en las zonas. Basado en diversos parámetros relacionados con el ambiente tal como la temperatura, la lluvia, y similares y las características del suelo, tal como el tipo de suelo, el valor de pH (potencial del hidrógeno), y similares, se han propuesto numerosas clasificaciones de zonas agroclimáticas para muchas regiones geográficas del mundo. Dado que las clasificaciones basadas en la zona agroclimática se realizaron bastante temprano en la historia basadas en tendencias generales y equipos de medición primitivos, la validez de tales clasificaciones puede ser cuestionable en términos de precisión. Además, con el calentamiento global y cambios imprevistos en las condiciones climáticas, las clasificaciones basadas en condiciones climáticas históricas pueden ser erróneas. Por lo tanto, la validación en tiempo real de si una región geográfica de interés particular debería pertenecer a una zona agroclimática definida tradicionalmente ayudaría a descubrir anomalías o puntos críticos de manera que solo se cultiven cultivos adecuados en esa región geográfica de interés. Sin embargo, es un desafío no solo automatizar este proceso de principio a fin, comenzando con la adquisición de datos de varias fuentes no homogéneas, sino también para identificar el cumplimiento de las zonas agroclimáticas para el cultivo de cultivos adecuados en tiempo real basado en valores de parámetros microclimáticos.

SUMARIO

[004] Las modalidades de la presente descripción presentan mejoras tecnológicas como soluciones a uno o más de los problemas técnicos mencionados anteriormente reconocidos por los inventores en sistemas convencionales.

[005] En un aspecto, se proporciona un método que comprende: recibir en tiempo real, a través de un módulo de interfaz de acceso, a través de al menos un método de interacción, parámetros relacionados con el ambiente y el suelo para una región geográfica de interés asociada con al menos una zona agroclimática predefinida en un módulo de base de conocimiento, los parámetros son datos sin procesar o derivados de los datos sin procesar; disponer, mediante un módulo de inferencia, los parámetros recibidos y atributos asociados a los mismos, para una pluralidad de instancias de tiempo, en una estructura jerárquica; comparar, mediante el módulo de inferencia, los atributos con atributos históricos disponibles en el módulo de base de conocimiento para una zona agroclimática correspondiente; y realizar, mediante el módulo de inferencia, en respuesta a la comparación, uno de identificar una clasificación de la región geográfica de interés en una de la al menos una de las zonas agroclimáticas o validar la clasificación de la región geográfica de interés disponible en el módulo de base de conocimiento.

[006] En otro aspecto, se proporciona un sistema que comprende: uno o más procesadores; y uno o más dispositivos internos de almacenamiento de datos acoplados operativamente a uno o más procesadores para almacenar instrucciones configuradas para la ejecución mediante el uno o más procesadores, comprendiendo las instrucciones: un módulo de base de conocimiento que comprende regiones geográficas mapeadas a zonas agroclimáticas, parámetros y atributos asociados de los mismos para las regiones geográficas; un módulo de interfaz de acceso configurado para recibir en tiempo real, a través de al menos una técnica de interacción, parámetros relacionados con el ambiente y el suelo para una región geográfica de interés asociada con la al menos una zona agroclimática, los parámetros se reciben como datos sin procesar o derivados de los datos sin procesar; y un módulo de inferencia configurado para: disponer los parámetros recibidos y atributos asociados a los mismos, para una pluralidad de instancias de tiempo, en una estructura jerárquica; comparar los atributos con los atributos históricos disponibles en el módulo de base de conocimiento para una zona agroclimática correspondiente; y realizar en respuesta a la comparación, uno de identificar una clasificación de

la región geográfica de interés en una de la al menos una de las zonas agroclimáticas o validar la clasificación de la región geográfica de interés disponible en el módulo de base de conocimiento.

[007] En otro aspecto, se proporciona un sistema que tiene una arquitectura distribuida, comunicándose con al menos algunos sistemas externos heterogéneos que comparten parámetros pertenecientes al ambiente y al suelo para una región geográfica de interés, comprendiendo el sistema: uno o más dispositivos de almacenamiento de datos conectados operativamente a uno o más procesadores de hardware y configurados para almacenar instrucciones configuradas para la ejecución por uno o más procesadores de hardware para: recibir en tiempo real, a través de al menos una técnica de interacción, los parámetros relacionados con el ambiente y el suelo para la región geográfica de interés asociada con al menos una zona agroclimática predefinida en un módulo de base de conocimiento, los parámetros se reciben como datos sin procesar o derivados de los datos sin procesar; disponer los parámetros recibidos y atributos asociados a los mismos, para una pluralidad de instancias de tiempo, en una estructura jerárquica; comparar los atributos con los atributos históricos disponibles en el módulo de base de conocimiento para una zona agroclimática correspondiente; y realizar en respuesta a la comparación, uno de identificar una clasificación de la región geográfica de interés en una de la al menos una de las zonas agroclimáticas o validar la clasificación de la región geográfica de interés disponible en el módulo de base de conocimiento.

[008] En aún otro aspecto, se proporciona un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador no transitorio que tiene un programa legible por ordenador incorporado, en donde el programa legible por ordenador, cuando se ejecuta en un dispositivo informático, hace que el dispositivo informático: reciba en tiempo real, a través de al menos un método de interacción, parámetros relacionados con el ambiente y el suelo para una región geográfica de interés asociada con al menos una zona agroclimática predefinida en un módulo de base de conocimiento, los parámetros son datos sin procesar o derivados de los datos sin procesar; disponer, los parámetros recibidos y atributos asociados a los mismos, para una pluralidad de instancias de tiempo, en una estructura jerárquica; comparar, los atributos con atributos históricos disponibles en el módulo de base de conocimiento para una zona agroclimática correspondiente; y realizar, en respuesta a la comparación, uno de identificar una clasificación de la región geográfica de interés en una de la al menos una de las zonas

agroclimáticas o validar la clasificación de la región geográfica de interés disponible en el módulo de base de conocimiento.

[009] En una modalidad de la presente descripción, las instrucciones se comprenden además en un módulo de almacenamiento de datos configurado para almacenar los parámetros en un formato genérico.

[010] En una modalidad de la presente descripción, el módulo de interfaz de acceso comprende además una capa de acceso autodescriptiva.

[011] En una modalidad de la presente descripción, el módulo de inferencia se configura además para realizar uno o más de: (a) transformar los atributos en un formato adecuado para la comparación con los atributos históricos de la zona agroclimática correspondiente; (b) comparar los atributos con los atributos históricos al hacer referencia a al menos una regla que refleje un esquema de clasificación estadística; (c) realizar uno de identificar una clasificación de la región geográfica de interés o validar la clasificación de la región geográfica de interés disponible en el módulo de base de conocimiento: generando una puntuación binaria para cada uno de los parámetros basada en la al menos una regla mencionada para cada instancia de tiempo de la pluralidad de instancias de tiempo para obtener una puntuación total; generar una puntuación neta normalizada basada en la puntuación total para la pluralidad de instancias de tiempo y número de mediciones pertenecientes a los parámetros recibidos; calcular una puntuación de cumplimiento para la región geográfica de interés como un promedio estadístico de la puntuación neto normalizado generado para cada subregión de la región geográfica de interés; e identificar una clasificación o clasificar la región geográfica de interés en una de la al menos una de las zonas agroclimáticas en función de la puntuación de cumplimiento; (d) dividir la región geográfica de interés en dos o más subregiones según la puntuación de cumplimiento; y (e) dividir las zonas agroclimáticas en dos o más zonas sub-agro-climáticas en dependencia de la puntuación de cumplimiento.

[012] En una modalidad de la presente descripción, el módulo de base de conocimiento se configura además para actualizarse continuamente con al menos una de las clasificaciones identificadas y la clasificación validada de la región geográfica de interés, parámetros asociados y atributos a los mismos.

[013] En una modalidad de la presente descripción, los datos sin procesar comprenden datos en forma codificada seleccionados del grupo que consiste en formatos de representación de conocimiento semántico, ontologías, imágenes y videos.

[014] En una modalidad de la presente descripción, la comparación de los atributos con los atributos históricos se basa en un margen de error predefinido.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[015] Las modalidades en la presente descripción se comprenderán mejor a partir de la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos, en donde:

[016] **La Figura 1** ilustra un diagrama de bloques ilustrativo de un sistema para identificación automatizada de zonas agroclimáticas de acuerdo con una modalidad de la presente descripción;

[017] **La Figura 2** ilustra una representación ilustrativa de módulos funcionales que comprende el sistema de **la Figura 1** de acuerdo con una modalidad de la presente descripción;

[018] **La Figura 3** es un diagrama de flujo ilustrativo que ilustra un método implementado por ordenador para la identificación automatizada de zonas agroclimáticas usando el sistema de **la Figura 1** de acuerdo con una modalidad de la presente descripción;

[019] **La Figura 4** es una representación esquemática ilustrativo de una región geográfica de interés X que debe clasificarse en una zona agroclimática;

[020] **La Figura 5** ilustra una representación esquemática ilustrativo de una estructura jerárquica en la que los parámetros y atributos asociados se disponen, de acuerdo con una modalidad de la presente descripción; y

[021] **La Figura 6** ilustra una representación ilustrativa de conocimiento ontológico que puede analizarse, de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

[022] Los expertos en la técnica deben apreciar que cualquier diagrama de bloques en la presente descripción representa vistas conceptuales de sistemas ilustrativos que incorporan los principios del presente objeto de la invención. De manera similar, se apreciará que cualquier gráfico de flujo, diagramas de flujo, diagramas de transición de estado, pseudocódigo, y similares representan diversos procesos que pueden representarse sustancialmente en un medio legible por ordenador y ejecutarse por un dispositivo o procesador informático, ya sea que el dispositivo o procesador informático se muestre o no se muestre explícitamente.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[023] Las modalidades ilustrativas se describen con referencia a las Figuras acompañantes. En las figuras, el(los) dígito(s) que está(n) más a la izquierda de un número de referencia identifica la figura en la que aparece el primer número de referencia. Donde quiera que sea conveniente, los mismos números de referencia se utilizarán a lo largo de los dibujos para referirse a las mismas partes o partes similares. Si bien los ejemplos y características de los principios descritos se describen en la presente descripción, son posibles modificaciones, adaptaciones, y otras implementaciones sin apartarse del espíritu y alcance de las modalidades descritas. Se pretende que la siguiente descripción detallada se considere solo como ilustrativa, con el alcance y espíritu verdadero que se indica mediante las siguientes reivindicaciones.

[024] Antes de exponer la explicación detallada, se observa que toda la discusión a continuación, independientemente de la implementación particular que se describa, es de naturaleza ilustrativa, en lugar de limitante.

[025] El desarrollo de zonas agroclimáticas relevantes depende mucho de la disponibilidad exacta de los parámetros ambientales y del suelo. Históricamente, esta información no ha sido fácilmente disponible debido a la gran cantidad de fuentes, la falta de tecnología apropiada y las condiciones ambientales cambiantes. Por lo tanto, varios organismos autorizados han propuesto una gran cantidad de configuraciones de zonas agroclimáticas. Nuevamente, el tamaño de estas zonas se reduce con el tiempo y se forman continuamente nuevas microzonas. Es necesario llevar a cabo intervenciones tecnológicas que ayuden en este proceso y proporcionar información inteligente de vez en cuando sobre la información de la zona w.r.t. el estado de la técnica que puede ayudar a las actividades de planificación de cultivos. Esto puede ayudar a crear zonas agroclimáticas en tiempo real que ayuden a planificar mejor las actividades agrícolas a una escala más pequeña para mejorar el rendimiento de los cultivos.

[026] Los sistemas y métodos de la presente descripción proporcionan un marco tecnológico que puede utilizarse para recopilar datos de una pluralidad de sistemas externos de forma conveniente y flexible y derivar atributos de parámetros relacionados con el ambiente, tal como temperatura, precipitación y similares, y características del suelo tal como el tipo de suelo, el valor del pH (potencial del hidrógeno) y similares, que se usan para definir y determinar las

zonas agroclimáticas. El sistema de la presente descripción comprende un módulo de base de conocimiento interpretable por máquina. Los parámetros obtenidos de la región geográfica de interés se comparan con parámetros asociados a zonas agroclimáticas predefinidas y el resultado es una puntuación que indica si la región geográfica de interés cumple con las características de la zona agroclimática definida para ella. Dicha inferencia puede informar si existe la necesidad de crear subdivisiones adicionales en la forma de subzonas agroclimáticas. Los sistemas de la presente descripción pueden proporcionar información en tiempo real de diversas fuentes y flujos y combinar esta información con las bases de conocimiento existentes para llegar a decisiones que pueden presentarse como servicios para el consumo por sistemas externos. Efectivamente, los sistemas propuestos crean un tejido de middleware digital configurable común para conectar todas las posibles fuentes de datos, flujos y sumideros.

[027] Existe una inteligencia incorporada en los sistemas de la presente descripción para permitir inferencias basadas en la información recibida y procesada; generar y apoyar inferencias inteligentes en zonas agroclimáticas, a saber, generar una puntuación que represente el grado de conformidad de una zona determinada con una zona agroclimática predefinida; para recibir una región geográfica de cualquier tamaño como entrada y compararla con una zona agroclimática de referencia para identificar posibles desviaciones. Para apoyar el desarrollo de la inteligencia en las zonas agroclimáticas, los datos se pueden recopilar a partir de una variedad de modalidades. Esto se captura a través de un módulo de interfaz de acceso y un módulo de acceso externo que tienen una capacidad colectiva para comunicar flexibilidad con fuentes externas para la recopilación de datos. Los sistemas y métodos de la presente descripción superan las limitaciones de los sistemas convencionales al (a) proporcionar un marco genérico automatizado e inteligente que sigue siendo adaptable a todo tipo de mecanismos de interacción con fuentes externas (productores y consumidores) de datos, y (b) mantenimiento de datos en un formato genérico para cumplir con los diferentes requisitos de estructura de datos de los sistemas que interactúan. Los sistemas y métodos de la presente descripción se incorporan con inteligencia para inferir información codificada tal como imágenes, videos y ontologías, permitiendo de ese modo la clasificación de una región geográfica de interés incluso en ausencia de información relevante.

[028] Con referencia ahora a los dibujos, y más particularmente a las Figuras 1 a 6, donde caracteres de referencia similares denotan características correspondientes

consistentemente en todas las figuras, se muestran modalidades preferidas y estas modalidades se describen en el contexto del siguiente sistema y método ilustrativo.

[029] La Figura 1 ilustra un diagrama de bloques de un sistema 100 para la identificación automatizada de zonas agroclimáticas y la Figura 2 es una representación ilustrativa de módulos funcionales comprendidos en el sistema 100, de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

[030] En una modalidad, el sistema 100 incluye uno o más procesadores 102, dispositivo (s) de interfaz de comunicación o interfaz (s) 104 de entrada / salida (E / S) y memoria 106 o uno o más dispositivos de almacenamiento de datos que comprenden uno o más módulos 108 acoplados operativamente a uno o más procesadores 102. Uno o más procesadores son procesadores de hardware que pueden implementarse como uno o más microprocesadores, microordenadores, microcontroladores, procesadores de señal digital, unidades de procesamiento central, máquinas de estado, circuitos lógicos y/o cualquier dispositivo que manipule señales basadas en instrucciones operativas. Entre otras capacidades, los procesadores se configuran para buscar y ejecutar instrucciones legibles por computadora almacenadas en la memoria. En una modalidad, el sistema 100 puede implementarse en uno o más sistemas informáticos, tal como una computadora portátil, una computadora de escritorio, un portátil, una estación de trabajo, una computadora central, un servidor, un servidor de red, una nube, un dispositivo de mano, un dispositivo portátil y similares.

[031] Los dispositivos de interfaz de E/S 104 pueden incluir una variedad de interfaces de software y hardware, por ejemplo, una interfaz web, una interfaz gráfica de usuario, una interfaz IOT y similares, y pueden facilitar comunicaciones múltiples dentro de una amplia variedad de redes y tipos de protocolos, incluidas redes cableadas, por ejemplo, LAN, cable, etc., y redes inalámbricas, tal como WLAN, celular o satelital. En una modalidad, los dispositivos de interfaz de E/S 104 pueden incluir uno o más puertos para conectar varios dispositivos entre sí o a otro servidor.

[032] La memoria 106 puede incluir cualquier medio legible por ordenador conocido en la técnica incluyendo, por ejemplo, memoria volátil, tal como memoria de acceso aleatorio estática (SRAM) y memoria de acceso aleatorio dinámica (DRAM), y/o memoria no volátil, como la memoria de solo lectura (ROM), la ROM programable borrable, las memorias flash, los

discos duros, los discos ópticos y las cintas magnéticas. En una modalidad, varios módulos 108a a 108e (de la Figura 2) del sistema 100 pueden almacenarse en la memoria 106 como se ilustra.

[033] La Figura 3 es un diagrama de flujo ilustrativo que ilustra un método 200 implementado por ordenador para la identificación automatizada de zonas agroclimáticas, de acuerdo con una modalidad de la presente descripción. Las etapas del método 200 implementado por ordenador se explicarán ahora con referencia a los componentes del sistema 100 como se representa en la Figura 1 y la Figura 2. En una modalidad, en la etapa 202, los parámetros pertenecientes al suelo y al ambiente de diversos sistemas externos para una región geográfica de interés se reciben a través de un módulo de interfaz de acceso 108a. La región geográfica de interés puede asociarse con al menos una zona agroclimática predefinida en un módulo de base de conocimiento 108d. El módulo de base de conocimiento 108d puede incluir clasificaciones de diversas regiones geográficas en una o más zonas agroclimáticas predefinidas mediante diversos organismos autorizados definidos en un formato interpretable por máquina, por ejemplo, como intervalos numéricos o como descripción capturada en forma de sistema capaz de analizar base de conocimientos tal como ontologías. En una modalidad, el sistema 100 de la presente descripción puede permitir validar la clasificación de la región geográfica de interés como perteneciente a una zona agroclimática particular en el módulo de base de conocimiento 108d. Alternativamente, en una modalidad, el sistema 100 puede facilitar la identificación de la zona agroclimática asociada con la región geográfica de interés, si la misma no se comprende en el módulo de base de conocimiento 108d con una clasificación predefinida.

[034] Los parámetros pueden recibirse de una variedad de fuentes tal como sensores en el campo, drones, satélites, nubes de datos, estaciones meteorológicas, pluviómetros, dispositivos como parte de los ecosistemas del Internet de las Cosas (IoT), y similares. Algunas de las fuentes pueden ser sistemas externos que tienen una capa de servicio bien definida, tal como nubes de datos y flujos digitales. Alternativamente, algunas de las fuentes pueden ser sistemas externos que no tienen una capa de servicio bien definida tal como herramientas de procesamiento de datos, sistemas de middleware de sensores y similares. En una modalidad, los parámetros que pertenecen al ambiente y al suelo pueden incluir parámetros microclimáticos tal como precipitación, temperatura, humedad, altitud, tipo de suelo y similares.

[035] De acuerdo con la presente descripción, los parámetros pueden recibirse en múltiples formatos heterogéneos en la etapa 202 a través de al menos un método de interacción.

Algunos parámetros pueden recibirse como datos sin procesar que tienen atributos en forma de valores simples, dobles, cadenas, secuencias de valores y similares. Alternativamente, los parámetros pueden derivarse de los datos sin procesar recibidos en forma codificada, tal como conocimiento ontológico, objetos binarios grandes (BLOB) tal como imágenes y videos, y similares para hacer inferencias sobre las recomendaciones de puntuación basadas en la zona agroclimática (discutido más adelante en la descripción).

[036] En una modalidad, el módulo de interfaz de acceso 108a proporciona un mecanismo de abstracción para permitir que los sistemas externos se comuniquen con el sistema 100. En una modalidad, el mecanismo de abstracción incluye interfaces tal como la capa de la Interfaz de Programación de Acceso (API) y las interfaces de consulta. El módulo de interfaz de acceso 108a puede configurarse para extraer información de dispositivos inteligentes comprendidos en los sistemas externos. Alternativamente, los sistemas externos pasivos que no tienen su propia capa de API pueden comunicarse con el sistema 100 impulsando información al módulo de interfaz de acceso 108a. En una modalidad, el al menos un método de interacción puede facilitarse por una capa de acceso autodescriptiva. En consecuencia, de acuerdo con la presente descripción, el módulo de interfaz de acceso 108a puede exponer a los usuarios, las capacidades y los requisitos para usar la API de manera efectiva sin necesidad de documentación separada. Por ejemplo, invocar algunos métodos de la API puede indicar a los usuarios que los datos de digamos un máximo de 12 sensores es aceptable a la vez o que los atributos del parámetro "temperatura" deben proporcionarse en unidades Celsius, y similares.

[037] En una modalidad, el sistema 100 proporciona un módulo de acceso externo 108b para permitir extraer de parámetros desde sistemas externos que tienen una capa de servicio bien definida. Por ejemplo, si hay un satélite hospedado en los Estados Unidos que monitorea la región geográfica de interés; el satélite no puede intentar activamente comunicarse con el sistema 100. En consecuencia, el sistema 100 necesita extraer información en forma de digamos, una imagen de satélite para derivar algunos parámetros, el módulo de acceso externo 108b puede configurarse para extraer tal imagen de satélite. Por lo tanto, el módulo de interfaz de acceso 108a no solo se configura para recibir información impulsada por sistemas externos (patrón de interacción de impulsión) directamente sino que también se configura para extraer información de sistemas externos que tienen una capa de servicio bien definida a través del módulo de acceso externo 108b. En una modalidad, el módulo de interfaz de acceso 108a también puede

configurarse para recibir información en un patrón de interacción publicación-suscripción, en donde el sistema 100 puede suscribirse para cierta información publicada.

[038] En una modalidad, en la etapa 204, un módulo de inferencia 108 se configura para disponer los parámetros recibidos en la etapa 202, para la pluralidad de instancias de tiempo, en una estructura jerárquica. La Figura 5 ilustra una representación esquemática ilustrativa de una estructura jerárquica en la que se disponen parámetros y atributos asociados, de acuerdo con una modalidad de la presente descripción. Una entidad supervisada en un primer nivel puede ser la región geográfica de interés que tiene digamos dos nodos sensores, a saber, el nodo sensor 1 y el nodo sensor 2 en un segundo nivel. Los parámetros monitoreados digamos parámetro 1 y parámetro 2 respectivamente pueden estar en un tercer nivel junto con los atributos asociados. Los atributos asociados con cada parámetro pueden recibirse en una pluralidad de instancias (*n*). En una modalidad, en la etapa 210, los parámetros y los atributos asociados dispuestos en una estructura jerárquica como se ilustra en la Figura 5 pueden almacenarse en un módulo de almacenamiento de datos 108c en un formato genérico. El formato genérico y jerárquico permite mezclar todos los tipos y categorías de datos y facilita la conversión de esta representación a otros formatos genéricos para que los datos sin procesar y los datos procesados (puntuación computada descrita más adelante en la descripción) puedan consumirse convenientemente por módulos internos y sistemas externos.

[039] En una modalidad en la etapa 206, el módulo de inferencia 108e compara los atributos asociados con los parámetros recibidos con los atributos históricos disponibles en el módulo de base de conocimiento 108d para una zona agroclimática correspondiente. En una modalidad, antes de la etapa de comparación, el módulo de inferencia 108e puede transformar los atributos en un formato adecuado para la comparación con los atributos históricos para homogeneizar los datos recibidos de uno o más sistemas externos heterogéneos. Por ejemplo, los atributos recibidos pueden ser una secuencia de valores numéricos que deben transformarse en un conjunto de valores numéricos individuales para una mayor computación de una puntuación de cumplimiento. Los atributos para algunos parámetros pueden no ser numéricos. Por ejemplo, el tipo de suelo puede ser un valor de cadena. Tales atributos pueden necesitar transformarse a un tipo numérico. Es posible que algunos parámetros, tal como el tipo de suelo, no estén disponibles como un valor de cadena, sino como una imagen o video, desde un dispositivo habilitado para el sensor de cámara, del que se derivarán los parámetros. Por ejemplo, una prueba química de

muestra de suelo puede no ser la única forma de obtener el tipo de suelo. Puede utilizarse una imagen del suelo obtenida mediante un sistema de obtención montado en un dispositivo aéreo tal como un dron o un satélite para estimar el tipo de suelo. En una modalidad, puede utilizarse una biblioteca de imágenes de suelo para deducir el parámetro y el atributo asociado. En una modalidad, el módulo de inferencia 108e puede configurarse para derivar parámetros cuando los datos sin procesar no se restringen al espectro visible visto en las cámaras RGB, sino que también pueden usar componentes espectrales fuera del espectro visible. En una modalidad, pueden utilizarse bandas espectrales con diferentes anchuras, tal como bandas hiperespectrales, para derivar parámetros.

[040] En una modalidad, los parámetros recibidos y el módulo de base de conocimiento 108d pueden codificarse en formatos de representación de conocimiento semántico, tal como ontologías que deben analizarse para derivar parámetros y los atributos asociados. Esto sería particularmente útil en la interpretación de información donde la información puede no estar claramente disponible y puede requerir un razonamiento sobre los gráficos de conocimiento para concluir sobre los parámetros y los atributos asociados. La Figura 6 ilustra una representación ilustrativa de conocimiento ontológico que puede analizarse, de acuerdo con una modalidad de la presente descripción. Como se ilustra, digamos se dispone una ontología para una *entidad agrícola* con subclases *granja* y subclases de atributos para *granja* tal como *Tipo de Suelo* que toma uno de los valores *{Arcilla, Arcilloso, Turba, Arena, Salado}*. Tales atributos y sus valores asociados con cada candidato *granja* pueden razonarse textualmente para llegar a la información requerida. Por ejemplo, una consulta textual: - "*¿Qué granjas tienen suelo Arcilloso?* " se traduce en una consulta ontológica (consulta semántica) "*Granja y (tiene algún Tipo de Suelo Arcilloso*)" que devuelve dos granjas candidatas" *Mi Granja*" y "*Granja del Vecino*" basado en los atributos asociados con las granjas. En una modalidad, cuando falta información relativa a la granja requerida para calcular la puntuación de cumplimiento, los atributos asociados con granjas vecinas pueden utilizarse junto con una consulta compleja (extendiendo el ejemplo proporcionado) para encontrar la información faltante, digamos, tipo de suelo. Una vez que se obtiene la información que falta, el módulo de inferencia 108e puede transformar la información en un valor numérico para calcular la puntuación de cumplimiento.

[041] Además, la etapa de comparar los atributos con los atributos históricos puede comprender hacer referencia a al menos una regla que refleje un esquema de clasificación

estadística. El módulo de base de conocimiento 108d puede comprender un conjunto de reglas que pueden utilizarse en el cálculo de puntuaciones binarias para cada uno de los parámetros como se describe a continuación en la presente descripción.

[042] En una modalidad, en respuesta a la comparación, el módulo de inferencia 108e puede, en la etapa 208, identificar una clasificación de la región geográfica de interés en una de las zonas agroclimáticas o validar la clasificación de la región geográfica de interés disponible en el módulo de base de conocimiento 108d. En una modalidad, puede calcularse una puntuación de cumplimiento como se explica en la presente descripción a continuación, en donde las diversas referencias alfanuméricas incluyen:

Z: zona agroclimática

X: región geográfica bajo consideración

x(j): subregión de la región X donde j = 1, 2, 3, ... K

t(i): tiempo discreto de instancia de tiempo i, donde i = 0,1,2,3, ... I

p(m): parámetro m en el conjunto de parámetros p = {temperatura, humedad, altitud, etc.} donde m = 0,1,2, ... M

p(m,i): medida asociada con el parámetro p(m) en el tiempo t(i)

s(m,i): puntuación binaria asociada con el parámetro p(m) en el tiempo t(i) siempre que exista una medida para p(m) en la instancia de tiempo t(i)

N(m): número de mediciones obtenidas para el parámetro p(m)

S (x(j)): puntuación para la subregión x(j)

S(X): puntuación para la región de interés X

El ejemplo de cálculo descrito en la presente descripción a continuación tiene por objeto obtener una puntuación que puede ser indicativa de la conformidad de la región geográfica de interés X con la zona agroclimática Z. La Figura 4 es una representación esquemática ilustrativo de una región geográfica de interés X que debe clasificarse en una zona agroclimática. Con referencia a la Figura 4, puede suponerse que la subregión x(j) de X donde partes de x(j) están totalmente contenidas dentro de X se refiere a una unidad indivisible en la zona agroclimática Z con respecto a los parámetros que se observan, es decir, la variación en cualquier parámetro, por ejemplo, la temperatura, es la misma para cualquier punto dentro de x(j). El módulo de interfaz de acceso 108a y el módulo de acceso externo 108b facilitan la recuperación de los parámetros que afectan a la clasificación de la zona agroclimática de una o más fuentes tal como sensores, estaciones

meteorológicas automáticas o nubes de sensores de datos. En cualquier instancia dada de tiempo t(i) digamos para i=0, la temperatura (T), la lluvia (R) y la altitud (A) son los parámetros considerados y son todos valores numéricos.

[043] Para clasificar la región geográfica de interés, en primer lugar, el módulo de inferencia 108e genera una puntuación binaria para cada uno de los parámetros basándose en la al menos una regla referenciada para cada instancia de tiempo. Por ejemplo, una regla para identificar una zona de tipo frío (Z) puede requerir una temperatura media del aire <10 grados. C, precipitación anual <100 cm y una altitud ≥ 2000 m. Los parámetros recibidos temperatura (T), precipitación (R) y actitud (A) pueden compararse con esta regla para obtener una puntuación binaria de 0 o 1 para cada uno de los parámetros recibidos en el instante t(0).

[044] Para cualquier subregión x(j), sea p(0), p(1), p(2), ... p(m) los parámetros de temperatura, altitud, precipitación y similares. La puntuación binaria se calcula todas las instancias de tiempo para obtener una puntuación total para todas las observaciones. Se genera una puntuación neta normalizada basada en la puntuación total para la pluralidad de instancias temporales y el número de mediciones correspondientes a los parámetros recibidos. En consecuencia, la puntuación neta normalizada para x(j) puede darse como S(x (j)) = sum(s (m, i))/sum(N (m)) para todos los m, i. El módulo de inferencia 108e luego calcula una puntuación de cumplimiento para la región geográfica de interés como un promedio estadístico (tal como media, modo, mediana o intervalo) de la puntuación neta normalizada S(x(j)) generada para cada subregión x(j) de X. En consecuencia, para las subregiones K, la puntuación de cumplimiento para X puede darse como S (X) = sum(S(x (j)) / K. El módulo de referencia 108e identifica una clasificación o valida la clasificación de la región geográfica de interés en una de la al menos una de las zonas agroclimáticas basada en la puntuación de cumplimiento. Un valor de 1 indica cumplimiento total mientras que el de 0 indica incumplimiento. En líneas similares, todos los valores de los parámetros microclimáticos desde la atmósfera hasta la vegetación y las características del suelo para la región geográfica X pueden considerarse para el cálculo de la puntuación de cumplimiento.

[045] En una modalidad, puede suponerse un margen de error predefinido *e* para ciertos parámetros asociados con los valores de coma flotante para los atributos asociados para permitir tomar una decisión basada en la comparación con los atributos disponibles en el módulo de base de conocimiento. El margen de error puede utilizarse para establecer igualdad para un parámetro

dado. Por ejemplo, en el caso del parámetro "temperatura", una temperatura recibida puede considerarse 30 grados C previsto 30 - *e* < *temperatura recibida* <30 + *e*. En otra modalidad, el margen de error *e* puede utilizarse como un umbral para medidas estadísticas basadas en intervalos tal como desviación estándar de un valor medio, error absoluto medio, error raíz cuadrática medio e igualmente con una secuencia de parámetros temporales $p(m,i), \ldots p(m,i + l-1)$ para un parámetro $p(m)$ para una longitud l donde $l \geq 1$ mientras se compara la equivalencia con los valores de los parámetros en el módulo de base de conocimiento. En consecuencia, si decimos que la temperatura se mide como 30.1 grados C y el cumplimiento de una zona requiere que la temperatura sea de 30 grados C, de acuerdo con la presente descripción, un margen de error *e* definiría una variación permisible en el atributo del parámetro recibido para concluir sobre el cumplimiento. Nuevamente, cuando el atributo para un parámetro es un intervalo de valores, el margen de error *e* definiría una variación permisible en una de las medidas estadísticas adoptadas. En lugar del margen de error, pueden utilizarse métricas similares, tal como los coeficientes de correlación o regresión, para comparar las mediciones de los parámetros con el módulo de la base de conocimiento para calcular una puntuación de cumplimiento. En una modalidad, pueden utilizarse una o más mediciones de parámetros en combinación para predecir mediciones de parámetros desconocidos utilizando aprendizaje automático y se aplica un margen de error, según sea aplicable para calcular una puntuación de cumplimiento.

[046] En dependencia de la puntuación de cumplimiento, el módulo de inferencia puede dividir la región geográfica de interés en dos o más subregiones. Alternativamente, la zona agroclimática se puede dividir en dos o más zonas sub-agroclimáticas.

[047] En una modalidad, en la etapa 212, el módulo de base de conocimiento 108d puede actualizarse con al menos una de las clasificaciones identificadas y la clasificación validada de la región geográfica de interés, los parámetros y los atributos asociados. En una modalidad, el módulo de acceso externo 108b puede configurarse para difundir a las fuentes externas, información que pertenece a las operaciones de asignación de tareas basadas en el módulo de base de conocimiento actualizado 108d. Por ejemplo, se puede sugerir a los agricultores con respecto a los cultivos que son viables para una región geográfica particular basada en la clasificación identificada.

[048] De acuerdo con la presente descripción, una o más instancias del sistema 100 pueden desplegarse como un sistema conectado de múltiples niveles. Por ejemplo, en una

solución agrícola, una instancia puede estar en una localización central en comunicación con otra instancia del componente a nivel de granja que administra una red local de sensores desplegada en la granja. Las funciones del módulo de inferencia 108e se pueden ejecutarse a cualquier nivel en dicho sistema conectado de múltiples niveles. En una modalidad, al aprovisionar el sistema 100 como un sistema conectado de múltiples niveles, el módulo de inferencia 108e, el módulo de interfaz de acceso 108a y el módulo de acceso externo 108b pueden tener capacidades de procesamiento de datos adicionales tal como eliminación de ruido, deduplicación, agregación, promediando y otras como interferencias derivadas antes de enviar los datos a la siguiente capa.

[049] De acuerdo con una modalidad, el sistema 100 puede tener una arquitectura distribuida, comunicándose con al menos algunos sistemas externos heterogéneos que comparten parámetros pertenecientes al ambiente y al suelo para una región geográfica de interés. El sistema puede comprender uno o más dispositivos de almacenamiento de datos (106) acoplados operativamente a uno o más procesadores de hardware (102) y configurados para almacenar instrucciones configuradas para la ejecución mediante uno o más procesadores de hardware para: recibir en tiempo real los parámetros pertenecientes al ambiente y al suelo para la región geográfica de interés asociada con al menos una zona agroclimática predefinida en un módulo de base de conocimiento, los parámetros se reciben como datos sin procesar o derivados de los datos sin procesar a través de al menos una técnica de interacción; disponer los parámetros recibidos y atributos asociados a los mismos, para una pluralidad de instancias de tiempo, en una estructura jerárquica; comparar los atributos con los atributos históricos disponibles en el módulo de base de conocimiento para una zona agroclimática correspondiente; y realizar en respuesta a la comparación, uno de identificar una clasificación de la región geográfica de interés en una de la al menos una de las zonas agroclimáticas o validar la clasificación de la región geográfica de interés disponible en el módulo de base de conocimiento.

[050] Todas las partes o protocolos de las modalidades asociadas con la presente descripción son independientes de la plataforma, y por lo tanto incluyen cualquier tecnología subyacente utilizada para implementarlas. Por ejemplo, el módulo de almacenamiento de datos 108c puede implementarse en SQL / No-SQL / archivos planos o una combinación de tales sistemas, por ejemplo MySQL™, Postgres™, MongoDB™, Hadoop™. El módulo de interfaz de acceso 108a y el módulo de acceso externo 108b y cualquier flujo subyacente pueden implementarse en cualquier protocolo físico/portador subyacente tal como TCP-IP o cualquier

otro protocolo personalizado. Los formatos de datos utilizados para la comunicación tanto interna como externamente pueden ocurrir en cualquier formato -JSON/XML etc.

[051] La descripción escrita describe el objeto de la invención en la presente descripción para permitir a cualquier persona experta en la técnica hacer y utilizar las modalidades de la invención. El alcance de las modalidades objeto de la invención aquí definidas puede incluir otras modificaciones que se les ocurran a los expertos en la técnica. Tales otras modificaciones se destinan a estar dentro del alcance si tienen elementos similares que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones o si incluyen elementos equivalentes con diferencias insustanciales del lenguaje literal.

[052] El alcance de las modalidades objeto de la invención aquí definidas puede incluir otras modificaciones que se les ocurran a los expertos en la técnica. Tales otras modificaciones se destinan a estar dentro del alcance si tienen elementos similares que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones o si incluyen elementos equivalentes con diferencias insustanciales del lenguaje literal.

[053] Esto, sin embargo debe entenderse que el alcance de la protección se extiende a dicho programa y además a medios legibles por computadora que tienen un mensaje en el mismo; los medios de almacenamiento legibles por computadora contienen medios de código de programa para la implementación de una o más etapas del método, cuando el programa se ejecuta en un servidor o dispositivo móvil o cualquier dispositivo programable adecuado. El dispositivo de hardware puede ser cualquier tipo de dispositivo que puede programarse, incluyendo por ejemplo cualquier tipo de computadora como un servidor o una computadora personal, o similares, o cualquier de sus combinaciones. El dispositivo también puede incluir medios que podrían ser por ejemplo medios de hardware como por ejemplo un circuito integrado específico de la aplicación **(**ASIC), una matriz de puertas programable en campo (FPGA), o una combinación de medios de hardware y software, por ejemplo un ASIC y una FPGA, o al menos un microprocesador y al menos una memoria con módulos de software ubicados en el mismo. Por lo tanto, los medios pueden incluir medios de hardware y medios de software. Las modalidades del método descritas en la presente descripción podrían implementarse en hardware y software. El dispositivo también puede incluir medios de software. Alternativamente, la invención puede implementarse en dispositivos diferentes de hardware, por ejemplo mediante el uso de una pluralidad de CPU.

[054] Las modalidades en la presente descripción pueden comprender elementos de hardware y software. Las modalidades que se implementan en el software incluyen pero no se limitan a, firmware, software residente, microcódigo, etc. Las funciones realizadas mediante diversos módulos que comprenden el sistema de la presente descripción y que se describen en la presente descripción pueden implementarse en otros módulos o combinaciones de otros módulos. Para los propósitos de esta descripción, un medio legible por computadora puede ser cualquier aparato que pueda comprender, almacenar, comunicar, propagar, o transportar el programa para utilizarlo por o en relación con el sistema, el aparato o el dispositivo de ejecución de instrucción. Los diversos módulos descritos en la presente descripción pueden implementarse como módulos de software y/o hardware y pueden almacenarse en cualquier tipo de medio legible por computadora no transitorio u otro dispositivo de almacenamiento. Algunos ejemplos no limitantes de medios legibles por computadora no transitorios incluyen CD, DVD, BLU-RAY, memoria flash, y unidades de disco duro.

[055] Además, aunque las etapas del proceso, las etapas del método, las técnicas o similares pueden describirse en un orden secuencial, los procesos, métodos y técnicas pueden configurarse para trabajar en órdenes alternativos. En otras palabras, cualquier secuencia u orden de etapas que puedan describirse no necesariamente indica un requisito de que las etapas se realicen en ese orden. Las etapas de procesos descritas en la presente descripción pueden realizarse en cualquier orden posible. Además, algunas etapas pueden realizarse simultáneamente.

[056] Las etapas ilustradas se establecen para explicar las modalidades ilustrativas mostradas, y debe anticiparse que el desarrollo tecnológico en curso cambiará la forma en que se realizan las funciones particulares. Estos ejemplos se presentan en la presente descripción con propósitos de ilustración, y no de limitación. Además, los límites de los bloques de construcción funcionales se han definido arbitrariamente en la presente descripción por la conveniencia de la descripción. Pueden definirse límites alternativos siempre que las funciones especificadas y sus relaciones se realicen apropiadamente. Alternativas (incluyendo equivalentes, extensiones, variaciones, desviaciones, etc., de las descritas en la presente descripción) serán evidentes para las personas expertas en la técnica relevante basadas en las enseñanzas contenidas en la presente descripción. Tales alternativas caen dentro del alcance y el espíritu de las modalidades descritas. Además, las palabras "comprendiendo", "teniendo", "conteniendo" e "incluyendo", y otras formas

similares pretenden ser equivalentes en significado y ser de final abierto en el sentido de que un artículo o artículos que siguen cualquiera de estas palabras no pretende ser una lista exhaustiva de dicho artículo o artículos, o pretende limitar solo al artículo o artículos listados. Se hace constar que como se usa en la presente descripción y en las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares "un, "uno", y "el" incluyen referentes plurales a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

[057] Se pretende que la descripción y los ejemplos se consideren solamente como ilustrativos, con un alcance y espíritu verdadero de las modalidades descritas que se indica mediante las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

REIVINDICACIONES:

1. Un método implementado por el procesador (200) que comprende:

recibir en tiempo real, a través de un módulo de interfaz de acceso (108a), a través de al menos un método de interacción, parámetros pertenecientes al ambiente y al suelo para una región geográfica de interés asociada con al menos una zona agroclimática predefinida en un módulo de base de conocimiento (108d), siendo los parámetros los datos sin procesar o derivados de los datos sin procesar (202);

disponer, mediante un módulo de inferencia (108e), los parámetros recibidos y atributos asociados a los mismos, para una pluralidad de instancias de tiempo, en una estructura jerárquica (204);

comparar, mediante el módulo de inferencia (108e), los atributos con atributos históricos disponibles en el módulo de base de conocimiento para una zona agroclimática correspondiente (206); y

realizar, mediante el módulo de inferencia (108e), en respuesta a la comparación, uno de identificar una clasificación de la región geográfica de interés en una de la al menos una de las zonas agroclimáticas o validar la clasificación de la región geográfica de interés disponible en el módulo de base de conocimiento (208).

2. El método implementado por el procesador de conformidad con la reivindicación 1, en donde el al menos un método de interacción se facilita mediante una capa de acceso autodescriptiva.

3. El método implementado por el procesador de conformidad con la reivindicación 1, que comprende además almacenar los parámetros, dispuestos en la estructura jerárquica, en un módulo de almacenamiento de datos (108c), en un formato genérico (210).

4. El método implementado por el procesador de conformidad con la reivindicación 1, en donde la etapa de comparar los atributos con los atributos históricos se precede por la transformación de los atributos en un formato adecuado para la comparación con los atributos históricos para la zona agroclimática correspondiente.

5. El método implementado por el procesador de conformidad con la reivindicación 1, en donde la etapa de comparar los atributos con los atributos históricos comprende hacer referencia a al menos una regla que refleja un esquema de clasificación estadística.

6. El método implementado por el procesador de conformidad con la reivindicación 5, en donde la etapa de realizar una de identificar una clasificación de la región geográfica de interés o validar la clasificación de la región geográfica de interés disponible en el módulo de base de conocimiento comprende:

generar una puntuación binaria para cada uno de los parámetros basada en al menos una regla referenciada para cada instancia de tiempo de la pluralidad de instancias de tiempo para obtener una puntuación total;

generar una puntuación neta normalizada basada en la puntuación total para la pluralidad de instancias de tiempo y número de mediciones pertenecientes a los parámetros recibidos;

calcular una puntuación de cumplimiento para la región geográfica de interés como un promedio estadístico de la puntuación neta normalizada generada para cada subregión de la región geográfica de interés; y

identificar una clasificación o validar la clasificación de la región geográfica de interés en una de la al menos una de las zonas agroclimáticas basada en la puntuación de cumplimiento.

7. El método implementado por el procesador de conformidad con la reivindicación 6 que comprende además realizar uno de:

dividir la región geográfica de interés en dos o más subregiones en dependencia de la puntuación de cumplimiento; y

dividir las zonas agroclimáticas en dos o más zonas subagroclimáticas en dependencia de la puntuación de cumplimiento.

8. El método implementado por el procesador de conformidad con la reivindicación 7 que comprende además actualizar el módulo de base de conocimiento con al menos una de la

clasificación identificada y la clasificación validada de la región geográfica de interés, parámetros y atributos asociados a los mismos (212).

9. El método implementado por el procesador de conformidad con la reivindicación 1, en donde los datos sin procesar comprenden datos en forma codificada seleccionados del grupo que consiste en formatos de representación de conocimiento semántico, ontologías, imágenes y videos.

10. El método implementado por el procesador de conformidad con la reivindicación 1, en donde la comparación de los atributos con los atributos históricos se basa en un margen de error predefinido.

11. Un sistema (100) que comprende:

uno o más procesadores (102); y

uno o más dispositivos internos de almacenamiento de datos (106) acoplados operativamente al uno o más procesadores (102) para almacenar instrucciones configuradas para la ejecución mediante el uno o más procesadores (102), las instrucciones se comprenden en:

un módulo de base de conocimiento (108d) que comprende regiones geográficas mapeadas a zonas agroclimáticas, parámetros y atributos asociados a los mismos para las regiones geográficas;

un módulo de interfaz de acceso (108a) configurado para recibir en tiempo real, a través de al menos una técnica de interacción, parámetros pertenecientes al ambiente y al suelo para una región geográfica de interés asociada con la al menos una zona agroclimática, los parámetros se reciben como datos sin procesar o derivados de los datos sin procesar; y

un módulo de inferencia (108e) configurado para:

disponer los parámetros recibidos y atributos asociados a los mismos, para una pluralidad de instancias de tiempo, en una estructura jerárquica;

comparar los atributos con los atributos históricos disponibles en el módulo de base de conocimiento para una zona agroclimática correspondiente; y

realizar en respuesta a la comparación, uno de identificar una clasificación de la región geográfica de interés en una de la al menos una de las zonas agroclimáticas o validar la clasificación de la región geográfica de interés disponible en el módulo de base de conocimiento.

12. El sistema de conformidad con la reivindicación 11, en donde las instrucciones se comprenden además en un módulo de almacenamiento de datos (108c) configurado para almacenar los parámetros en un formato genérico.

13. El sistema de conformidad con la reivindicación 11, en donde el módulo de interfaz de acceso (108a) comprende además una capa de acceso autodescriptiva.

14. El sistema de conformidad con la reivindicación 11, en donde el módulo de inferencia (108e) se configura además para realizar uno o más de:

transformar los atributos en un formato adecuado para la comparación con los atributos históricos para la zona agroclimática correspondiente;

comparar los atributos con los atributos históricos al hacer referencia a al menos una regla que refleje un esquema de clasificación estadística;

realizar una de identificar una clasificación de la región geográfica de interés o validar la clasificación de la región geográfica de interés disponible en el módulo de base de conocimiento mediante:

generar una puntuación binaria para cada uno de los parámetros basada en al menos una regla referenciada para cada instancia de tiempo de la pluralidad de instancias de tiempo para obtener una puntuación total;

generar una puntuación neta normalizada basada en la puntuación total para la pluralidad de instancias de tiempo y número de mediciones pertenecientes a los parámetros recibidos;

calcular una puntuación de cumplimiento para la región geográfica de interés como un promedio estadístico de la puntuación neta normalizada generada para cada subregión de la región geográfica de interés; y

identificar una clasificación o clasificar la región geográfica de interés en una de la al menos una de las zonas agroclimáticas basada en la puntuación de cumplimiento;

dividir la región geográfica de interés en dos o más subregiones en dependencia de la puntuación de cumplimiento; y

dividir las zonas agroclimáticas en dos o más zonas subagroclimáticas en dependencia de la puntuación de cumplimiento.

15. El sistema de conformidad con la reivindicación 14, en donde el módulo de base de conocimiento (108d) se configura además para actualizarse continuamente con la al menos una de la clasificación identificada y la clasificación validada de la región geográfica de interés, parámetros y atributos asociados a los mismos.

16. El sistema de conformidad con la reivindicación 11, en donde los datos sin procesar comprenden datos en forma codificada seleccionados del grupo que consiste en formatos de representación de conocimiento semántico, ontologías, imágenes y videos.

17. Un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador no transitorio que tiene un programa legible por ordenador incorporado en él, en donde el programa legible por ordenador, cuando se ejecuta en un dispositivo informático, causa que el dispositivo informático:

reciba en tiempo real, a través de un módulo de interfaz de acceso, a través de al menos un método de interacción, parámetros pertenecientes al ambiente y al suelo para una región geográfica de interés asociada con al menos una zona agroclimática predefinida en un módulo de base de conocimiento, los parámetros son datos sin procesar o derivados de los datos sin procesar;

disponga, mediante un módulo de inferencia, los parámetros recibidos y atributos asociados a los mismos, para una pluralidad de instancias de tiempo, en una estructura jerárquica;

compare, mediante el módulo de inferencia, los atributos con atributos históricos disponibles en el módulo de base de conocimiento para una zona agroclimática correspondiente;

realice mediante el módulo de inferencia, en respuesta a la comparación, uno de identificar una clasificación de la región geográfica de interés en una de la al menos una de las zonas agroclimáticas o validar la clasificación de la región geográfica de interés disponible en el módulo de base de conocimiento;

almacene los parámetros, organizados en la estructura jerárquica, en un módulo de almacenamiento de datos, en un formato genérico; y

actualice el módulo de base de conocimiento con al menos una de las clasificaciones identificadas y la clasificación validada de la región geográfica de interés, parámetros y atributos asociados a los mismos.

RESUMEN

MÉTODOS Y SISTEMAS PARA LA IDENTIFICACIÓN AUTOMATIZADA DE ZONAS AGROCLIMÁTICAS

La presente descripción proporciona métodos y sistemas para la identificación automatizada de zonas agroclimáticas. Los métodos se refieren a la recepción de parámetros pertenecientes al ambiente y al suelo de diversos sistemas externos para una región geográfica a través de uno o más métodos de interacción. Los parámetros pueden ser datos sin procesar o derivados de datos sin procesar, homogeneizados y almacenados en un formato genérico y jerárquico para un fácil consumo. La inferencia se extrae de los parámetros y atributos asociados al comparar con los atributos históricos disponibles en un módulo de base de conocimiento para una zona agroclimática correspondiente. También pueden hacerse inferencias a partir de parámetros disponibles en forma codificada tal como imágenes, videos y conocimiento ontológico. Basado en la comparación, se genera una puntuación que refleja el grado de cumplimiento de las zonas agroclimáticas predefinidas. La presente descripción permite la inferencia inteligente, en tiempo real sobre la clasificación de una región geográfica basada en parámetros microclimáticos disponibles directamente o en un formato codificado.

(Se publicará con la Figura 2)

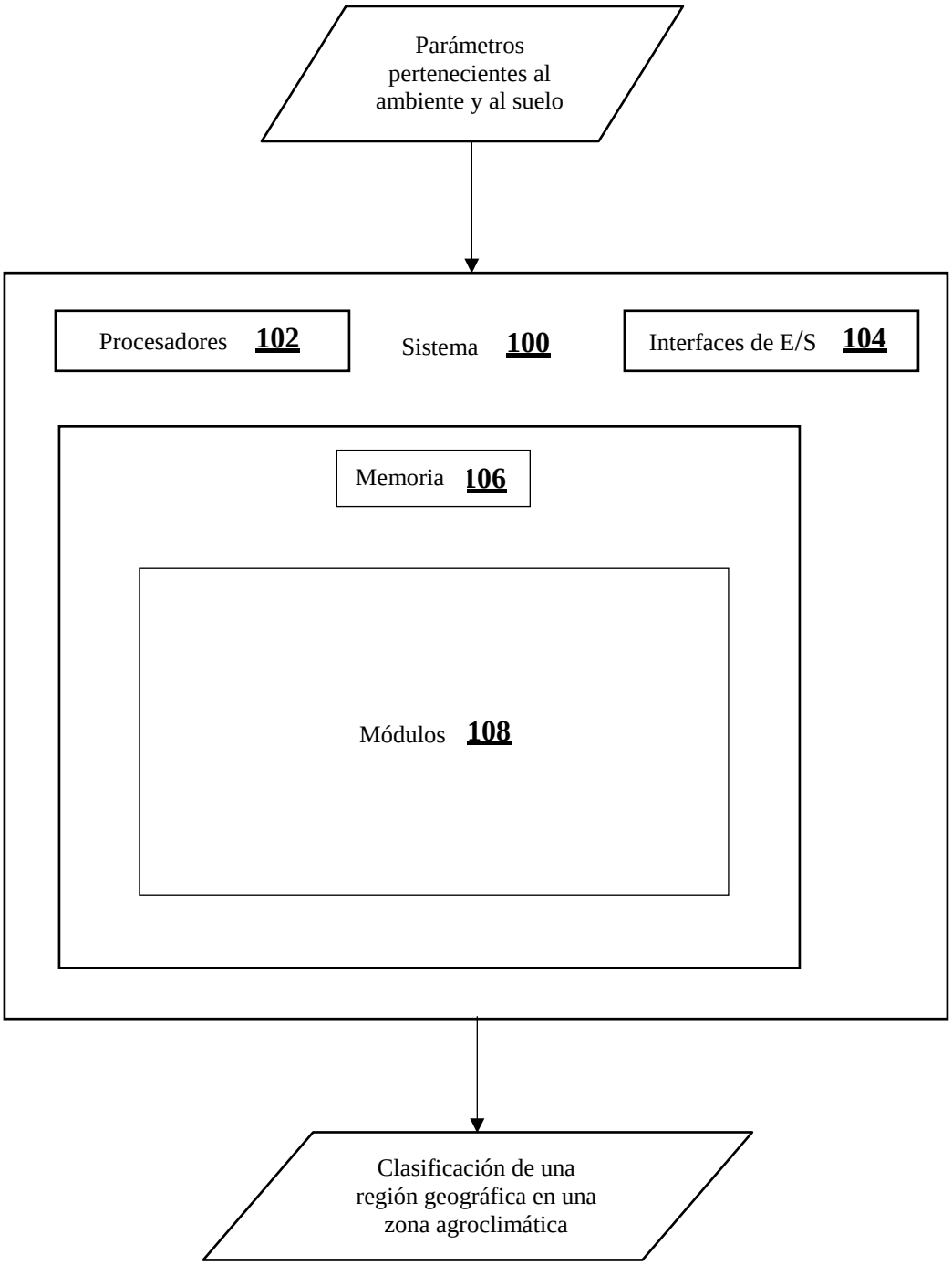
Parámetros pertenecientes al ambiente y al suelo
Procesadores 102
Sistema 100
Interfaces de E/S 104
Memoria 106
Módulos 108
Clasificación de una región geográfica en una zona agroclimática

FIG. 1

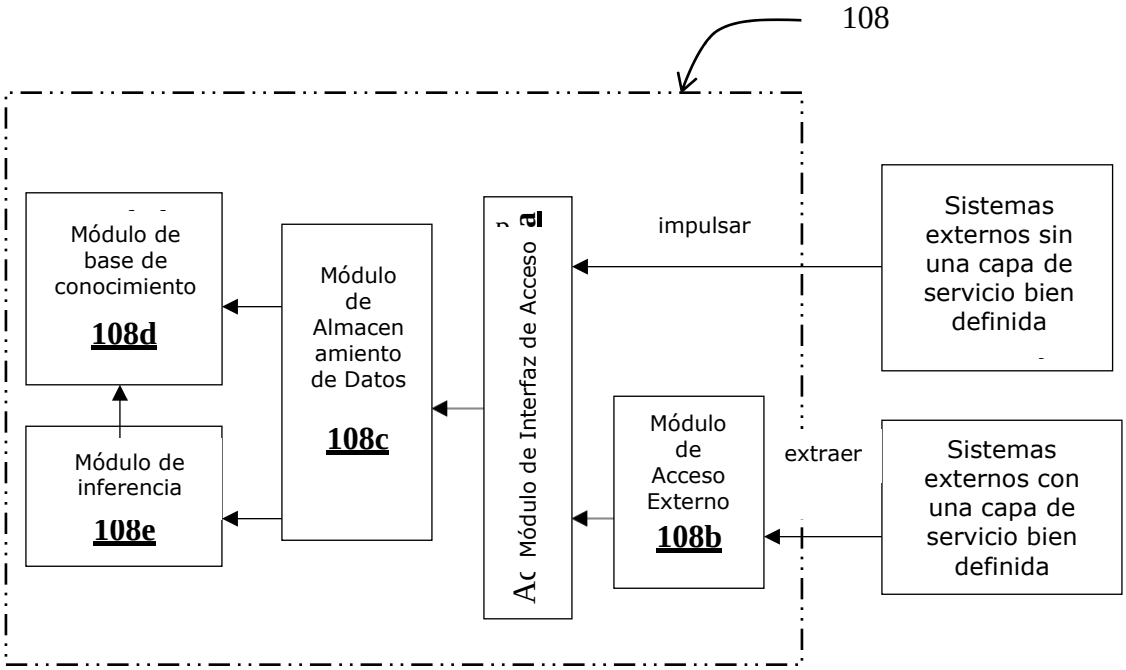
108
Módulo de base de conocimiento
108d
Módulo de inferencia
108e
Módulo de Almacen amiento de Datos
108c
Módulo de Interfaz de Acceso
impulsar
Sistemas externos sin una capa de servicio bien definida
Módulo de Acceso Externo
108b
extraer
Sistemas externos con una capa de servicio bien definida

FIG. 2

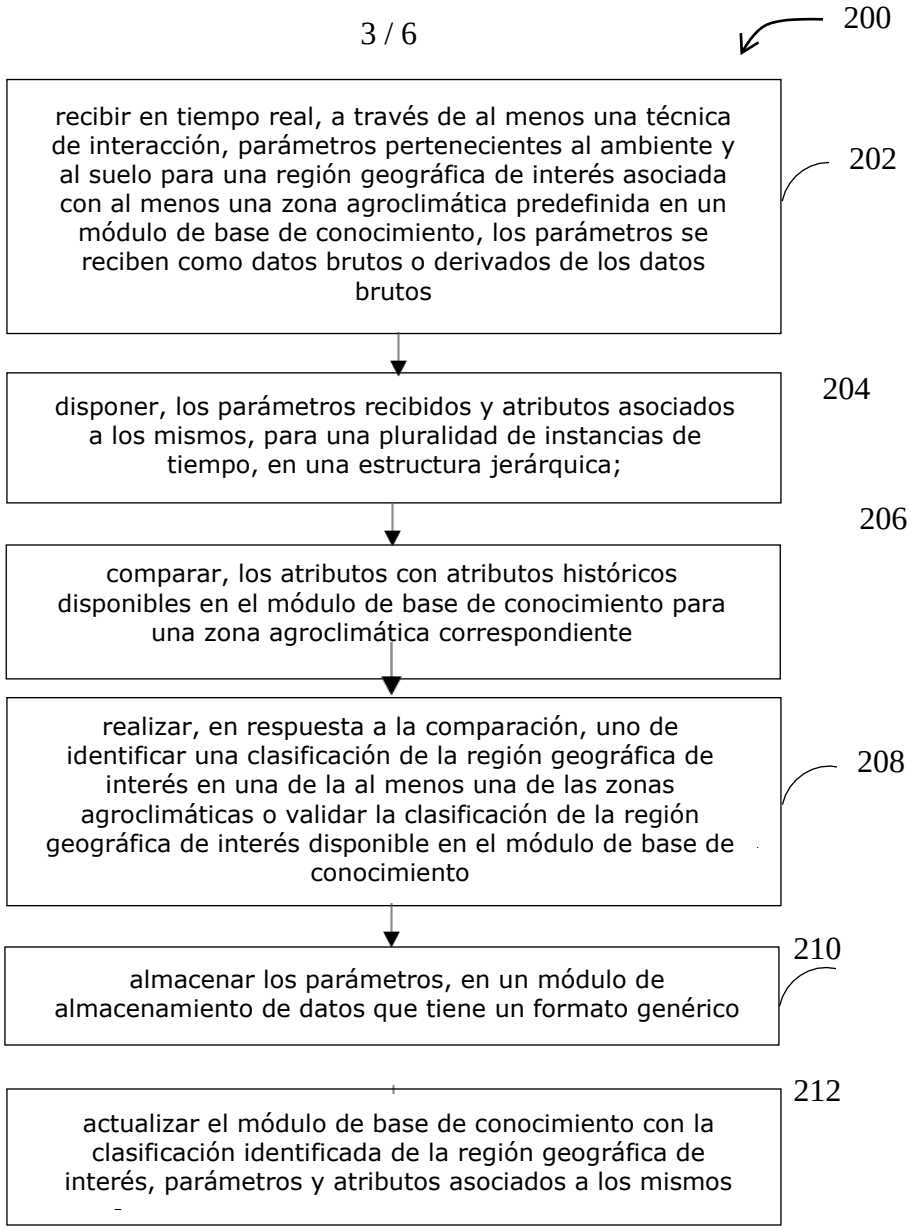
200
recibir en tiempo real, a través de al menos una técnica de interacción, parámetros pertenecientes al ambiente y al suelo para una región geográfica de interés asociada con al menos una zona agroclimática predefinida en un módulo de base de conocimiento, los parámetros se reciben como datos brutos o derivados de los datos brutos
202
disponer, los parámetros recibidos y atributos asociados a los mismos, para una pluralidad de instancias de tiempo, en una estructura jerárquica;
204
206
comparar, los atributos con atributos históricos disponibles en el módulo de base de conocimiento para una zona agroclimática correspondiente
realizar, en respuesta a la comparación, uno de identificar una clasificación de la región geográfica de interés en una de la al menos una de las zonas agroclimáticas o validar la clasificación de la región geográfica de interés disponible en el módulo de base de conocimiento
208
almacenar los parámetros, en un módulo de almacenamiento de datos que tiene un formato genérico
210
212
actualizar el módulo de base de conocimiento con la clasificación identificada de la región geográfica de interés, parámetros y atributos asociados a los mismos

FIG. 3

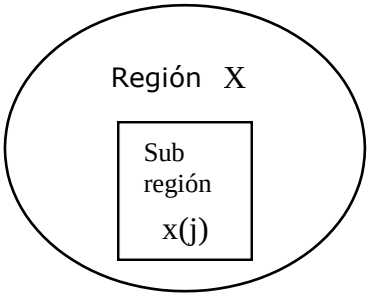
Región X
Sub región
x(j)

FIG. 4

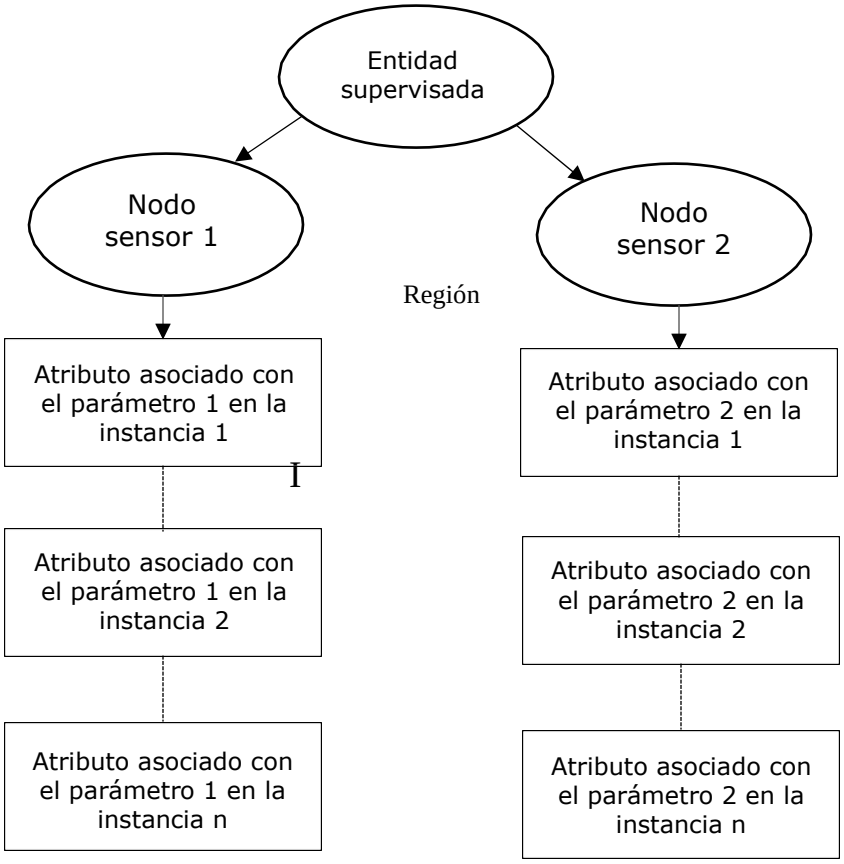
Entidad supervisada
Nodo sensor 1
Nodo sensor 2
Región
Atributo asociado con el parámetro 1 en la instancia 1
I
Atributo asociado con el parámetro 1 en la instancia 2
Atributo asociado con el parámetro 1 en la instancia n
Atributo asociado con el parámetro 2 en la instancia 1
Atributo asociado con el parámetro 2 en la instancia 2
Atributo asociado con el parámetro 2 en la instancia n

FIG. 5

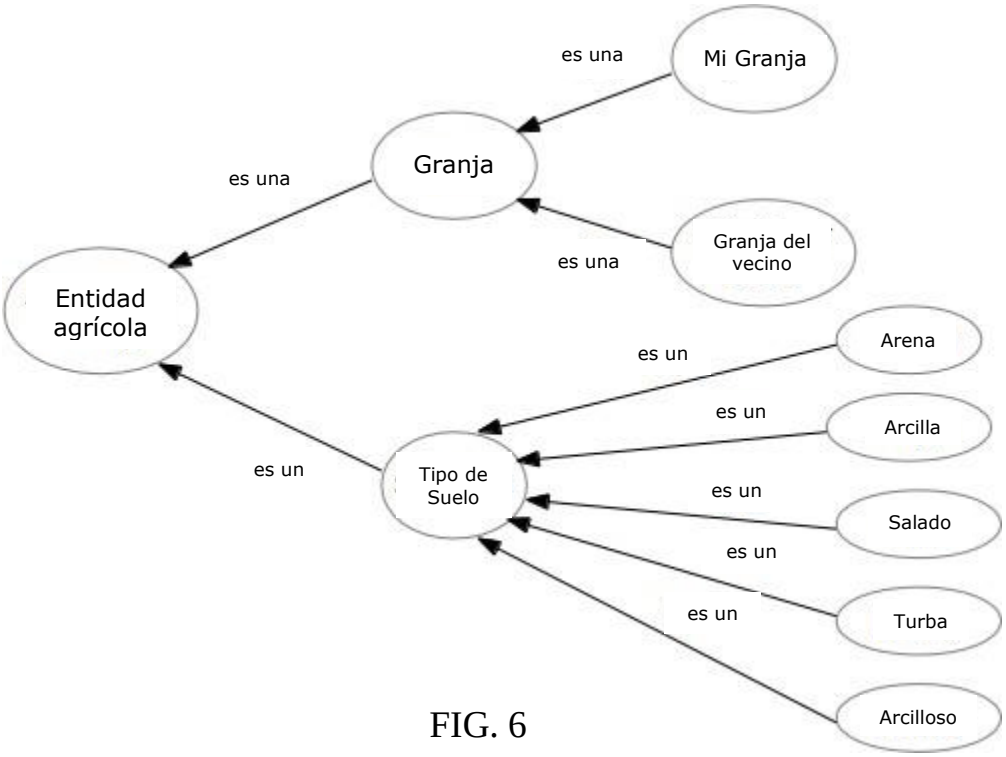
es una
Mi Granja
Granja
es una
Granja del vecino
es una
Entidad agrícola
Arena
es un
es un
Arcilla
es un
Tipo de Suelo
es un
Salado
es un
Turba
es un
Arcilloso

FIG. 6