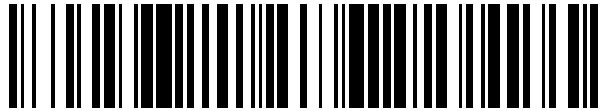


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 942 415**

51 Int. Cl.:

G06Q 10/06 (2012.01)

G06Q 50/02 (2012.01)

G06F 17/18 (2006.01)

G06T 11/20 (2006.01)

G05B 19/418 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.06.2017 PCT/US2017/039468**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.02.2018 WO18031129**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.2017 E 17839967 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.02.2023 EP 3496524**

54 Título: **Detección automática de valores atípicos de datos de cosecha**

30 Prioridad:

11.08.2016 US 201615234920

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

01.06.2023

73 Titular/es:

**CLIMATE LLC (100.0%)
4 City Place, Suite 100
St. Louis, Missouri 63141, US**

72 Inventor/es:

**LI, YIQUN y
GERARD, JEFFREY**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 942 415 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

Detección automática de valores atípicos de datos de cosecha

AVISO DE DERECHOS DE AUTOR

5 Una porción de la divulgación de este documento de patente contiene material que está sujeto a la protección de derechos de autor. El titular de los derechos de autor no tiene objeción alguna a la reproducción en facsímil del documento de la patente o de la divulgación de la patente por cualquier persona, tal y como aparece en el archivo o en los registros de patentes de la Oficina de Patentes y Marcas, pero por lo demás se reserva todos los derechos de autor o derechos de cualquier tipo. © 2016 The Climate Corporation.

CAMPO DE LA DIVULGACIÓN

10 El campo técnico de la presente divulgación incluye sistemas de computación útiles en agricultura y climatología. La divulgación está también dentro del campo técnico de los sistemas de computación que se programan o configuran para detectar automáticamente valores de datos atípicos basados en datos de mapas de rendimiento digitales, procesamiento de datos segmentados y recomendaciones de datos implementadas por computadora para su uso en la agricultura.

15 ANTECEDENTES

Los enfoques descritos en esta sección son enfoques que se podrían poner en práctica, pero no son necesariamente enfoques que se hayan concebido o puesto en práctica previamente. Por lo tanto, a menos que se indique lo contrario, no se debe suponer que ninguno de los enfoques descritos en esta sección califique como arte previo simplemente en virtud de su inclusión en esta sección.

20 Los mapas de rendimiento se utilizan ampliamente en la gestión agrícola y consisten en datos digitales almacenados que representan el rendimiento de los cultivos que se cultivaron y cosecharon en un lote agrícola. Sin embargo, muchos mapas de rendimiento crudos contienen errores e inexactitudes. De hecho, los investigadores han informado que entre el 10% y el 50% de las observaciones incluidas en los mapas de rendimiento son incorrectas. Las observaciones incorrectas se referencian como valores de datos atípicos o simplemente valores atípicos.

25 Una ventaja de descontaminar los mapas de rendimiento crudos para obtener mapas descontaminados que están libres de valores atípicos es que los mapas descontaminados son útiles para los productores agrícolas. Los mapas descontaminados pueden ayudar a los productores a personalizar las prácticas agrícolas en términos de mejorar los programas de siembra, prácticas de riego, aplicación de fertilizante, tal como nitrógeno y/o de cosecha.

SÍNTESIS

30 Las reivindicaciones adjuntas se pueden utilizar como una síntesis de la divulgación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

En las figuras:

35 La Figura 1 ilustra un sistema de computación ejemplificativo que está configurado para realizar las funciones descritas en la presente que se muestran en un ambiente de lote con otro aparato con el cual puede interoperar el sistema.

La Figura 2 ilustra dos vistas de una organización lógica ejemplificativa de conjuntos de instrucciones en la memoria principal cuando una aplicación móvil ejemplificativa se carga para ser ejecutada.

40 La Figura 3 ilustra un proceso programado por medio del cual el sistema de computación de inteligencia agrícola genera uno o más modelos agronómicos preconfigurados que utilizan datos agronómicos provistos por una o más fuentes de datos.

La Figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de computación 400 en el cual se puede implementar una forma de realización de la invención.

La Figura 5 representa una forma de realización ejemplificativa de la vista de una línea temporal para la entrada de datos.

45 La Figura 6 representa una forma de realización ejemplificativa de la vista de una hoja de cálculo para la entrada de datos.

La Figura 7 representa un ejemplo de segmentación de detección de valores atípicos de rendimiento automatizado e implementada por computadora.

La Figura 8 representa un ejemplo de pre-procesamiento automatizado por computadora de datos de rendimiento.

La Figura 9 representa un procedimiento ejemplificativo de detección automática de valores atípicos en los datos de rendimiento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

5 En la siguiente descripción, con propósitos de explicación, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proveer una comprensión exhaustiva de la presente divulgación. Sin embargo, será evidente, que las formas de realización se pueden practicar sin estos detalles específicos. En otros casos, estructuras y dispositivos bien conocidos se muestran en forma de diagrama de bloques con el fin de evitar oscurecer innecesariamente la presente divulgación. Las formas de realización se divulgan en secciones de acuerdo con el siguiente esquema.

1. ENFOQUE GENERAL

10 2. SISTEMA DE COMPUTACIÓN DE INTELIGENCIA AGRÍCOLA EJEMPLIFICATIVO

2.1. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL

2.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROGRAMA DE APLICACIÓN

2.3. INTRODUCCIÓN DE DATOS EN EL SISTEMA DE COMPUTACIÓN

2.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO – ENTRENAMIENTO DEL MODELO AGRONÓMICO

15 2.5. EJEMPLO DE IMPLEMENTACIÓN – DESCRIPCIÓN DE HARDWARE

3. DATOS DE RENDIMIENTO CRUDOS CONTAMINADOS

3.1 TIPOS DE CONTAMINACIÓN DE DATOS

3.1.1 RETRASO DE PASO INICIAL

3.1.2 RETRASO DE PASO FINAL

20 3.1.3 DESFASE DE FLUJO

3.2 PRE-PROCESAMIENTO INICIAL DE MAPAS DE RENDIMIENTO CRUDOS

4. EJEMPLO DE SEGMENTACIÓN PARA DETECCIÓN DE VALORES ATÍPICOS DE RENDIMIENTO AUTOMATIZADO

5. DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE CONTAMINACIÓN EN MAPAS DE RENDIMIENTO

25 5.1 DETECCIÓN DE VALORES ATÍPICOS DE RETRASO DE PASO INICIAL

5.2 DETECCIÓN DE VALORES ATÍPICOS DE RETRASO DE PASO FINAL

5.3 DETECCIÓN DE OTROS TIPOS DE VALORES ATÍPICOS

5.3.1 ENFOQUE DE DIFERENCIA LOCAL

5.3.2 ENFOQUE DE ÁREA SUPERFICIAL

30 5.3.3 ENFOQUE DE DETECCIÓN DE VALORES ATÍPICOS ESPACIAL Y ESTADÍSTICO

6. BIBLIOTECA DE DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE DATOS CONTAMINADOS

7. BENEFICIOS DE MAPAS DE RENDIMIENTO DESCONTAMINADOS

1. ENFOQUE GENERAL

35 En una forma de realización, se presenta un enfoque de detección automática de valores atípicos en mapas de datos de rendimiento. Un valor atípico es una observación de datos de rendimiento potencialmente incorrecta en un mapa de rendimiento que se encuentra por fuera del rango de las otras observaciones de datos de rendimiento en el mapa.

40 Un enfoque de detección automática de valores atípicos en los mapas de datos de rendimiento se puede implementar como una biblioteca basada en computadoras. La biblioteca puede incluir un conjunto de llamadas a funciones programables e instrucciones configuradas para detectar automáticamente los valores atípicos en los mapas de rendimiento. La implementación puede proveer una herramienta basada en computadora disponible para investigadores agrícolas y productores agrícolas. Los resultados generados por el enfoque que se muestra en la presente se puede utilizar para ayudar a los productores a gestionar los lotes agrícolas y determinar los programas de semillas y siembra.

5 En una forma de realización, un enfoque de filtrado automático de valores atípicos en los datos de rendimiento incluye un enfoque de detección de valores atípicos en dos etapas. En una primera etapa, las observaciones de rendimiento potencialmente erróneas causadas por problemas mecánicos y relacionados con la cosecha se identifican y se eliminan de los datos de rendimiento. En una segunda etapa, los enfoques de minería de datos se emplean para considerar las observaciones de datos de rendimiento dentro de las vecindades locales de observaciones para determinar valores atípicos adicionales que se pueden eliminar de los datos de rendimiento.

10 En una forma de realización, un procedimiento de detección automática de valores atípicos en datos de rendimiento se realiza en un sistema de procesamiento de datos que comprende uno o más procesadores y uno o más medios de almacenamiento de datos no transitorios conectados con los procesadores. El sistema de procesador de datos almacena secuencias de instrucciones que cuando se ejecutan con la utilización de los procesadores causan la recepción sobre una red de computación de datos digitales electrónicos que comprenden datos de rendimiento y que representan rendimientos de cultivos que se han cosechado en un lote agrícola. Los datos de rendimiento se pueden proveer como mapas de datos de rendimiento. Los mapas de datos de rendimiento, que también se referencian como mapas, pueden incluir observaciones de rendimiento cosechadas durante un año o múltiples años. Las observaciones se pueden organizar mediante pasos de cosecha.

15 En el contexto de la cosecha de cultivos, un paso es un ciclo de cosecha durante el cual el cultivo es cosechado por una cosechadora-trilladora. El cultivo se puede cosechar utilizando, por ejemplo, un procedimiento de un paso o un procedimiento de dos pasos. En un procedimiento de un solo paso, la biomasa se cosecha y se recupera simultáneamente. En un procedimiento de dos pasos, la cosecha y la recuperación del material de biomasa se realizan en pasos separados. Típicamente, cada paso se identifica por un identificador de paso.

20 En una forma de realización, un procedimiento comprende, utilizando las instrucciones programadas en el sistema de computación, determinar, en los datos de rendimiento, uno o más pasos, donde cada paso incluye una pluralidad de observaciones.

25 En una forma de realización, un procedimiento de detección automática de valores atípicos en los datos de rendimiento comprende determinar, para cada paso de los uno o más pasos, una o más derivadas discretas sobre la base de una pluralidad de observaciones incluidas en un paso.

30 Una derivada discreta calculada a partir de observaciones de datos de rendimiento es una tasa de cambio definida sobre un dominio discreto de las observaciones de datos de rendimiento. Las tasas que convergen a cero pueden indicar que los cambios en las observaciones de datos de rendimiento son relativamente pequeños. Sin embargo, las tasas que exceden un determinado valor umbral pueden indicar que los cambios en las observaciones de los datos de rendimiento son relativamente más grandes. Las observaciones de los datos de rendimiento que tienen tasas relativamente más grandes pueden ser valores atípicos y tal vez se registraron erróneamente.

35 Se pueden utilizar una o más derivadas discretas calculadas sobre la base de una pluralidad de observaciones incluidas en un paso para determinar si cualquiera de las observaciones incluidas en el paso son valores atípicos. Las derivadas discretas se pueden utilizar para proveer una medición de si el flujo de masa cosechado, registrado por las observaciones en el paso, ha alcanzado un estado estable. Si el flujo de masa cosechado ha alcanzado un estado estable del flujo, entonces las derivadas calculadas para esas observaciones pueden converger a cero.

40 Sin embargo, si el flujo de masa cosechado, registrado en las observaciones correspondientes, no ha alcanzado un estado estable, entonces las derivadas calculadas de esas observaciones pueden exceder un determinado valor umbral. Esto puede indicar un estado inestable del flujo. El flujo de masa cosechada puede estar en un estado de inestabilidad durante, por ejemplo, un paso inicial o un paso final. Un paso inicial es un paso de cosecha durante el cual una transportadora de granos no se ha llenado completamente. Un paso final es un paso de cosecha durante el cual una transportadora de grano no se ha vaciado. Algunas de las observaciones que pertenecen a los pasos iniciales y los pasos finales pueden ser valores atípicos, y por lo tanto pueden ser eliminadas de los datos de rendimiento.

45 En una forma de realización, basada en una o más derivadas discretas, se generan primeros datos atípicos que incluyen los valores atípicos, y el proceso de identificación de valores atípicos se puede repetir para todos los otros pasos.

50 En una forma de realización, los primeros datos filtrados se generan eliminando los primeros datos atípicos de los datos de rendimiento. Los primeros datos filtrados son el resultado de completar una primera etapa del enfoque de detección automática de valores atípicos en los datos de rendimiento.

55 En una forma de realización, un enfoque de detección automática de valores atípicos en mapas de datos de rendimiento incluye una segunda etapa. En una segunda etapa, se determina para cada observación en los datos de rendimiento, una pluralidad de observaciones vecinas más cercanas a una observación. Una pluralidad de observaciones vecinas más cercanas a una observación se puede determinar aplicando un enfoque de diferencia local a una pluralidad de observaciones de datos de rendimiento en los datos de rendimiento.

Para cada observación, se determina una pluralidad de diferencias absolutas en los valores de rendimiento entre la observación y cada una de la pluralidad de observaciones vecinas más cercanas. Esto se puede determinar

superponiendo los datos de rendimiento sobre una cuadrícula rectangular, calculando un área superficial basada en la cuadrícula rectangular y utilizando el área superficial para determinar las diferencias absolutas de las observaciones.

5 En una forma de realización, sobre la base de una pluralidad de diferencias absolutas calculadas para una observación, se determina una puntuación atípica para la observación y se compara con un determinado umbral. Si la puntuación atípica de la observación excede el determinado umbral, entonces la observación se incluye en los segundos datos atípicos. El proceso de identificación de observaciones para las que las puntuaciones atípicas superan el determinado umbral se puede repetir para todas las demás observaciones de los datos de rendimiento.

10 En una forma de realización, se generan segundos datos filtrados eliminando los segundos datos atípicos de los primeros datos filtrados. Los segundos datos filtrados son el resultado de completar tanto una primera etapa como una segunda etapa del enfoque de detección automática de valores atípicos en mapas de datos de rendimiento.

En una forma de realización, se utilizan segundos datos filtrados para controlar automáticamente un sistema de control por computadora en términos de una o más prácticas de siembra, riego, aplicación de nitrógeno y cosecha.

15 En una forma de realización, se genera, utilizando una capa de presentación de un sistema de computación, una representación gráfica de los rendimientos de cultivos cosechados en un lote agrícola utilizando solamente los segundos datos filtrados. La representación gráfica también se puede visualizar en un dispositivo de computación. La representación gráfica o los segundos datos filtrados también se pueden almacenar en un dispositivo de almacenamiento, un sistema de almacenamiento en la nube, una unidad de memoria o cualquier otro sistema configurado para almacenar datos.

2. SISTEMA DE COMPUTACIÓN DE INTELIGENCIA AGRÍCOLA EJEMPLIFICATIVO

20 2.1 DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL

La Figura 1 ilustra un sistema de computación ejemplificativo que está configurado para realizar las funciones descritas en la presente que se muestran en un ambiente de lote con otro aparato con el cual puede interoperar el sistema. En una forma de realización, un usuario 102 tiene, opera o posee un dispositivo de computación para gestión de lote 104 en una localización del lote o asociado con una localización del lote, tal como un lote destinado a actividades agrícolas o una localización de gestión de uno o más lotes agrícolas. El dispositivo de computación para gestión de lote 104 está programado o configurado para proveer datos del lote 106 a un sistema de computación de inteligencia agrícola 130 a través de una o más redes 109.

Los ejemplos de datos del lote 106 incluyen (a) datos de identificación (por ejemplo, superficie en acres, designación de lote, identificadores de lote, identificadores geográficos, identificadores de límites, identificadores de cultivos y cualesquiera otros datos apropiados que se pueden utilizar para identificar la tierra de cultivo, tales como una unidad de tierra común (CLU, por las iniciales en inglés de common land unit), lote y número de bloque, número de parcela, coordenadas y límites geográficos, número de serie de explotación agrícola (FSN, por las iniciales en inglés de Farm Serial Number), número de explotación agrícola, número de extensión, número de lote, sección, municipio y/o rango), (b) datos de cosecha (por ejemplo, tipo de cultivo, variedad de cultivo, rotación de cultivos, si el cultivo se cultiva orgánicamente, fecha de cosecha, Historia de Producción Real (APH, por las iniciales en inglés de Actual Production History), rendimiento esperado, rendimiento, precio del cultivo, renta del cultivo, humedad del grano, práctica de labranza e información del período de cultivo previo), (c) datos del suelo (por ejemplo, tipo, composición, pH, materia orgánica (MO), capacidad de intercambio catiónico (CIC, por las iniciales en inglés de cation exchange capacity)), (d) datos de siembra (por ejemplo, fecha de siembra, tipo(s) de semilla(s), grado de desarrollo relativo (RM, por las iniciales en inglés de relative maturity) de semilla(s) sembrada(s), población de semillas), (e) datos de fertilizante (por ejemplo, tipo de nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio), tipo de aplicación, fecha de aplicación, cantidad, fuente, procedimiento), (f) datos de plaguicida (por ejemplo, pesticida, herbicida, fungicida, otra sustancia o mezcla de sustancias destinada a ser utilizada como regulador vegetal, defoliante o desecante, fecha de aplicación, cantidad, fuente), (g) datos de riego (por ejemplo, fecha de aplicación, cantidad, fuente, procedimiento), (h) datos meteorológicos (por ejemplo, precipitación, tasa de pluviosidad, cantidad de precipitación pronosticada, tasa de escurrimiento de agua por región, temperatura, viento, pronóstico, presión, visibilidad, nubosidad, sensación térmica, punto de rocío, humedad, espesor de nieve, calidad del aire, salida del sol, puesta del sol), (i) datos de imágenes (por ejemplo, información de imágenes y espectro de luz de un sensor de aparato agrícola, cámara, computadora, teléfono inteligente, "tablet", vehículo aéreo no tripulado, aviones o satélites), (j) observaciones de exploración (fotos, videos, notas de formato libre, grabaciones de voz, transcripciones de voz, condiciones meteorológicas (temperatura, precipitación (actual y a través del tiempo), humedad del suelo, etapa de crecimiento del cultivo, velocidad del viento, humedad relativa, punto de rocío, capa negra)) y (k) informes y fuentes y bases de datos de predicciones del suelo, semillas, fenología del cultivo, plagas y enfermedades.

55 Un equipo servidor de datos 108 está conectado comunicativamente con el sistema de computación de inteligencia agrícola 130 y está programado o configurado para enviar datos externos 110 al sistema de computación de inteligencia agrícola 130 a través de la(s) red(es) 109. El equipo servidor de datos externos 108 puede ser propiedad o ser operado bajo la misma personería o entidad jurídica que el sistema de computación de inteligencia agrícola 130 o una personería o entidad diferente, tal como una agencia gubernamental, una organización no gubernamental (ONG)

y/o un proveedor de servicios de datos privado. Los ejemplos de datos externos incluyen datos meteorológicos, datos de imágenes, datos del suelo o datos estadísticos relacionados con los rendimientos de los cultivos, entre otros. Los datos externos 110 pueden consistir en el mismo tipo de información que los datos del lote 106. En algunas formas de realización, los datos externos 110 son provistos por un servidor de datos externos 108 que es propiedad de la misma entidad que posee y/o opera el sistema de computación de inteligencia agrícola 130. Por ejemplo, el sistema de computación de inteligencia agrícola 130 puede incluir un servidor de datos enfocado exclusivamente en un tipo de datos que de otro modo se podrían obtener de fuentes de terceros, tales como los datos meteorológicos. En algunas formas de realización, un servidor de datos externo 108 se puede realmente incorporar dentro del sistema 130.

Un aparato agrícola 111 puede tener uno o más sensores remotos 112 fijados en el mismo, cuyos sensores están acoplados de modo comunicativo directamente o indirectamente por vía del aparato agrícola 111 con el sistema de computación de inteligencia agrícola 130 y están programados o configurados para enviar datos de sensores al sistema de computación de inteligencia agrícola 130. Los ejemplos de aparatos agrícolas 111 incluyen tractores, segadoras-trilladoras, cosechadoras, sembradoras, camiones, equipos de fertilizantes, vehículos aéreos no tripulados y cualquier otro elemento de maquinaria física o hardware, típicamente maquinaria móvil que se puede utilizar en las tareas asociadas con la agricultura. En algunas formas de realización, una única unidad del aparato 111 puede comprender una pluralidad de sensores 112 que están conectados localmente en una red en el aparato, donde la red de área de controladores (CAN, por las iniciales en inglés de Controller Area Network) es un ejemplo del tipo de red que se puede instalar en las segadoras-trilladoras o cosechadoras. Un controlador de aplicación 114 está conectado comunicativamente con el sistema de computación de inteligencia agrícola 130 a través de la(s) red(es) 109 y está programado o configurado para recibir uno o más guiones para controlar un parámetro de operación de un vehículo o implemento agrícola desde el sistema de computación de inteligencia agrícola 130. Por ejemplo, una interfaz de bus de red de área de controladores (CAN) se puede utilizar para permitir las comunicaciones desde el sistema de computación de inteligencia agrícola 130 al aparato agrícola 111, tal como se utiliza el CLIMATE FIELDVIEW DRIVE, disponible de The Climate Corporation, San Francisco, California. Los datos de sensor pueden consistir en el mismo tipo de información que los datos de lote 106. En algunas formas de realización, los sensores remotos 112 pueden no estar fijos en un aparato agrícola 111 sino que pueden estar localizados de forma remota en el lote y se pueden comunicar con la red 109.

El aparato 111 puede comprender una computadora de cabina 115 que está programada con una aplicación de cabina que puede comprender una versión o variante de la aplicación móvil para el dispositivo 104 que se describe más adelante en otras secciones de la presente. En una forma de realización, la computadora de cabina 115 comprende una computadora compacta, con frecuencia una computadora de tamaño "tablet" o un teléfono inteligente con una pantalla de visualización gráfica, tal como una pantalla a color, que está instalada dentro de la cabina de operador del aparato 111. La computadora de cabina 115 puede implementar algunas o todas las operaciones y las funciones que se describen adicionalmente en la presente para el dispositivo de computación móvil 104.

La(s) red(es) 109 representan ampliamente cualquier combinación de una o más redes de comunicaciones de datos que incluyen redes de área local, redes de área amplia, interconexiones de redes o Internet que utilizan cualquiera de enlaces cableados o inalámbricos e incluye enlaces terrestres o satelitales. La(s) red(es) se pueden implementar por cualquier medio o mecanismo que provee el intercambio de datos entre los diversos elementos de la Figura 1. Los diversos elementos de la Figura 1 también pueden tener enlaces de comunicaciones (cableados o inalámbricos) directos. Los sensores 112, el controlador 114, el equipo servidor de datos externos 108 y otros elementos del sistema comprenden cada uno una interfaz compatible con la(s) red(es) 109 y se programan o configuran para utilizar protocolos estandarizados de comunicaciones a través de las redes, tales como TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol, Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet), Bluetooth, protocolo CAN y protocolos de capas superiores tales como HTTP (HyperText Transfer Protocol, Protocolo de Transferencia de Hipertexto), TLS (Transport Layer Security, Seguridad en la Capa de Transporte) y similares.

El sistema de computación de inteligencia agrícola 130 se programa o configura para recibir datos de lote 106 del dispositivo de computación para gestión de lote 104, datos externos 110 del equipo servidor de datos externos 108 y datos de sensor del sensor remoto 112. El sistema de computación de inteligencia agrícola 130 se puede configurar además para recibir, utilizar o ejecutar uno o más programas de computación, otros elementos de software, lógica programada digitalmente tal como FPGA (Field Programmable Gate Array, Matriz de Puertas Programable de Campo) o ASIC (Application Specific Integrated Circuit, Circuito Integrado Específico de la Aplicación) o cualquier combinación de los mismos para realizar la conversión y el almacenamiento de los valores de datos, la construcción de modelos digitales de uno o más cultivos en uno o más lotes, la generación de recomendaciones y notificaciones y la generación y el envío de guiones al controlador de aplicación 114 de la manera descrita en otras secciones de esta divulgación.

En una forma de realización, el sistema de computación de inteligencia agrícola 130 se programa o comprende una capa de comunicaciones 132, una capa de presentación 134, una capa de gestión de datos 140, una capa de virtualización/hardware 150 y un archivo de datos del modelo y del lote 160. "Capa", en este contexto, se refiere a cualquier combinación de circuitos de interfaz digitales electrónicos, microcontroladores, firmware tal como controladores y/o programas de computación u otros elementos de software.

La capa de comunicaciones 132 se puede programar o configurar para realizar funciones de interfase de entrada/salida que incluye enviar solicitudes al dispositivo de computación para gestión de lote 104, el equipo servidor de datos

externos 108 y el sensor remoto 112 de datos de lote, datos externos y datos de sensores, respectivamente. La capa de comunicaciones 132 se puede programar o configurar para enviar los datos recibidos al archivo de datos del modelo y del lote 160 para ser almacenados como datos de lote 106.

5 En una forma de realización, el sistema de computación de inteligencia agrícola 130 se programa o comprende instrucciones de código 180. Por ejemplo, las instrucciones de código 180 pueden incluir instrucciones de recepción de datos 182 que están programadas para recibir datos electrónicos digitales sobre la o las redes 109 que comprenden datos de rendimiento. Las instrucciones de código 180 también pueden incluir instrucciones de identificación de pasos 187 que están programadas para identificar pasos en los datos de rendimiento, primeras instrucciones 183 de detección de valores atípicos que están programadas para detectar primeros valores atípicos en los datos de rendimiento, instrucciones de derivadas discretas 184 que están programadas para determinar derivadas discretas de los datos de rendimiento, instrucciones de detección de valores atípicos espaciales 185 que están programadas para detectar valores atípicos espaciales en los datos de rendimiento, segundas instrucciones de detección de valores atípicos 186 que están programadas para detectar segundos valores atípicos en los datos de rendimiento, y otras instrucciones de detección 188.

15 La capa de presentación 134 se puede programar o configurar para generar una interfaz gráfica de usuario (GUI, por las iniciales en inglés de graphical user interface) que se mostrará en el dispositivo de computación para gestión de lote 104, el equipo de cabina 115 u otras computadoras que se conectan con el sistema 130 a través de la red 109. La GUI puede comprender controles para introducir datos que son enviados al sistema de computación de inteligencia agrícola 130 que generan solicitudes de modelos y/o recomendaciones, y/o muestra recomendaciones, notificaciones, modelos y otros datos de lote.

20 La capa de gestión de datos 140 se puede programar o configurar para gestionar las operaciones de lectura y escritura que involucran al archivo 160 y otros elementos funcionales del sistema que incluye consultas y conjuntos de resultados que son comunicados entre los elementos funcionales del sistema y el archivo. Los ejemplos de la capa de gestión de datos 140 incluyen JDBC (por las iniciales de Java Database Connectivity, Conectividad de la Base de Datos de Java), código de interfaz de servidor SQL (por las iniciales de Structured Query Language, Lenguaje de Consulta Estructurada) y/o código de interfaz HADOOP, entre otros. El archivo 160 puede comprender una base de datos. Tal como se utiliza en la presente, el término "base de datos" se puede referir a un cuerpo de datos, un sistema de gestión de base de datos relacional (RDBMS, por las iniciales en inglés de relational database management system) o ambos. Tal como se utiliza en la presente, una base de datos puede comprender cualquier conjunto de datos que incluye bases de datos jerárquicas, bases de datos relacionales, bases de datos de archivos planos, bases de datos objeto-relacionales, bases de datos orientadas a objetos y cualquier otro conjunto estructurado de registros o datos que se almacena en un sistema de computación. Los ejemplos de los RDBMS incluyen pero no se limitan a incluir bases de datos de ORACLE®, MYSQL, IBM® DB2, MICROSOFT® SQL SERVER, SYBASE® y POSTGRESQL. Sin embargo, se puede utilizar cualquier base de datos que permite los sistemas y los procedimientos descritos en la presente.

35 Cuando no se proveen directamente datos de lote 106 al sistema de computación de inteligencia agrícola a través de una o más máquinas agrícolas o dispositivos de máquinas agrícolas que interactúan con el sistema de computación de inteligencia agrícola, se le puede solicitar al usuario que introduzca dicha información a través de una o más interfaces de usuario en el dispositivo del usuario (al que da servicio el sistema de computación de inteligencia agrícola). En una forma de realización ejemplificativa, el usuario puede especificar datos de identificación al acceder a un mapa en el dispositivo de usuario (al que da servicio el sistema de computación de inteligencia agrícola) y seleccionar CLU específicas que se han mostrado gráficamente en el mapa. En una forma de realización alternativa, el usuario 102 puede especificar datos de identificación al acceder a un mapa en el dispositivo de usuario (al que da servicio el sistema de computación de inteligencia agrícola 130) y dibujar los bordes del lote sobre el mapa. Tal selección de CLU o dibujos en el mapa representan identificadores geográficos. En unas formas de realización alternativas, el usuario puede especificar los datos de identificación al acceder a los datos de identificación del lote (provistos como archivos de forma o en un formato similar) de la Agencia de Servicios Agrícolas del Departamento de Agricultura de los EE.UU. u otra fuente a través del dispositivo de usuario y proveer tales datos de identificación de lote al sistema de computación de inteligencia agrícola.

40 En una forma de realización ejemplificativa, el sistema de computación de inteligencia agrícola 130 está programado para generar y producir la visualización de una interfaz gráfica de usuario que comprende un gestor de datos para la entrada de datos. Después que se han identificado uno o más lotes utilizando los procedimientos descritos anteriormente, el gestor de datos puede proveer una o más mini-aplicaciones gráficas de interfaz de usuario que cuando se seleccionan pueden identificar cambios en el lote, suelo, cultivos, labranza o prácticas de nutrientes. El gestor de datos puede incluir la vista de una línea temporal, la vista de una hoja de cálculo y/o uno o más programas editables.

45 La Figura 5 representa una forma de realización ejemplificativa de la vista de una línea temporal para la entrada de datos. Utilizando la visualización representada en la Figura 5, una computadora de usuario puede introducir una selección de un lote particular y una fecha particular para la adición de un evento. Los eventos que se visualizan en la parte superior de la línea temporal pueden incluir Nitrógeno, Siembra, Prácticas y Suelo. Para agregar un evento de aplicación de nitrógeno, una computadora de usuario puede proveer la entrada para seleccionar la lengüeta de

5 nitrógeno. La computadora del usuario puede entonces seleccionar una ubicación en la línea temporal de un lote particular con el fin de indicar una aplicación de nitrógeno en el lote seleccionado. En respuesta a la recepción de una selección de una ubicación en la línea temporal de un lote particular, el gestor de datos puede mostrar una capa de entrada de datos que permite que la computadora de usuario ingrese datos relacionados con las aplicaciones de nitrógeno, procedimientos de siembra, aplicación al suelo, procedimientos de labranza, prácticas de riego u otra información relacionada con el lote particular. Por ejemplo, si una computadora de usuario selecciona una porción de la línea temporal e indica una aplicación de nitrógeno, entonces la capa de entrada de datos puede incluir lotes para introducir la cantidad de nitrógeno aplicada, una fecha de aplicación, un tipo de fertilizante utilizado y cualquier otra Información relacionada con la aplicación de nitrógeno.

10 En una forma de realización, el gestor de datos provee una interfaz para crear uno o más programas. "Programa", en este contexto, se refiere a un conjunto de datos relacionado con las aplicaciones de nitrógeno, procedimientos de siembra, aplicación al suelo, procedimientos de labranza, prácticas de riego u otra información que puede estar relacionada con uno o más lotes y que se puede almacenar en un almacenamiento de datos digitales para su reutilización como un conjunto en otras operaciones. Después que se ha creado un programa, el mismo se puede aplicar conceptualmente a uno o más lotes y las referencias al programa se pueden almacenar en un almacenamiento digital que está asociado con los datos que identifican los lotes. Por lo tanto, en lugar de introducir manualmente datos idénticos relacionados con las mismas aplicaciones de nitrógeno para múltiples lotes diferentes, una computadora de usuario puede crear un programa que indique una aplicación particular de nitrógeno y que luego aplique el programa a múltiples lotes diferentes. Por ejemplo, en la vista de la línea temporal de la Figura 5, las dos líneas temporales superiores tienen seleccionado el programa "Aplicación en Otoño" que incluye una aplicación de 150 libras de Nitrógeno/acre a principios de abril. El gestor de datos puede proveer una interfaz para editar un programa. En una forma de realización, cuando se edita un programa particular, se edita cada lote para el cual se ha seleccionado el programa particular. Por ejemplo, en la Figura 5, si se edita el programa "Aplicación en Otoño" para reducir la aplicación de nitrógeno a 130 libras de Nitrógeno/acre, los dos lotes superiores se pueden actualizar con una aplicación reducida de nitrógeno en base al programa editado.

25 En una forma de realización, en respuesta a la recepción de modificaciones para un lote que tiene un programa seleccionado, el gestor de datos elimina la correspondencia del lote con el programa seleccionado. Por ejemplo, si se agrega una aplicación de nitrógeno al lote superior de la Figura 5, la interfaz se puede actualizar para indicar que el programa "Aplicación en Otoño" ya no se va a aplicar al lote superior. Si bien la aplicación de nitrógeno a principios de abril puede permanecer, las actualizaciones del programa "Aplicación en Otoño" no van a alterar la aplicación de nitrógeno en abril.

30 La Figura 6 representa una forma de realización ejemplificativa de la vista de una hoja de cálculo para la entrada de datos. Utilizando la visualización representada en la Figura 6, un usuario puede crear y editar la información para uno o más lotes. El gestor de datos puede incluir hojas de cálculo para introducir información con respecto al Nitrógeno, Siembra, Prácticas y Suelo tal como se representa en la Figura 6. Para editar una entrada particular, una computadora de usuario puede seleccionar la entrada particular en la hoja de cálculo y actualizar los valores. Por ejemplo, la Figura 6 representa una actualización en curso de un valor de rendimiento blanco para el segundo lote. Además, una computadora de usuario puede seleccionar uno o más lotes con el fin de aplicar uno o más programas. En respuesta a la recepción de una selección de un programa para un lote particular, el gestor de datos puede automáticamente completar las entradas del lote particular en base al programa seleccionado. Al igual que con la vista de la línea temporal, el gestor de datos puede actualizar las entradas de cada lote asociado con un programa particular en respuesta a la recepción de una actualización del programa. Además, el gestor de datos puede eliminar la correspondencia del programa seleccionado con el lote en respuesta a la recepción de una edición de una de las entradas del lote.

45 En una forma de realización, los datos del modelo y del lote se almacenan en el archivo de datos del modelo y del lote 160. Los datos del modelo comprenden modelos de datos creados para uno o más lotes. Por ejemplo, un modelo de cultivo puede incluir un modelo construido digitalmente de desarrollo de un cultivo en dichos uno o más lotes. "Modelo", en este contexto, se refiere a un conjunto almacenado digitalmente electrónico de instrucciones ejecutables y valores de datos asociados entre sí que tiene la capacidad de recibir y responder a una llamada, invocación o solicitud de resolución programática o digital de otro tipo en base a los valores de entrada especificados a fin de producir uno o más valores de salida almacenados que pueden servir como base de las recomendaciones implementadas por computadora, pantallas de datos de salida o control de máquina, entre otras cosas. Las personas con experiencia en el lote les resultará conveniente expresar los modelos utilizando ecuaciones matemáticas, pero esa forma de expresión no confina a los modelos divulgados en la presente a conceptos abstractos, en su lugar, cada modelo en la presente tiene una aplicación práctica en una computadora en la forma de instrucciones ejecutables almacenadas y datos que implementan el modelo mediante el uso de la computadora. Los datos del modelo pueden incluir un modelo de eventos anteriores en dichos uno o más lotes, un modelo del estado actual de dichos uno o más lotes y/o un modelo de eventos pronosticados en dichos uno o más lotes. Los datos del modelo y del lote se pueden almacenar en estructuras de datos en una memoria, filas de una tabla de base de datos, en archivos planos u hojas de cálculo u otras formas de datos digitales almacenados.

60 La capa de virtualización/hardware 150 comprende una o más unidades de procesamiento central (CPU, por las iniciales en inglés de central processing unit), controladores de memoria y otros dispositivos, componentes o

elementos de un sistema de computación, tal como una memoria volátil o no volátil, almacenamiento no volátil tal como un disco y dispositivos o interfaces de E/S, tal como se ilustra y se describe, por ejemplo, en relación con la Figura 4. La capa 150 puede comprender también instrucciones programadas que están configuradas para soportar la virtualización, contenerización u otras tecnologías.

- 5 Con el propósito de ilustrar un ejemplo que sea claro, la Figura 1 muestra un número limitado de casos con algunos elementos funcionales. Sin embargo, en otras formas de realización, puede haber cualquier cantidad de tales elementos. Por ejemplo, las formas de realización pueden utilizar miles o millones de diferentes dispositivos de computación móviles 104 asociados con diferentes usuarios. Además, el sistema 130 y/o el equipo servidor de datos externos 108 se pueden implementar utilizando dos o más procesadores, núcleos, agrupamientos o instancias de máquinas físicas o virtuales configurados en una localización discreta o co-localizados con otros elementos en un centro de datos, instalación de computación compartida o instalación de computación en la nube.

2.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROGRAMA DE APLICACIÓN

15 En una forma de realización, la implementación de las funciones descritas en la presente, que utilizan uno o más programas de computación u otros elementos de software y que están cargados y se ejecutan utilizando una o más computadoras de propósito general, hará que las computadoras de propósito general estén configuradas como una máquina particular o como una computadora que está especialmente adaptada para llevar a cabo las funciones descritas en la presente. Asimismo, cada uno de los diagramas de flujo que además se describen en la presente puede servir solo o en combinación con las descripciones en lenguaje común de procesos y funciones en la presente, como algoritmos, planes o direcciones que se pueden utilizar para programar una computadora o una lógica para implementar las funciones que se describen. En otras palabras, todo el conjunto de texto en lenguaje común en la presente y todas las figuras están destinados a proveer la divulgación de algoritmos, planes o direcciones que son suficientes como para permitir que un experto programe una computadora para realizar las funciones que se describen en la presente, en combinación con la experiencia y el conocimiento de tal persona que tiene el nivel de capacidad apropiado para las invenciones y divulgaciones de este tipo.

25 En una forma de realización, el usuario 102 interactúa con el sistema de computación de inteligencia agrícola 130 utilizando el dispositivo de computación para gestión de lote 104 configurado con un sistema operativo y uno o más programas de aplicación o aplicaciones, donde el dispositivo de computación para gestión de lote 104 también puede interoperar con el sistema de computación de inteligencia agrícola de forma independiente y automáticamente bajo el control del programa o control lógico y no siempre se requiere la interacción directa del usuario. El dispositivo de computación para gestión de lote 104 representa ampliamente uno o más de un teléfono inteligente, PDA (por las iniciales en inglés de personal digital assistant, asistente digital personal), dispositivo de computación "tablet", computadora portátil, computadora de escritorio, estaciones de trabajo o cualquier otro dispositivo de computación con la capacidad de transmitir y recibir información y realizar las funciones descritas en la presente. El dispositivo de computación para gestión de lote 104 se puede comunicar a través de una red utilizando una aplicación móvil almacenada en el dispositivo de computación para gestión de lote 104 y en algunas formas de realización, el dispositivo se puede conectar mediante un cable 113 o un conector con el sensor 112 y/o el controlador 114. Un usuario particular 102 puede a la vez tener, operar o poseer y utilizar, en conexión con el sistema 130, más de un dispositivo de computación para gestión de lote 104.

40 La aplicación móvil puede proveer la funcionalidad del lado del cliente a través de la red para uno o más dispositivos de computación móvil. En una forma de realización ejemplificativa, el dispositivo de computación para gestión de lote 104 puede acceder a la aplicación móvil a través de un navegador web o una aplicación de cliente local o aplicación. El dispositivo de computación para gestión de lote 104 puede transmitir datos y recibir datos desde uno o más servidores de la parte cliente utilizando protocolos basados en la web o formatos tales como HTTP, XML (por las iniciales en inglés de Extensible Markup Language, Lenguaje de Etiquetado Extensible) y/o JSON (por las iniciales en inglés de JavaScript Object Notation, Notación de Objetos en JavaScript) o protocolos específicos de las aplicaciones. En una forma de realización ejemplificativa, los datos pueden tomar la forma de solicitudes y entradas de información de usuario, tales como datos de lote, en el dispositivo de computación móvil. En algunas formas de realización, la aplicación móvil interactúa con el hardware de rastreo de localización y el software en el dispositivo de computación para gestión de lote 104 que determina la localización del dispositivo de computación para gestión de lote 104 utilizando técnicas de rastreo estándar, tales como la multilateralización de señales de radio, el sistema de posicionamiento global (GPS, por las iniciales en inglés de global positioning system), sistemas de posicionamiento Wi-Fi u otros procedimientos de posicionamiento móvil. En algunos casos, los datos de localización u otros datos asociados con el dispositivo 104, el usuario 102 y/o la o las cuentas de usuario se pueden obtener por medio de consultas a un sistema operativo del dispositivo o solicitando a una aplicación en el dispositivo que obtenga los datos del sistema operativo.

55 En una forma de realización, el dispositivo de computación para gestión de lote 104 envía los datos de lote 106 al sistema de computación de inteligencia agrícola 130 que comprende o incluye pero no se limita a los valores de datos que representan uno o más de: una localización geográfica de dichos uno o más lotes, información del suelo de dichos uno o más lotes, cultivos sembrados en dichos uno o más lotes y datos del suelo extraídos de dichos uno o más lotes. El dispositivo de computación para gestión de lote 104 puede enviar los datos de lote 106 en respuesta a la entrada de usuario del usuario 102 que especifica los valores de datos de dichos uno o más lotes. Además, el dispositivo de

computación para gestión de lote 104 puede enviar automáticamente los datos de lote 106 cuando uno o más de los valores de datos se vuelven disponibles para el dispositivo de computación de gestión de lote 104. Por ejemplo, el dispositivo de computación para gestión de lote 104 puede estar conectado comunicativamente con el sensor remoto 112 y/o el controlador de aplicación 114. En respuesta a la recepción de datos que indica que el controlador de aplicación 114 liberó agua en dichos uno o más lotes, el dispositivo de computación para gestión de lote 104 puede enviar los datos de lote 106 al sistema de computación de inteligencia agrícola 130 que indica que se liberó agua en dichos uno o más lotes. Los datos de lote 106 identificados en esta divulgación pueden ser ingresados y comunicados utilizando datos digitales electrónicos que se comunican entre dispositivos de computación utilizando direcciones URL (por las iniciales en inglés de Uniform Resource Locator, Localizador Uniforme de Recursos) parametrizadas a través de HTTP u otro protocolo de comunicaciones o de mensajería apropiado.

Un ejemplo comercial de la aplicación móvil es CLIMATE FIELDVIEW, disponible comercialmente de The Climate Corporation, San Francisco, California. La aplicación CLIMATE FIELDVIEW u otras aplicaciones se pueden modificar, extender o adaptar para incluir características, funciones y programas que no se divulgaron antes de la fecha de presentación de esta divulgación. En una forma de realización, la aplicación móvil comprende una plataforma de software integrada que permite a un productor durante su operación tomar decisiones basadas en hechos, ya que combina datos históricos de los lotes del productor con cualquier otro dato que el productor desea comparar. Las combinaciones y comparaciones se pueden realizar en tiempo real y se basan en modelos científicos que proveen escenarios potenciales que permiten que el productor tome mejores decisiones más informadas.

La Figura 2 ilustra dos vistas de una organización lógica ejemplificativa de conjuntos de instrucciones en la memoria principal cuando una aplicación móvil ejemplificativa se carga para ser ejecutada. En la Figura 2, cada elemento identificado representa una región de una o más páginas de memoria RAM u otra memoria principal o uno o más bloques de almacenamiento de disco u otro almacenamiento no volátil y las instrucciones programadas dentro de esas regiones. En una forma de realización, se observa (a) una aplicación de computación móvil 200 que comprende instrucciones para compartir la introducción de datos, lotes y cuenta 202, visión general e instrucciones de alerta 204, instrucciones del libro de mapas digitales 206, instrucciones de semillas y de siembra 208, instrucciones de nitrógeno 210, instrucciones meteorológicas 212, instrucciones de estado sanitario del lote 214 e instrucciones de desempeño 216.

En una forma de realización, una aplicación de computación móvil 200 comprende instrucciones de compartición, introducción de datos, lotes y cuenta 202 que están programadas para recibir, convertir e introducir los datos del lote de sistemas de terceros por vía de la descarga manual o las API (Application Programming Interface, Interfaz de Programación de Aplicaciones). Los tipos de datos pueden incluir límites del lote, mapas de rendimiento, mapas tal como se sembró, resultados de análisis de suelos, mapas tal como se aplicó y/o zonas de gestión, entre otros. Los formatos de los datos pueden incluir archivos de forma, formatos de datos nativos de terceros y/o exportaciones del Sistema de Información de Gestión Agrícola (FMIS, por las iniciales en inglés de Farm Management Information System), entre otros. La recepción de datos puede ocurrir por vía de la descarga manual, correos electrónicos con archivos adjuntos, API externas que llevan datos a la aplicación móvil o instrucciones que llaman a las API de los sistemas externos para llevar datos a la aplicación móvil. En una forma de realización, la aplicación de computación móvil 200 comprende una bandeja de entrada de datos. En respuesta a la recepción de una selección de la bandeja de entrada de datos, la aplicación de computación móvil 200 puede mostrar una interfaz gráfica de usuario para descargar manualmente los archivos de datos e importar los archivos descargados a un gestor de datos.

En una forma de realización, las instrucciones del libro de mapas digitales 206 comprende capas de datos de mapas del lote almacenadas en la memoria del dispositivo que se programan con herramientas de visualización de datos y notas de lote geoespaciales. Esto provee a los productores con información conveniente y a mano para referencia, adquisición de registros y percepciones visuales del rendimiento del lote. En una forma de realización, la visión general y las instrucciones de alerta 204 se programan para proveer una visión amplia de la operación con lo que es importante para el productor y recomendaciones oportunas para tomar medidas o que se enfocan en cuestiones particulares. Esto permite al productor enfocar su tiempo en lo que necesita atención, ahorrar tiempo y preservar el rendimiento durante toda la campaña. En una forma de realización, las instrucciones de semillas y de siembra 208 se programan para proveer herramientas para la selección de semillas, colocación híbrida y creación de guiones incluyendo la creación de guiones de tasa variable (VR, por las iniciales en inglés de variable rate) en base a modelos científicos y datos empíricos. Esto permite a los productores maximizar el rendimiento o la rentabilidad de la inversión a través de la optimización de compra, colocación y población de semillas.

En una forma de realización, las instrucciones de generación de guiones 205 se programan de modo de proveer una interfaz para generar guiones que incluye los guiones de fertilidad de tasa variable (VR, por las iniciales en inglés de variable rate). La interfaz permite a los productores crear guiones para implementos del lote, tal como para las aplicaciones de nutrientes, siembra y riego. Por ejemplo, una interfaz del guion de siembra puede comprender herramientas para identificar un tipo de semilla para sembrar. Tras recibir una selección del tipo de semilla, la aplicación de computación móvil 200 puede mostrar uno o más lotes divididos en zonas de gestión, tales como las capas de datos del mapa del lote creadas como parte de las instrucciones del libro de mapas digitales 206. En una forma de realización, las zonas de gestión comprenden zonas de suelo junto con un panel que identifica cada zona de suelo y un nombre del suelo, textura, drenaje de cada zona, u otros datos de lote. La aplicación de computación móvil 200 también puede mostrar herramientas para editarlas o crearlas, tales como herramientas gráficas para dibujar

zonas de gestión, tales como zonas de suelo, sobre un mapa de uno o más lotes. Los procedimientos de siembra se pueden aplicar a todas las zonas de gestión o se pueden aplicar diferentes procedimientos de siembra a diferentes subconjuntos de las zonas de gestión. Cuando se crea un guion, la aplicación de computación móvil 200 puede hacer que el guion esté disponible para que un controlador de aplicación lo descargue en un formato legible, tal como un formato comprimido o archivado. Además y/o como alternativa, un guion puede ser enviado directamente a la computadora de cabina 115 desde la aplicación de computación móvil 200 y/o cargarlo en uno o más servidores de datos y almacenarlo para su uso posterior. En una forma de realización, las instrucciones de nitrógeno 210 están programadas para proveer herramientas para informar las decisiones de nitrógeno por medio de la visualización de la disponibilidad de nitrógeno para los cultivos. Esto permite a los productores maximizar el rendimiento o el retorno de la inversión a través de una aplicación de nitrógeno optimizada durante la campaña. Los ejemplos de funciones programadas incluyen la visualización de imágenes tales como las imágenes SSURGO (Soil Survey Geographic Database, Base de Datos Geográfica de Prospección de Suelos) para permitir dibujar las zonas de aplicación y/o las imágenes generadas a partir de los datos del suelo del subote, tales como los datos obtenidos de sensores con una alta resolución espacial (tan fina como 10 metros o menor debido a su proximidad con el suelo), cargar las zonas existentes definidas por el productor, proveer un gráfico de aplicación y/o un mapa para permitir sincronizar las aplicaciones de nitrógeno a través de múltiples zonas, salida de guiones para accionar maquinaria, herramientas de introducción y ajuste de datos masivos y/o mapas de visualización de datos, entre otros. La "entrada de datos masivos", en este contexto, puede significar ingresar datos una vez y luego aplicar los mismos datos a múltiples lotes que se han definido en el sistema, datos ejemplificativos que pueden incluir datos de aplicación de nitrógeno que son los mismos para muchos lotes del mismo productor, pero en la aplicación de computación móvil 200 tal entrada de datos masivos se aplica a la entrada de cualquier tipo de datos del lote. Por ejemplo, las instrucciones de nitrógeno 210 se pueden programar para aceptar las definiciones de los programas de colocación y prácticas de nitrógeno y para aceptar la entrada de usuario que especifica la aplicación de esos programas a través de múltiples lotes. Los "programas de colocación de nitrógeno", en este contexto, se refieren a un conjunto de datos almacenados identificados que asocian: una designación, código de color u otro identificador, una o más fechas de aplicación, tipos de material o producto para cada una de las fechas y cantidades, procedimiento de aplicación o incorporación, tal como inyectado o insertado y/o cantidades o proporciones de aplicación para cada una de las fechas, el cultivo o híbrido que es el objeto de la aplicación, entre otros. Los "programas de prácticas de nitrógeno", en este contexto, se refieren a un conjunto de datos almacenados y nombrados que se asocian con: una denominación de las prácticas, un cultivo previo, un sistema de labranza, una fecha principalmente de labranza, uno o más sistemas de labranza anteriores que fueron utilizados, uno o más indicadores del tipo de aplicación, tal como abono, que se utilizó. Las instrucciones de nitrógeno 210 también se pueden programar para generar y lograr la visualización de un gráfico de nitrógeno que indica proyecciones del uso vegetal del nitrógeno especificado y si se predice un excedente o faltante, en algunas formas de realización, indicadores de diferentes colores pueden indicar una magnitud de excedente o una magnitud de faltante. En una forma de realización, un gráfico de nitrógeno comprende una visualización gráfica en un dispositivo de visualización de computadora que comprende una pluralidad de filas, donde cada fila está asociada e identifica un lote, datos que especifican el cultivo que se sembró en el lote, tamaño del lote, localización del lote y una representación gráfica del perímetro del lote, en cada fila, una línea de tiempo mensual con indicadores gráficos que especifican cada aplicación de nitrógeno y la cantidad en los puntos correlacionada con las designaciones de los meses e indicadores numéricos y/o de color del excedente o faltante en los cuales el color indica la magnitud.

En una forma de realización, el gráfico de nitrógeno puede incluir una o más características de entrada de usuario, tales como diales o barras deslizantes, para cambiar dinámicamente los programas de siembra y de prácticas de nitrógeno de modo que un usuario pueda optimizar su gráfico de nitrógeno. El usuario puede entonces utilizar su gráfico de nitrógeno optimizado y los programas de siembra y de prácticas de nitrógeno relacionados para implementar uno o más guiones que incluyen guiones de fertilidad de tasa variable (VR). Las instrucciones de nitrógeno 210 también se pueden programar para generar y producir la visualización de un mapa de nitrógeno que indica las proyecciones del uso vegetal del nitrógeno especificado y si se predice un excedente o faltante, en algunas formas de realización, indicadores de diferentes colores pueden indicar una magnitud de excedente o una magnitud de faltante. El mapa de nitrógeno puede mostrar proyecciones del uso vegetal del nitrógeno especificado y si se predice un excedente o faltante en diferentes momentos del pasado y del futuro (tales como diarios, semanales, mensuales o anuales) utilizando indicadores numéricos y/o indicadores de colores del excedente o faltante, en los que el color indica la magnitud. En una forma de realización, el mapa de nitrógeno puede incluir una o más características de entrada de usuario, tales como diales o barras deslizantes, para cambiar dinámicamente los programas de siembra y de prácticas de nitrógeno de modo que un usuario pueda optimizar su mapa de nitrógeno de modo de obtener una cantidad preferida de excedente a faltante. El usuario puede entonces utilizar su mapa de nitrógeno optimizado y los programas de siembra y de prácticas de nitrógeno relacionados para implementar uno o más guiones que incluyen guiones de fertilidad de tasa variable (VR). En otras formas de realización, se podrían utilizar instrucciones similares a las instrucciones de nitrógeno 210 para la aplicación de otros nutrientes (tales como fósforo y potasio), aplicación de plaguicidas y programas de riego.

En una forma de realización, las instrucciones meteorológicas 212 se programan para proveer datos meteorológicos recientes específicos del lote y la información meteorológica pronosticada. Esto permite a los productores ahorrar tiempo y tienen una pantalla integrada eficiente con respecto a las decisiones operativas diarias.

En una forma de realización, las instrucciones del estado sanitario del lote 214 se programan para proveer imágenes

apropiadas detectadas remotamente que resaltan la variación del producto de campaña y preocupaciones potenciales. Las funciones programadas ejemplificativas incluyen la comprobación de la nubosidad para identificar posibles nubes o sombras de nubes, determinación de índices de nitrógeno en base a las imágenes del lote, visualización gráfica de capas de exploración que incluyen, por ejemplo, las relacionadas con el estado sanitario del lote y la visualización y/o compartición de notas de exploración y/o la descarga de imágenes satelitales de múltiples fuentes y priorizar las imágenes para el productor, entre otros.

En una forma de realización, las instrucciones de desempeño 216 se programan para proveer informes, análisis y herramientas de percepción utilizando datos en la explotación agrícola para evaluación, percepción y decisiones. Esto permite que el productor busque mejores resultados para el año siguiente a través de las conclusiones basadas en hechos que se relacionan con las razones por las que el retorno de la inversión se situó en niveles anteriores e información respecto de factores limitantes del rendimiento. Las instrucciones de desempeño 216 se pueden programar para que se comuniquen a través de la(s) red(es) 109 con programas analíticos de parte servidor que se ejecutan en el sistema de computación de inteligencia agrícola 130 y/o el equipo servidor de datos externos 108 y se configuran para analizar métricas tales como rendimiento, híbridos, población, SSURGO, análisis de suelos o elevación, entre otros. Los informes y análisis programados pueden incluir un análisis de la variabilidad del rendimiento, un análisis comparativo de rendimiento y otras métricas respecto de otros productores en base a los datos anónimos recopilados de muchos productores o datos de semillas y de siembra, entre otros.

Las aplicaciones que tienen instrucciones configuradas de esta manera se pueden implementar en diferentes plataformas de los dispositivos de computación, al mismo tiempo que se retiene la apariencia similar general de la interfaz de usuario. Por ejemplo, la aplicación móvil se puede programar para su ejecución en "tablet", teléfonos inteligentes o equipos servidores a los que se accede por medio del navegador de las computadoras de los clientes. Además, la aplicación móvil, tal como se configura en computadoras "tablet" o teléfonos inteligentes puede proveer una experiencia de aplicación completa o una experiencia de aplicación de cabina que es apropiada para las capacidades de visualización y de procesamiento de la computadora de la cabina 115. Por ejemplo, ahora con referencia a la vista (b) de la Figura 2, en una forma de realización, una aplicación de computadora de cabina 220 puede comprender instrucciones de mapas de cabina 222, instrucciones de visualización remotas 224, instrucciones de transferencia y recopilación de datos 226, instrucciones de alerta de máquina 228, instrucciones de transferencia de guiones 230 e instrucciones de exploración de cabina 232. La base del código de las instrucciones de la vista (b) puede ser la misma que para la vista (a) y los ejecutables que implementan el código se pueden programar para detectar el tipo de plataforma en la que se están ejecutando y para exponer, a través de una interfaz gráfica de usuario, sólo aquellas funciones que son apropiadas para una plataforma de cabina o plataforma completa. Este enfoque permite que el sistema reconozca claramente las diferentes experiencias de usuario que son apropiadas para un ambiente en la cabina y el ambiente tecnológico diferente de la cabina. Las instrucciones de mapas de cabina 222 se pueden programar para proveer vistas de mapas de lotes, explotaciones agrícolas o regiones que son útiles para dirigir la operación de la máquina. Las instrucciones de visualización remotas 224 se pueden programar para activar, administrar y proveer vistas de la actividad de la máquina en tiempo real o en tiempo casi real a otros dispositivos de computación conectados con el sistema 130 a través de redes inalámbricas, conectores o adaptadores cableados y similares. Las instrucciones de transferencia y recopilación de datos 226 se pueden programar para activar, administrar y proveer la transferencia de los datos recopilados en los sensores y controladores de máquina al sistema 130 a través de redes inalámbricas, conectores o adaptadores cableados y similares. Las instrucciones de alerta de máquina 228 se pueden programar para detectar problemas con las operaciones de la máquina o las herramientas que están asociadas con la cabina y generar alertas para el operador. Las instrucciones de transferencia de guiones 230 se pueden configurar para transferir guiones de instrucciones que están configurados para dirigir las operaciones de la máquina o la recopilación de datos. Las instrucciones de exploración de cabina 232 se pueden programar para mostrar las alertas basadas en la localización y la información recibida del sistema 130 basada en la localización del aparato agrícola 111 o los sensores 112 en el lote e introducir, administrar y proveer la transferencia de las observaciones de exploración basadas en la localización al sistema 130 que se basan en la localización del aparato agrícola 111 o de los sensores 112 en el lote.

2.3. INTRODUCCIÓN DE DATOS EN EL SISTEMA DE COMPUTACIÓN

En una forma de realización, el equipo servidor de datos externos 108 almacena datos externos 110 que incluyen datos del suelo que representan la composición del suelo de dichos uno o más lotes y datos meteorológicos que representan la temperatura y la precipitación en dichos uno o más lotes. Los datos meteorológicos pueden incluir datos meteorológicos pasados y presentes, como así también pronósticos de datos meteorológicos futuros. En una forma de realización, el equipo servidor de datos externos 108 comprende una pluralidad de servidores alojados por diferentes entidades. Por ejemplo, un primer servidor puede contener datos de la composición del suelo, mientras que un segundo servidor puede incluir datos meteorológicos. Además, los datos de la composición del suelo se pueden almacenar en múltiples servidores. Por ejemplo, un servidor puede almacenar datos que representan el porcentaje de arena, limo y arcilla en el suelo mientras que un segundo servidor puede almacenar datos que representan el porcentaje de materia orgánica (MO) en el suelo.

En una forma de realización, el sensor remoto 112 comprende uno o más sensores que están programados o configurados para producir una o más observaciones. El sensor remoto 112 puede ser un sensor aéreo, tal como satélites, sensores de vehículo, sensores de equipo de siembra, sensores de labranza, sensores de aplicación de

fertilizante o insecticida, sensores de cosechadora y cualquier otro implemento con la capacidad de recibir datos desde dichos uno o más lotes. En una forma de realización, el controlador de aplicación 114 se programa o configura para recibir instrucciones del sistema de computación de inteligencia agrícola 130. El controlador de aplicación 114 también se puede programar o configurar para controlar un parámetro de operación de un vehículo o implemento agrícola. Por ejemplo, un controlador de aplicación se puede programar o configurar para controlar un parámetro de operación de un vehículo, tal como un tractor, equipo de siembra, equipo de labranza, equipo de fertilizante o insecticida, equipo de cosechadora u otros implementos de la explotación agrícola, tal como una válvula de agua. Otras formas de realización pueden utilizar cualquier combinación de sensores y controladores donde los siguientes son simplemente ejemplos seleccionados.

El sistema 130 puede obtener o introducir datos bajo el control del usuario 102 sobre una base masiva de una gran cantidad de productores que han contribuido datos a un sistema de base de datos compartida. Esta forma de obtención de datos se puede denominar "introducción de datos manual" ya que se solicitan o desencadenan una o más operaciones de computación controladas por el usuario para la obtención de datos que utilizará el sistema 130. Como un ejemplo, la aplicación CLIMATE FIELDVIEW disponible comercialmente de The Climate Corporation, San Francisco, California puede operar para exportar datos al sistema 130 que se almacenan en el archivo 160.

Por ejemplo, los sistemas de monitoreo de semillas pueden tanto controlar los componentes del aparato de siembra como obtener datos de siembra, incluyendo señales de los sensores de semillas a través de un arnés de señales que comprende un eje principal CAN y conexiones punto a punto para registro y/o diagnóstico. Los sistemas de monitoreo de semillas se pueden programar o configurar para mostrar el espaciamiento de semillas, la población y otra información al usuario a través de la computadora de cabina 115 u otros dispositivos dentro del sistema 130. Los ejemplos divulgados en la Patente de los EE.UU. N° 8.738.243 y la Publicación de Patente de los EE.UU. N° 20150094916 y la presente divulgación suponen el conocimiento de esas otras divulgaciones de patentes.

Del mismo modo, los sistemas de monitoreo de rendimiento pueden contener sensores de rendimiento de aparatos de cosechadora que envían datos de medición de rendimiento a la computadora de cabina 115 u otros dispositivos dentro del sistema 130. Los sistemas de monitoreo de rendimiento pueden utilizar uno o más sensores remotos 112 para obtener mediciones de humedad del grano en una segadora-trilladora u otra cosechadora y transmitir estas mediciones al usuario a través de la computadora de cabina 115 u otros dispositivos dentro del sistema 130.

En una forma de realización, los ejemplos de sensores 112 que se pueden utilizar con cualquier vehículo o aparato en movimiento del tipo descrito en otra parte en la presente incluyen sensores cinemáticos y sensores de posición. Los sensores cinemáticos pueden comprender cualquiera de sensores de velocidad, tales como sensores de radar o de velocidad de rueda, acelerómetros o giroscopios. Los sensores de posición pueden comprender receptores o transceptores GPS o de posición basados en WiFi o aplicaciones de mapeo que están programadas para determinar la localización en base a puntos calientes WiFi cercanos, entre otros.

En una forma de realización, los ejemplos de sensores 112 que se pueden utilizar con tractores u otros vehículos en movimiento incluyen sensores de velocidad de motor, sensores de consumo de combustible, contadores de área o contadores de distancia que interactúan con señales GPS o de radar, sensores de velocidad PTO (por las iniciales en inglés power take-off, toma de fuerza), sensores hidráulicos del tractor configurados para detectar parámetros hidráulicos tales como presión o flujo, y/o velocidad de la bomba hidráulica, sensores de velocidad de rueda o sensores de deslizamiento de rueda. En una forma de realización, los ejemplos de los controladores 114 que se pueden utilizar con tractores incluyen controladores de dirección hidráulica, controladores de presión y/o controladores de flujo, controladores de velocidad de bomba hidráulica, controladores o gobernadores de velocidad, controladores de posición de enganche o controladores de posición de rueda que proveen direccionamiento automático.

En una forma de realización, los ejemplos de sensores 112 que se pueden utilizar con el equipo de siembra de semillas, tales como sembradoras, o sembradoras neumáticas incluyen sensores de semillas, que pueden ser sensores ópticos, electromagnéticos o de impacto, sensores de fuerza descendente, tales como pasadores de carga, celdas de carga, sensores de presión, sensores de propiedades del suelo, tales como sensores de reflectividad, sensores de humedad, sensores de conductividad eléctrica, sensores ópticos de residuos o sensores de temperatura, sensores de criterios de operación de componentes tales como sensores de profundidad de siembra, sensores de presión del cilindro de fuerza descendente, sensores de velocidad del disco de semillas, codificador de motor de accionamiento de semillas, sensores de velocidad del sistema de transporte de semillas, o sensores de nivel de vacío, o sensores de aplicación de plaguicidas tales como sensores ópticos o electromagnéticos de otro tipo o sensores de impacto. En una forma de realización, los ejemplos de los controladores 114 que se pueden utilizar con tal equipo de siembra de semillas incluyen: controladores de plegado de barra de herramientas, tales como controladores de válvulas asociadas con cilindros hidráulicos, controladores de fuerza descendente, tales como controladores de válvulas asociadas con cilindros neumáticos, bolsas de aire o cilindros hidráulicos y programados para aplicar la fuerza descendente a unidades de hileras individuales o un bastidor de siembra completo, controladores de profundidad de siembra, tales como actuadores lineales, controladores de dosificación, tales como motores de accionamiento de dosificador de semillas eléctrico, motores de accionamiento de dosificador de semillas hidráulico, o embragues de control de barrido, controladores de selección de híbridos, tales como motores de accionamiento de dosificador de semillas, u otros actuadores programados para permitir o impedir selectivamente las semillas o una mezcla de aire-semilla del suministro de semillas o de los dosificadores de semillas o tolvas centrales a granel, controladores de dosificación,

tales como motores de accionamiento de dosificador de semillas eléctrico, o motores de accionamiento de dosificador de semillas hidráulico, controladores del sistema de transporte de semillas, tales como los controladores de un motor transportador de suministro de semillas a correa, controladores de marcadores, tales como un controlador de un accionador neumático o hidráulico, o controladores de velocidad de aplicación de plaguicidas, tales como controladores de accionamiento de dosificación, controladores de posición o de tamaño de orificio.

En una forma de realización, los ejemplos de sensores 112 que se pueden utilizar con el equipo de labranza incluyen sensores de posición de herramientas tales como brazos o discos, sensores de posición de herramienta para tales herramientas que están configurados para detectar profundidad, ángulo de ataque o separación lateral, sensores de fuerza descendente o sensores de fuerza de tiro. En una forma de realización, los ejemplos de los controladores 114 que se pueden utilizar con el equipo de labranza incluyen controladores de fuerza descendente o controladores de posición de herramienta, tal como los controladores configurados para controlar la profundidad de la herramienta, el ángulo de ataque, o la separación lateral.

En una forma de realización, los ejemplos de sensores 112 que se pueden utilizar en relación con un aparato para aplicar fertilizantes, insecticidas, fungicidas y similares, tales como los sistemas iniciadores de fertilizante en sembradoras, aplicadores de fertilizantes en subsuelo, o pulverizadores de fertilizantes incluyen: sensores de criterios del sistema de fluido, tales como sensores de flujo o sensores de presión, sensores que indican cuáles válvulas de cabezales de pulverización o válvulas de línea de fluido están abiertas, sensores asociados con tanques, tales como sensores de nivel de llenado, sensores de línea de suministro por secciones o de todo el sistema, o sensores de línea de suministro de hilera específica, o sensores cinemáticos tales como acelerómetros dispuestos sobre varillaje de pulverización. En una forma de realización, los ejemplos de los controladores 114 que se pueden utilizar con tales aparatos incluyen controladores de velocidad de bomba, controladores de válvula que están programados para controlar la presión, flujo, dirección, PWM (por las iniciales en inglés de pulse-width modulation, modulación por ancho de pulso) y similares o actuadores de posición, tal como altura de varillaje, profundidad de arado de subsuelo o posición de varillaje.

En una forma de realización, los ejemplos de sensores 112 que se pueden utilizar con cosechadoras incluyen monitores de rendimiento, tales como medidores de esfuerzo de placa de impacto o sensores de posición, sensores de flujo capacitivos, sensores de carga, sensores de peso, o sensores de par de torsión asociados con elevadores o tornillos sinfín o sensores de altura de grano ópticos o de otro tipo electromagnéticos, sensores de humedad de grano, tales como sensores capacitivos, sensores de pérdida de grano, incluidos sensores de impacto, ópticos o capacitivos, sensores de criterios de operación de cabezal tal como la altura del cabezal, tipo de cabezal, brecha de placa de plataforma, velocidad de alimentador y sensores de velocidad de rollo, sensores de criterios de operación de separador, tales como holgura cóncava, velocidad de rotor, holgura de zapata, o sensores de holgura de criba, sensores de posición, operación o velocidad de tornillo sinfín o sensores de velocidad de motor. En una forma de realización, los ejemplos de los controladores 114 que se pueden utilizar con las cosechadoras incluyen controladores de criterios de operación de cabezal de elementos tales como altura del cabezal, tipo de cabezal, brecha de placa de plataforma, velocidad de alimentador o velocidad de rollo, controladores de criterios de operación de separador de características tales como holgura cóncava, velocidad de rotor, holgura de zapata o holgura de criba o controladores de posición, operación o velocidad de tornillo sinfín.

En una forma de realización, los ejemplos de sensores 112 que se pueden utilizar con carros de grano incluyen sensores de peso o sensores de posición, operación o velocidad de tornillo sinfín. En una forma de realización, los ejemplos de los controladores 114 que se pueden utilizar con carros de grano incluyen controladores de posición, operación o velocidad de tornillo sinfín.

En una forma de realización, los ejemplos de sensores 112 y controladores 114 se pueden instalar en un aparato de vehículo aéreo no tripulado (UAV, por las iniciales en inglés de unmanned aerial vehicle) o "drones". Tales sensores pueden incluir cámaras con detectores eficaces en cualquier rango del espectro electromagnético, incluyendo luz visible, infrarroja, ultravioleta, infrarroja cercano (IRC) y similares, acelerómetros, altímetros, sensores de temperatura, sensores de humedad, sensores de tubo de pitot u otros sensores de velocidad del aire o velocidad del viento, sensores de duración de batería o emisores de radar y aparatos de detección de energía de radar reflejada. Tales controladores pueden incluir aparatos de guiado o de control de motor, controladores de superficie de control, controladores de cámaras, o controladores programados para encender, operar, obtener datos, administrar y configurar cualquiera de los sensores anteriores. Los ejemplos se divulgan en la Solicitud de Patente de los EE.UU. N° 14/831.165 y la presente divulgación supone el conocimiento de esa otra divulgación de patente.

En una forma de realización, los sensores 112 y los controladores 114 se pueden fijar en el aparato de muestreo y medición del suelo que se configura o programa para tomar muestras del suelo y realizar pruebas químicas del suelo, ensayos de humedad del suelo y otras pruebas relacionadas con el suelo. Por ejemplo, se puede utilizar el aparato divulgado en la Patente de los EE.UU. N° 8.767.194 y la Patente de los EE.UU. N° 8.712.148 y la presente divulgación supone el conocimiento de estas divulgaciones de patentes.

En otra forma de realización, los sensores 112 y los controladores 114 pueden comprender dispositivos meteorológicos para monitorear las condiciones meteorológicas de los lotes. Por ejemplo, se puede utilizar el aparato divulgado en la Solicitud de Patente Internacional N° PCT/US2016/029609 y en la presente divulgación se asume el conocimiento de

esas divulgaciones de patentes.

2.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO – ENTRENAMIENTO DEL MODELO AGRONÓMICO

En una forma de realización, el sistema de computación de inteligencia agrícola 130 se programa o configura para crear un modelo agronómico. En este contexto, un modelo agronómico es una estructura de datos en la memoria del sistema de computación de inteligencia agrícola 130 que comprende datos de lote 106, tales como datos de identificación y datos de cosecha de uno o más lotes. El modelo agronómico también puede comprender propiedades agronómicas calculadas que describen tanto las condiciones que pueden afectar el crecimiento de uno o más cultivos en un lote o las propiedades de dichos uno o más cultivos o ambos. Además, un modelo agronómico puede comprender recomendaciones basadas en factores agronómicos tales como recomendaciones de cultivos, recomendaciones de riego, recomendaciones de siembra y recomendaciones de cosecha. Los factores agronómicos también se pueden utilizar para estimar uno o más resultados relacionados con los cultivos, tales como el rendimiento agronómico. El rendimiento agronómico de un cultivo es una estimación de la cantidad del cultivo que se produce o en algunos ejemplos, los ingresos o ganancias obtenidas del cultivo producido.

En una forma de realización, el sistema de computación de inteligencia agrícola 130 puede utilizar un modelo agronómico preconfigurado para calcular las propiedades agronómicas relacionadas con la localización actualmente recibida y la información del cultivo de uno o más lotes. El modelo agronómico preconfigurado se basa en los datos de lote previamente procesados que incluyen pero no se limitan a datos de identificación, datos de cosecha, datos de fertilizantes y datos meteorológicos. El modelo agronómico preconfigurado puede haber tenido una validación cruzada para asegurar la exactitud del modelo. La validación cruzada puede incluir la comparación con los datos en el terreno que compara los resultados pronosticados con los resultados reales en un lote, tal como una comparación de la estimación de precipitación con los datos meteorológicos que provee un pluviómetro o un sensor en la misma ubicación o cercana a la misma o una estimación del contenido de nitrógeno respecto de la medición de una muestra del suelo.

La Figura 3 ilustra un proceso programado por medio del cual el sistema de computación de inteligencia agrícola genera uno o más modelos agronómicos preconfigurados que utilizan datos de lote provistos por una o más fuentes de datos. La Figura 3 puede servir como un algoritmo o como instrucciones para la programación de los elementos funcionales del sistema de computación de inteligencia agrícola 130 para realizar las operaciones que ahora se describen.

En el bloque 305, el sistema de computación de inteligencia agrícola 130 está configurado o programado para implementar el pretratamiento de datos agronómicos de los datos del lote recibidos de una o más fuentes de datos. Los datos del lote recibidos de una o más fuentes de datos se pueden preprocesar con el propósito de eliminar el ruido y los efectos de distorsión dentro de los datos agronómicos que incluyen valores atípicos medidos que van a sesgar los valores de los datos del lote recibidos. Las formas de realización de preprocesamiento de datos agronómicos pueden incluir pero no se limitan a la eliminación de los valores de datos comúnmente asociados con los valores de datos atípicos, puntos de datos medidos específicos que son conocidos por sesgar innecesariamente otros valores de datos, técnicas de suavizado de datos que se utilizan para eliminar o reducir los efectos aditivos o multiplicativos del ruido y otras técnicas de filtrado o de derivación de datos utilizadas para proveer una clara distinción entre las entradas de datos positivas y negativas.

En el bloque 310, el sistema de computación de inteligencia agrícola 130 se configura o programa para realizar una selección de subconjuntos de datos utilizando los datos de lote preprocesados con el fin de identificar conjuntos de datos útiles para la generación inicial del modelo agronómico. El sistema de computación de inteligencia agrícola 130 puede implementar técnicas de selección de subconjuntos de datos que incluyen pero no se limitan a un procedimiento de algoritmo genético, un procedimiento de todos los modelos de subconjuntos, un procedimiento de búsqueda secuencial, un procedimiento de regresión por pasos, un procedimiento de optimización por enjambre de partículas y un procedimiento de optimización por colonia de hormigas. Por ejemplo, una técnica de selección de algoritmo genético utiliza un algoritmo de búsqueda heurística adaptativa que se basa en los principios evolutivos de la selección natural y la genética a fin de determinar y evaluar conjuntos de datos dentro de los datos agronómicos preprocesados.

En el bloque 315, el sistema de computación de inteligencia agrícola 130 se configura o programa para implementar la evaluación del conjunto de datos de lote. En una forma de realización, se evalúa un conjunto específico de datos de lote mediante la creación de un modelo agronómico y el uso de umbrales de calidad específicos para el modelo agronómico creado. Los modelos agronómicos se pueden comparar utilizando técnicas de validación cruzada que incluyen pero no se limitan al error cuadrático medio con validación cruzada dejando uno fuera (RMSECV, por las iniciales en inglés de root mean square error of leave-one-out cross validation), error absoluto medio y error porcentual medio. Por ejemplo, RMSECV puede hacer la validación cruzada de los modelos agronómicos mediante la comparación de los valores de las propiedades agronómicas predichas creadas por el modelo agronómico contra los valores de las propiedades agronómicas históricas recopiladas y analizadas. En una forma de realización, la lógica de evaluación del conjunto de datos agronómicos se utiliza como un lazo de realimentación donde se utilizan los conjuntos de datos agronómicos que no cumplen con los umbrales de calidad configurados durante los futuros pasos de selección de los subconjuntos de datos (bloque 310).

En el bloque 320, el sistema de computación de inteligencia agrícola 130 se configura o programa para implementar

la creación del modelo agronómico basado en los conjuntos de datos agronómicos que tuvieron una validación cruzada. En una forma de realización, la creación del modelo agronómico puede implementar técnicas de regresión multivariada para crear modelos de datos agronómicos preconfigurados.

5 En el bloque 325, el sistema de computación de inteligencia agrícola 130 se configura o programa para almacenar los modelos de datos agronómicos preconfigurados para futura evaluación de los datos de lote.

2.5 EJEMPLO DE IMPLEMENTACIÓN – DESCRIPCIÓN DE HARDWARE

De acuerdo con una forma de realización, las técnicas descritas en la presente son implementadas por uno o más dispositivos de computación de propósito especial. Los dispositivos de computación de propósito especial pueden estar cableados para llevar a cabo las técnicas o pueden incluir dispositivos electrónicos digitales tales como uno o
10 más circuitos integrados de aplicación específica (ASIC) o matrices de puertas programables de campo (FPGA) que están persistentemente programados para realizar las técnicas o pueden incluir uno o más procesadores de hardware de propósito general programados para realizar las técnicas de conformidad con las instrucciones del programa en firmware, una memoria, otros almacenamientos o una combinación. Tales dispositivos de computación de propósito especial también pueden combinar una lógica personalizada cableada, ASIC o FPGA con una programación
15 personalizada para ejecutar las técnicas. Los dispositivos de computación de propósito especial pueden ser sistemas de computación de escritorio, sistemas de computación portátiles, dispositivos manuales, dispositivos de red o cualquier otro dispositivo que incorpora lógica cableada y/o programada para implementar las técnicas.

Por ejemplo, la Figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de computación 400 en el cual se puede implementar una forma de realización de la invención. El sistema de computación 400 incluye un bus 402 u otro mecanismo de comunicación para comunicar información y un procesador de hardware 404 conectado con el bus 402 para procesar la información. El procesador de hardware 404 puede ser, por ejemplo, un microprocesador de propósito general.
20

El sistema de computación 400 también incluye una memoria principal 406, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM, por las iniciales en inglés de random access memory) u otro dispositivo de almacenamiento dinámico conectado con el bus 402 para almacenar información e instrucciones que son ejecutadas por el procesador 404. La memoria principal 406 también se puede utilizar para almacenar variables temporales u otra información intermedia durante la ejecución de las instrucciones a ser ejecutadas por el procesador 404. Tales instrucciones, cuando se almacenan en medios de almacenamiento no transitorios que son accesibles por el procesador 404, convierten al sistema de computación 400 en una máquina de propósito especial que se personaliza para realizar las operaciones especificadas en las instrucciones.
25
30

El sistema de computación 400 además incluye una memoria de sólo lectura (ROM, por las iniciales en inglés de read only memory) 408 u otro dispositivo de almacenamiento estático conectado con el bus 402 para almacenar información e instrucciones estáticas para el procesador 404. Un dispositivo de almacenamiento 410, tal como un disco magnético, disco óptico o unidad de estado sólido se provee y se conecta con el bus 402 para almacenar información e instrucciones.
35

El sistema de computación 400 se puede conectar a través del bus 402 a una pantalla 412, tal como un tubo de rayos catódicos (CRT, por las iniciales en inglés de cathode ray tube) para mostrar información a un usuario de la computadora. Un dispositivo de entrada 414 que incluye teclado alfanumérico y otras teclas, está conectado con el bus 402 para comunicar información y selecciones de comandos al procesador 404. Otro tipo de dispositivo de entrada del usuario es un control de cursor 416, tal como un "mouse", una bola rastreadora o teclas de dirección del cursor para comunicar información de dirección y selecciones de comandos al procesador 404 y controlar el movimiento del cursor en la pantalla 412. Este dispositivo de entrada típicamente tiene dos grados de libertad en dos ejes, un primer eje (por ejemplo, x) y un segundo eje (por ejemplo, y) que permite que el dispositivo especifique posiciones en un plano.
40

El sistema de computación 400 puede implementar las técnicas descritas en la presente utilizando una lógica cableada personalizada, uno o más ASIC o FPGA, firmware y/o lógica programada que en combinación con el sistema de computación programa o hace que el sistema de computación 400 sea una máquina de propósito especial. De acuerdo con una forma de realización, las técnicas de la presente son realizadas por el sistema de computación 400 en respuesta al procesador 404 que ejecuta una o más secuencias de una o más instrucciones contenidas en la memoria principal 406. Tales instrucciones pueden ser leídas en la memoria principal 406 desde otro medio de almacenamiento, tal como un dispositivo de almacenamiento 410. La ejecución de las secuencias de instrucciones contenidas en la memoria principal 406 hacen que el procesador 404 realice los pasos descritos en la presente. En unas formas de realización alternativas, se pueden utilizar circuitos cableados en lugar o en combinación con las instrucciones de software.
45
50

El término "medio de almacenamiento" tal como se utiliza en la presente se refiere a cualquier medio no transitorio que almacena datos y/o instrucciones que hacen que una máquina funcione de una manera específica. Tales medios de almacenamiento pueden comprender medios no volátiles y/o medios volátiles. Los medios no volátiles incluyen, por ejemplo, discos ópticos, discos magnéticos, o discos de estado sólido, tal como el dispositivo de almacenamiento
55

410. Los medios volátiles incluyen la memoria dinámica, tal como la memoria principal 406. Las formas comunes de los medios de almacenamiento incluyen, por ejemplo, un "diskette", un disco flexible, disco rígido, unidad de estado sólido, cinta magnética o cualquier otro medio de almacenamiento de datos magnéticos, un CD-ROM, cualquier otro medio de almacenamiento de datos óptico, cualquier medio físico con patrones de orificios, RAM, PROM (por las iniciales en inglés de Programmable Read Only Memory, Memoria ROM Programable) y EPROM (por las iniciales en inglés de Erasable Programmable Read-Only Memory, Memoria ROM Programable y Borrable), FLASH-EPROM, NVRAM (por las iniciales en inglés de Non-Volatile Random-Access Memory, Memoria de Acceso Aleatorio No Volátil), cualquier otro chip o cartucho de memoria.

El medio de almacenamiento es distinto pero se puede utilizar en conjunto con los medios de transmisión. Los medios de transmisión participan en la transferencia de información entre los medios de almacenamiento. Por ejemplo, los medios de transmisión incluyen cables coaxiales, alambre de cobre y fibra óptica, que incluye los cables que comprenden el bus 402. Los medios de transmisión también pueden tomar la forma de ondas acústicas o de luz, tales como las generadas durante las comunicaciones de datos de ondas de radio e infrarrojas.

Diversos tipos de medios pueden estar involucrados en portar una o más secuencias de una o más instrucciones al procesador 404 para su ejecución. Por ejemplo, las instrucciones pueden ser inicialmente portadas en un disco magnético o unidad de estado sólido de una computadora remota. El equipo remoto puede cargar las instrucciones en su memoria dinámica y enviar las instrucciones a través de una línea telefónica mediante el uso de un módem. Un módem local para el sistema de computación 400 puede recibir los datos de la línea telefónica y utilizar un transmisor de infrarrojo para convertir los datos en una señal infrarroja. Un detector de infrarrojo puede recibir los datos portados en la señal infrarroja y unos circuitos apropiados pueden colocar los datos en el bus 402. El bus 402 porta los datos a la memoria principal 406 desde la cual el procesador 404 recupera y ejecuta las instrucciones. Las instrucciones recibidas por la memoria principal 406 pueden estar opcionalmente almacenadas en el dispositivo de almacenamiento 410, ya sea antes o después de la ejecución por parte del procesador 404.

El sistema de computación 400 también incluye una interfaz de comunicaciones 418 conectada con el bus 402. La interfaz de comunicaciones 418 provee una conexión de comunicaciones de datos bidireccional con un enlace de red 420 que se conecta con una red local 422. Por ejemplo, la interfaz de comunicaciones 418 puede ser una tarjeta, módem de cable, módem satelital o un módem de red digital de servicios integrados (RDSI, por las iniciales en inglés de integrated services digital network) que provee una conexión de comunicación de datos con un correspondiente tipo de línea telefónica. Como otro ejemplo, la interfaz de comunicaciones 418 puede ser una tarjeta de red de área local (LAN, por las iniciales en inglés de local area network) que provee una conexión de comunicación de datos con una LAN compatible. También se pueden implementar enlaces inalámbricos. En una tal implementación, la interfaz de comunicaciones 418 envía y recibe señales eléctricas, electromagnéticas u ópticas que portan corrientes de datos digitales que representan diversos tipos de información.

El enlace de red 420 típicamente provee comunicación de datos a través de una o más redes a otros dispositivos de datos. Por ejemplo, el enlace de red 420 puede proveer una conexión a través de la red local 422 con un equipo anfitrión 424 o con el equipo de datos operado por un Proveedor de Servicios de Internet (ISP, por las iniciales en inglés de Internet Service Provider) 426. El ISP 426, a su vez provee servicios de comunicación de datos a través de la red global de comunicaciones de datos por paquetes que ahora comúnmente se referencia como "Internet" 428. Tanto la red local 422 como Internet 428 utilizan señales eléctricas, electromagnéticas u ópticas para portar las corrientes de datos digitales. Las señales a través de las diversas redes y las señales en el enlace de red 420 y a través de la interfaz de comunicaciones 418, que portan los datos digitales desde y hacia el sistema de computación 400, son ejemplos de formas de medios de transmisión.

El sistema de computación 400 puede enviar mensajes y recibir datos que incluyen código de programa a través de la(s) red(es), el enlace de red 420 y la interfaz de comunicaciones 418. En el ejemplo de Internet, un servidor 430 puede transmitir un código solicitado de un programa de aplicación a través de Internet 428, ISP 426, la red local 422 y la interfaz de comunicaciones 418.

El código recibido puede ser ejecutado por el procesador 404 tal como se recibe, y/o se almacena en el dispositivo de almacenamiento 410 u otro almacenamiento no volátil para su posterior ejecución.

3. DATOS DE RENDIMIENTO CRUDOS CONTAMINADOS

El mapeo de rendimiento es un proceso de recolección de datos de rendimiento de cultivos geo-referenciados que se han recolectado durante la cosecha. Los datos de rendimiento de cultivos geo-referenciados usualmente se almacenan digitalmente en mapas digitales de rendimiento en forma no procesada y por lo tanto con frecuencia se refieren como datos de rendimiento crudos. Los datos de rendimiento crudos se pueden obtener automáticamente en la cosecha a partir de equipos especializados instalados en las cosechadoras y otros aparatos para cosecha.

Los mapas de rendimiento crudos pueden incluir datos de rendimiento que se recolectaron dentro de un determinado período de tiempo, tal como un año o varios años. Los mapas se pueden proveer para cultivos tales como maíz, soja, trigo u otros. Los mapas los pueden proveer productores agrícolas, agencias agrícolas, agencias gubernamentales y otros proveedores. Dado que usualmente los mapas no están procesados, los mapas con frecuencia incluyen datos

incorrectos.

Incluso si los mapas de rendimiento son pre-procesados preliminarmente por los proveedores de los mapas, aun así los mapas pueden incluir errores. Esto se debe a que algunos proveedores utilizan procedimientos manuales e inexactos para eliminar los errores de los mapas. Los datos incorrectos en los mapas de rendimiento con frecuencia se referencian como datos contaminados.

3.1 TIPOS DE CONTAMINACIÓN DE DATOS

Los datos contaminados pueden incluir datos que se consideran incorrectos o potencialmente incorrectos. Tales datos pueden incluir, por ejemplo, datos capturados por sensores con funcionamiento defectuoso de una cosechadora-trilladora o datos capturados incorrectamente por un aparato de cosecha desalineado. Por ejemplo, los datos contaminados pueden incluir datos que se han registrado incorrectamente debido a sensores calibrados e incorrectamente instalados en las cosechadoras-trilladoras. Los datos contaminados también pueden incluir errores introducidos por un ancho no resuelto de la barra cosechadora de la cosechadora-trilladora, una variación de la velocidad de cosechadora con la cual la cosechadora-trilladora cosecha los cultivos, acabados estrechos de los pasos de cosecha y giros y solapamientos que la cosechadora-trilladora realiza a medida que cosecha los cultivos. Las observaciones de rendimiento contaminadas se referencian en la presente como valores atípicos.

La contaminación atípica en los mapas de rendimiento crudos se puede atribuir a una serie de irregularidades que ocurren cuando se cosecha el cultivo. Algunas de las irregularidades incluyen retrasos temporales causados por la dinámica de la cosecha, como así también las condiciones de la cosecha.

Las mediciones de los rendimientos de cultivos también pueden estar contaminadas cuando los sensores y los aparatos de medición se calibran incorrectamente. Las mediciones también pueden estar contaminadas debido al retraso entre el momento en que se corta el cultivo y el momento en que realmente se mide el grano mediante un sensor instalado en una cosechadora-trilladora. El retraso se puede medir como un desfase de flujo y puede corresponder a una diferencia temporal entre el momento en que se corta el cultivo y el momento en que el grano alcanza un sensor de flujo de masa montado en la parte superior de la cosechadora. El error puede resultar en cambios de las mediciones de tal manera que la medición indica la posición del flujo de masa de granos actual que no se corresponde con la posición real en la cual se recolectó el flujo de granos. Por ejemplo, en el momento en que el sensor de flujo detecta el flujo de masa particular, una posición GPS de la cosechadora-trilladora puede cambiar y el retraso medido con frecuencia en segundos puede no corresponder a las lecturas de GPS.

Los datos que representan rendimientos de cultivos también pueden estar contaminados debido a un retraso introducido por una transportadora de granos de una cosechadora-trilladora. Esto se referencia con frecuencia como retraso de modo de flujo de cosechadora o como retraso de paso inicial. El retraso de paso inicial se puede medir como un retraso entre un inicio del paso indicado por un sensor de GPS y el momento en que una transportadora de granos se llena al comienzo de un paso de cosecha. También puede haber un retraso de modo de flujo de cosechadora, que también se referencia como un retraso de paso final. El retraso de paso final se puede medir como un retraso entre el momento en que un sensor de GPS indica un final del paso de cosecha y el momento en que una transportadora de granos se vacía al final del paso de cosecha.

Las mediciones de los rendimientos de cultivos también pueden estar contaminadas por cambios abruptos en la velocidad con la que una cosechadora-trilladora atraviesa un lote. Los cambios abruptos en la velocidad pueden resultar en la obtención de mediciones de rendimiento poco realistas. En función de lo abrupto que sean los cambios de la velocidad, las mediciones pueden ser demasiado altas o demasiado bajas.

Los datos que representan rendimientos de cultivos también se pueden contaminar cuando se recolectan en el momento en que una cosechadora hace giros bruscos. Además, las mediciones se pueden contaminar en el momento en que una cosechadora-trilladora cambia una longitud de segmento de barra (hilera), lo cual puede ocurrir cuando la cosechadora hace giros bruscos. Las mediciones también se pueden contaminar cuando no está disponible información precisa de GPS o no se la puede asociar con las mediciones. La falta de información precisa de GPS puede resultar en un mapa de rendimiento, ya sea, que está desplazado sobre todo el lote, lo que se conoce como un error sistemático, o que está desplazado a alguna posición incorrecta, lo que se conoce como un error localizado. Un error sistemático puede afectar a todo el conjunto de datos de medición y se puede identificar visualmente ya que el mapa de rendimiento resultante no estará alineado con los bordes reales del lote. Un error localizado puede afectar a una pequeña cantidad de mediciones, tales como las mediciones identificadas como recolectadas en una misma ubicación en el lote.

La contaminación de datos también puede ser causada por circunstancias locales que rodean al proceso de cosecha. Las circunstancias pueden incluir condiciones secas, húmedas o polvorientas que están presentes durante la cosecha que pueden afectar indebidamente las mediciones de humedad del grano. Dado que el rendimiento calculado depende de la humedad del grano, las mediciones de humedad erróneas pueden llevar a mediciones de rendimiento erróneas. Por ejemplo, las condiciones secas pueden causar baja humedad del grano y por lo tanto las mediciones recolectadas en condiciones secas pueden ser inferiores que los rendimientos reales del cultivo. Por otra parte, las condiciones húmedas pueden causar alta humedad del grano y entonces las mediciones recolectadas en condiciones húmedas

pueden ser más altas que los rendimientos reales.

3.1.1 RETRASO DE PASO INICIAL

Un retraso de paso inicial, que también se referencia como retraso de modo de llenado de cosechadora, es un retraso de tiempo durante el cual una transportadora de granos se llena al comienzo de un paso de cosecha. El retraso de paso inicial puede ser de unos minutos. Un retraso de paso inicial comienza cuando un paso comienza y termina cuando una cosechadora-trilladora llega a un estado estable. En una forma de realización, las mediciones de los datos de rendimiento que se recolectaron durante un retraso de paso inicial de la cosechadora se detectan automáticamente y se pueden marcar como contaminadas y luego se eliminan de los datos de rendimiento como contaminadas.

3.1.2 RETRASO DE PASO FINAL

Un retraso de paso final, que también se referencia como retraso de modo de finalización de cosechadora, es un retraso de tiempo durante el cual una transportadora de granos se vacía al final de un paso de cosecha. En una forma de realización, las mediciones que se recolectaron durante un retraso de paso final se detectan automáticamente y se pueden marcar como contaminadas y luego se eliminan de los datos de rendimiento como contaminadas.

3.1.3 DESFASE DE FLUJO

Un desfase de flujo corresponde al tiempo desde el momento en que se corta la cosecha mediante una cosechadora-trilladora hasta el momento en que los granos de cultivo alcanzan el sensor de flujo de masa montado en la parte superior de la cosechadora. El desfase de flujo es un error y tiene como resultado el cambio de las mediciones del cultivo de tal manera que la medición del flujo de masa de granos actual no se corresponde con la posición de GPS registrada por el sensor para la medición de granos actual. En una forma de realización, las mediciones recolectadas durante un desfase de flujo se detectan automáticamente y se pueden marcar como contaminadas y luego se eliminan de los datos de rendimiento como contaminadas.

3.2 PREPROCESAMIENTO INICIAL DE MAPAS DE RENDIMIENTO CRUDOS

Los mapas de rendimiento crudos usualmente contienen una vasta cantidad de datos. Los mapas pueden ser especialmente más grandes cuando las mediciones de los datos de rendimiento provistas en los mapas se registran en intervalos temporales cortos, tales como intervalos de 0,2 segundos de largo. Los mapas típicos también pueden contener una gran cantidad de datos contaminados.

Los mapas de rendimiento provistos por determinadas fuentes de datos inicialmente se pueden pre-procesar para eliminar al menos algunos datos contaminados. Sin embargo, el pre-procesamiento puede ser burdo o inexacto. Por lo tanto, los mapas de rendimiento inicialmente pre-procesados usualmente requieren un procesamiento adicional para eliminar las contaminaciones.

4. EJEMPLO DE SEGMENTACIÓN PARA DETECCIÓN DE VALORES ATÍPICOS DE RENDIMIENTO AUTOMATIZADO

En una forma de realización, una detección automática de valores atípicos en los datos de rendimiento se lleva a cabo utilizando una serie de pasos de procesamiento de datos implementados por computadora que informalmente se referencia como una segmentación (pipeline). La segmentación se puede configurar para acceder a diversas fuentes de datos que almacenan mapas de datos de rendimiento y acceder a diversas bibliotecas programables que almacenan instrucciones de código para implementar el enfoque. Las instrucciones de código 180 se pueden programar para realizar un filtrado de datos, una detección de errores mecánica, una detección estadística de valores atípicos, un análisis espacial de datos y otros enfoques automáticos de detección de valores atípicos para implementar la segmentación.

La Figura 7 representa un ejemplo de segmentación de detección de valores atípicos de rendimiento automatizado e implementada por computadora. La Figura 7 representa pasos de procesamiento programados y puede representar un algoritmo de utilización en la programación de las instrucciones de código 180 y otras instrucciones descritas anteriormente para la Figura 1. En una forma de realización, el entorno de segmentación 700 comprende una segmentación 704 que está configurada para implementar un proceso de extremo a extremo de detección, marcaje y/o eliminación de datos de rendimiento contaminados de los mapas de rendimiento.

La eliminación de los datos contaminados puede incluir la eliminación de observaciones que incluyen errores causados por un desfase de flujo, un retraso de paso final, una velocidad variable con la que se cosechan los cultivos, una velocidad demasiado lenta/rápida con la que se cosechan los cultivos o un corto solapamiento/hilera. Por ejemplo, se pueden identificar los valores atípicos causados por un desfase de flujo fijando una longitud de desfase constante y descartando esas observaciones que se cosecharon en períodos de tiempo menores que la longitud de desfase constante. Los valores atípicos causados por un retraso de paso final se pueden detectar como cosechados en cabeceras y se pueden distribuir a observaciones precedentes. Los valores atípicos causados por una cosechadora conducida con una velocidad demasiado lenta, demasiado rápida o que cambia con demasiada frecuencia se pueden identificar sobre la base de la información de velocidad provista para las respectivas observaciones. Las observaciones

registradas durante hileras o solapamientos cortos se pueden registrar como ya cosechadas y se excluyen de las mediciones del área particular. A continuación se describe un enfoque automático de detección de datos contaminados.

5 El sistema de programación 130 (Figura 1) puede proveer datos de rendimiento crudos a la segmentación 704 para recibir datos de rendimiento como parte de los datos de lote 106. O, la segmentación 704 puede consultar una o más bases de datos 702 que almacenan mapas de datos de rendimiento de diversos lotes, diversos períodos de tiempo y así sucesivamente. La segmentación 704 también puede consultar otros dispositivos y sistemas de almacenamiento, tales como un sistema de almacenamiento en la nube, un servidor de datos y similares.

10 Tras recibir los datos de rendimiento, la segmentación 704 puede determinar si se deben pre-procesar los datos de rendimiento. Si los datos de rendimiento se deben pre-procesar, entonces se ejecutarán instrucciones de programa en el bloque 706 para pre-procesar los datos de rendimiento.

El bloque 706 representa instrucciones de programa para el pre-procesamiento de los datos de rendimiento. El pre-procesamiento de los datos de rendimiento puede incluir comprobar y verificar los datos de rendimiento. En la Figura 8 se proveen ejemplos de diversas tareas de pre-procesamiento.

15 La Figura 8 representa un ejemplo de pre-procesamiento automatizado por computadora de datos de rendimiento. En una forma de realización, el pre-procesamiento 800 incluye identificar uno o más valores atípicos causados, por ejemplo, por errores mecánicos 802 y, ya sea, el marcaje de los valores atípicos en los datos de rendimiento o la eliminación de los valores atípicos de los datos de rendimiento.

20 El bloque 804 representa las instrucciones de programa para comprobar cantidades de pasos. En el bloque 804, los datos de rendimiento son pre-procesados para determinar si las cantidades de pasos incluidos en los datos de rendimiento son correctas. Los ejemplos de diversas tareas realizadas en este paso se describen en el bloque 806. Las tareas pueden incluir comprobar si las cantidades de pasos son registradas correctamente, comprobar si cada paso tiene sólo una cantidad asociada, comprobar si cada cantidad de pasos está asociada con un sólo paso, comprobar si falta algún paso y así sucesivamente.

25 El bloque 808 representa instrucciones de programa para identificar pasos cortos. En el bloque 808, se pre-procesan los datos de rendimiento para determinar si cualquiera de los pasos en los datos de rendimiento son pasos cortos. Los ejemplos de diversas tareas realizadas en este paso se describen en el bloque 810. Las tareas pueden incluir la identificación de pasos cortos utilizando el siguiente enfoque: un paso se puede identificar como un paso corto si tiene un recuento mínimo de 30 observaciones cuando su intervalo de registro de datos es 1, o si tiene un recuento mínimo de 15 observaciones cuando su intervalo de registro de datos es 2. Así, la identificación de pasos cortos puede incluir identificar aquellos pasos que tienen el recuento mínimo de 30 observaciones si su intervalo de registro de datos es 1 o que tiene el recuento mínimo de 15 observaciones si su intervalo de registro de datos es 2.

30 El bloque 812 representa instrucciones de programa para identificar el retraso del desfase de flujo. En el bloque 812, los datos de rendimiento se pre-procesan para determinar si los datos de rendimiento incluyen retrasos del desfase de flujo. Los ejemplos de diversas tareas realizadas en este paso se describen en el bloque 814. Las tareas pueden incluir determinar si un desfase entre dos observaciones satisface la siguiente fórmula: $\text{desfases} = \text{techo} (1 / (\text{intervalo de tiempo})) * 2$. También se pueden utilizar otras fórmulas para determinar un desfase entre las observaciones.

35 El bloque 816 representa instrucciones de programa para identificar cambios abruptos de velocidad. En el bloque 816, los datos de rendimiento se pre-procesan para determinar si los datos de rendimiento incluyen observaciones con un cambio brusco de velocidad, una velocidad demasiado lenta o una velocidad demasiado rápida. Los ejemplos de diversas tareas realizadas en este paso se describen en el bloque 818. Las tareas pueden incluir determinar si un cambio de velocidad entre dos puntos consecutivos es mayor que 20%. Las tareas también pueden incluir determinar si una velocidad registrada es menor que 2 mph, o si una velocidad registrada es mayor que 7 mph.

40 El bloque 820 representa instrucciones de programa para identificar hileras cortas. En el bloque 820, los datos de rendimiento se pre-procesan para determinar si los datos de rendimiento incluyen observaciones que indiquen una hilera o solapamiento corto. Los ejemplos de diversas tareas realizadas en este paso se describen en el bloque 822. Las tareas pueden incluir la determinación de identificar observaciones correspondientes a menos del 80% del ancho total de barra de cosechadora registrado.

45 El pre-procesamiento de los mapas de datos de rendimiento puede incluir tipos adicionales de pre-procesamiento que no se describen en la Figura 8. El pre-procesamiento adicional puede incluir un pre-procesamiento de datos de rendimiento para eliminar valores atípicos causados por errores distintos a los errores mecánicos.

Los valores atípicos identificados mediante el pre-procesamiento de un mapa de datos de rendimiento se pueden marcar como valores atípicos potenciales o eliminar del mapa de datos de rendimiento.

50 Nuevamente con referencia a la Figura 7, en una forma de realización, la segmentación implementada por computadora 704 realiza un procesamiento de primera etapa 708 de los datos de rendimiento.

El bloque 708 representa instrucciones de programa para realizar una primera etapa de procesamiento de los datos de rendimiento. En la primera etapa 708, la segmentación 704 aplica filtros implementados por computadora a los datos de rendimiento para, por ejemplo, identificar, marcar, y/o eliminar observaciones causadas por retrasos de paso inicial, retrasos de paso final, desfases de flujo y similares.

5 En la primera etapa 708, la segmentación implementada por computadora 704 se puede referir a una o más bibliotecas implementadas por computadora 712, 714. Las bibliotecas 712, 714 se pueden configurar para almacenar diversos programas de computación y código que implementan el procesamiento de primera etapa 708. La segmentación 704 puede, por ejemplo, consultar las bibliotecas 712, 714 para solicitar las instrucciones programables para implementar el procesamiento de primera etapa 708. Los detalles del procesamiento de primera etapa se describen en la Figura 9 (pasos 902 - 912).

15 El bloque 710 representa instrucciones de programa para realizar un procesamiento de segunda etapa de los datos de rendimiento. En la segunda etapa 710, la segmentación 704 aplica uno o más filtros implementados por computadora a los datos de rendimiento para identificar, marcar y/o eliminar valores atípicos utilizando, por ejemplo, un enfoque de vecino más cercano, un enfoque de área superficial y/o un enfoque de detección de valores atípicos espacial y estadístico.

20 En la segunda etapa 710, la segmentación implementada por computadora 704 se puede referir a las bibliotecas 712, 714 mencionadas anteriormente. Las bibliotecas 712, 714 se pueden configurar para almacenar diversos programas de computación y código que implementan, por ejemplo, un enfoque de vecino más cercano, un enfoque de área superficial y/o un enfoque de detección de valores atípicos espacial y estadístico. La segmentación 704 puede, por ejemplo, consultar las bibliotecas 712, 714 para solicitar las instrucciones programables para implementar un enfoque de área superficial para determinar valores atípicos causados por un desfase de flujo. Los detalles del procesamiento de primera etapa se describen en la Figura 9 (etapas 914 - 920).

25 En una forma de realización, tras completar el procesamiento de segunda etapa 710 de un mapa de datos de rendimiento, la segmentación 704 genera segundos datos filtrados. Los segundos datos filtrados se pueden generar eliminando del mapa de rendimiento esas observaciones de datos de rendimiento que se han marcado como valores atípicos en los pasos 706, 708 y/o 710.

30 En una forma de realización, los segundos datos filtrados se presentan en una forma gráfica y se transmiten a cualquier tipo de pantalla de computadora configurada para mostrar datos digitales. Por ejemplo, la segmentación 704 puede transmitir los segundos datos filtrados a una pantalla de computadora 716 y mostrar los segundos datos filtrados en una interfaz gráfica de usuario 718. La interfaz gráfica de usuario 718 se puede programar con mini-aplicaciones o controles para permitir al productor visualizar los datos.

35 Los segundos datos filtrados también se pueden proveer a un usuario como un documento PDF, un documento de Word, un conjunto de imágenes y similares. Los segundos datos filtrados se pueden proveer a un usuario utilizando diversos medios de suministro de datos. Por ejemplo, se los puede almacenar en un sistema de almacenamiento en la nube, un servidor de base de datos y otros.

5. DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE CONTAMINACIÓN EN MAPAS DE RENDIMIENTO

40 La detección automática de contaminación en los mapas de rendimiento crudos es un proceso en el que se analizan los mapas de rendimiento y se identifican o marcan las observaciones de rendimiento contaminadas y, a continuación, potencialmente se las elimina de los mapas. En una forma de realización, una detección automática de las observaciones de rendimiento contaminadas en los mapas de rendimiento crudos que se proveen de un lote agrícola incluye un proceso de detección de valores atípicos de dos etapas. En una primera etapa, los mapas de rendimiento crudos se analizan para elegir las potenciales dinámicas de cosecha que pueden ser responsables de las observaciones de rendimiento erróneas. En una segunda etapa, se utilizan bibliotecas y enfoques de la minería de datos para determinar vecindades locales dentro del lote agrícola y utilizar su estructura local para identificar y marcar posibles valores atípicos. Ambas etapas están dirigidas a la detección de valores atípicos causados por retrasos de paso inicial, retrasos de paso final, desfases de flujo y similares.

50 La Figura 9 representa un procedimiento ejemplificativo de detección automática de valores atípicos en los mapas de los datos de rendimiento. En el paso 902, se reciben los datos de rendimiento crudos. Los datos de rendimiento crudos se pueden proveer en la forma de un mapa de rendimiento. Un mapa puede incluir datos de rendimiento recolectados durante la cosecha de cultivos de un lote agrícola. En una forma de realización, los datos de rendimiento pueden incluir observaciones que se agrupan en pasos. Por ejemplo, si un mapa de rendimiento incluye dos pasos de datos, entonces el mapa incluye un primer conjunto de observaciones que pertenecen al primer paso e incluye un segundo conjunto de observaciones que pertenecen al segundo paso.

55 También en el paso 902, los datos de rendimiento se analizan para identificar uno o más pasos para los cuales se proveen observaciones y para identificar un conjunto de observaciones para cada uno de los pasos.

En el paso 906, para cada paso, de los uno o más pasos, se determinan una o más derivadas discretas sobre la base de una pluralidad de observaciones incluidas en un paso.

Uno de los objetivos para determinar las derivadas discretas sobre la base de las observaciones incluidas en un paso es determinar si las observaciones en el paso indican un estado estable del flujo de masa cosechado. El flujo de masa cosechado y registrado en las correspondientes observaciones, alcanza un estado estable del flujo si las derivadas calculadas para las observaciones convergen a cero. Sin embargo, si las derivadas calculadas para las observaciones no sólo fallan en converger a cero, sino que exceden un determinado valor umbral, entonces las derivadas indican que el flujo de masa cosechado no ha alcanzado un estado estable. Este estado se puede referenciar como un estado inestable. Un flujo de masa cosechada puede estar en un estado inestable durante, por ejemplo, un paso inicial durante el cual una transportadora de granos no se llenado completamente.

5.1 DETECCIÓN DE VALORES ATÍPICOS DE RETRASO DE PASO INICIAL

En una forma de realización, un proceso de diferenciación para un paso inicial se inicia con el cálculo de derivadas discretas basadas en las observaciones incluidas en un paso. Las derivadas se pueden calcular utilizando, por ejemplo, la siguiente ecuación:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta t) - f(x)}{\Delta t} = \frac{y_n - y_{n-1}}{\Delta t} \quad (1)$$

donde y es un flujo de masa medido como el producto de un recuento de bushels cosechados por segundo y una función del tiempo en un dominio temporal, donde Δt es un intervalo de registro en un dominio temporal y donde n es un índice de la observación.

Típicamente, las derivadas se calculan utilizando una función continua definida sobre un dominio continuo. Sin embargo, los mapas de rendimiento proveen observaciones discretas y no continuas. Por lo tanto, en el caso de las observaciones provistas en los mapas de rendimiento, el intervalo de registro Δt puede no converger a cero y tampoco puede el Δ .

En una forma de realización, se obtiene una derivada discreta calculada a partir de observaciones discretas utilizando una aproximación. La aproximación se utiliza para determinar si el flujo de masa ha alcanzado un estado estable.

En una forma de realización, se calculan uno o más valores absolutos de derivadas discretas para observaciones discretas. Además, se fija un determinado valor umbral, por ejemplo, en 0,1. El determinado umbral indica el comienzo de un estado estable.

Es más, se puede fijar una determinada observación como un inicio de un estado estable en el flujo de masa. Para las subsiguientes observaciones a la determinada observación, los valores absolutos de las derivadas calculadas para esas observaciones son menores que 0,1.

La selección de un determinado umbral tiene muchas implicaciones. Si el umbral es demasiado pequeño y por lo tanto demasiado rígido, entonces es muy probable que no se detecte un estado estable. Fijar el valor de 0,1 para el determinado umbral parece ser ligeramente conservador y puede causar la identificación de demasiados valores atípicos. Por otro lado, fijar el umbral a un valor mayor que 0,1 puede resultar en la no detección de un recuento significativo de valores atípicos.

En una forma de realización, un proceso de diferenciación para un retraso de paso inicial se inicia con un ajuste de curva a las observaciones incluidas en un paso. El ajuste de curva también puede incluir el cálculo de las derivadas continuas para la curva ajustada. Sobre la base de las derivadas continuas, se determinan uno o más puntos de giro para la curva en los que las correspondientes derivadas están próximas a 0,0.

Sin embargo, el uso de un enfoque de ajuste de curva tiene algunas desventajas. Por ejemplo, puede haber una gran variación en las observaciones y por lo tanto el ajuste de curva a las observaciones puede ser difícil. Por lo tanto, el enfoque basado en el cálculo de derivadas discretas y el cálculo de valores absolutos de las derivadas discretas puede ser más preciso que un enfoque de ajuste de curva.

5.2 DETECCIÓN DE VALORES ATÍPICOS DE RETRASO DE PASO FINAL

En una forma de realización, un proceso de diferenciación para un retraso de paso final se inicia con el cálculo de derivadas discretas basadas en las observaciones incluidas en el paso final. El proceso de cálculo de las derivadas discretas para el paso final es esencialmente una implementación hacia atrás del proceso para calcular las derivadas discretas para un retraso de paso inicial. Las derivadas discretas se calculan para ser satisfechas por el paso final cuando un flujo de masa deja el estado estable y entonces la cosecha de cultivos está disminuyendo.

Las derivadas discretas para detectar valores atípicos de retraso de paso final se pueden calcular utilizando, por ejemplo, la siguiente ecuación:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{f(x - \Delta t) - f(x)}{\Delta t} \quad (2)$$

que se calcula sustrayendo y_n de y_{n-1} y dividiendo el resultado por Δt , donde y es un flujo de masa medido como un producto de un recuento de bushels cosechados por segundo y una función de tiempo en un dominio temporal, donde Δt es un intervalo de registro en un dominio temporal y donde n es un índice de la observación.

5 En una forma de realización, se calculan uno o más valores absolutos de derivadas discretas para observaciones discretas. Además, se puede fijar un determinado umbral. El umbral se puede fijar y ajustar de acuerdo con las características de la fuente que provee los datos. Por ejemplo, si los datos se reciben de una primera fuente, entonces el umbral se puede fijar, por ejemplo, en 0,1. Si los datos se reciben de una segunda fuente, entonces el umbral se puede fijar, por ejemplo, en 2,0. El determinado umbral indica el final de un estado estable. Además, se puede fijar
10 una determinada observación como un final de un estado estable en el flujo de masa. Para las subsiguientes observaciones a la determinada observación, sus valores absolutos de derivadas son usualmente mayores que 0,1.

La selección de un determinado valor de umbral para un retraso de paso final tiene implicaciones similares que para un retraso de paso inicial. Si el umbral es demasiado pequeño y por lo tanto demasiado rígido, entonces es muy probable que no se detecte un final del estado estable. Fijar el valor de 0,1 para el determinado umbral parece ser
15 ligeramente conservador y puede causar la identificación de demasiados valores atípicos. Por otro lado, las implicaciones de fijar valores mayores que 0,1 puede llevar a la no detección de una cantidad significativa de los valores atípicos.

Nuevamente con referencia a la Figura 9, también en el paso 906, en base a las una o más derivadas discretas, se determina un conjunto de observaciones de estado inestable. Como se ha descrito anteriormente, si los valores
20 absolutos de las derivadas discretas exceden un determinado umbral para una observación particular, entonces la observación puede corresponder a un flujo de masa que está en un estado inestable.

Un conjunto de observaciones de estado inestable para un paso puede no incluir observaciones. Esto puede ocurrir cuando el paso no es ni un paso inicial ni un paso final. Esto también puede ocurrir incluso cuando el paso es, ya sea, un paso inicial o un paso final. Esto también puede ocurrir tanto cuando el valor umbral determinado se fija demasiado
25 alto como cuando las observaciones realmente no incluyen valores atípicos.

Un conjunto de observaciones de estado inestable de un paso puede incluir una o más observaciones. Esto puede ocurrir cuando el paso es, ya sea, un paso inicial o un paso final, y las observaciones recolectadas para el paso incluyen en efecto valores atípicos.

También en el paso 906, se incluye un conjunto de observaciones de estado inestable en los primeros datos atípicos. Los primeros datos atípicos son los datos que se ha detectado como que potencialmente incluyen valores atípicos
30 causados por retrasos de paso inicial y/o retrasos de paso final. Los primeros datos atípicos se pueden modificar posteriormente agregando valores atípicos adicionales identificados utilizando los enfoques descritos a continuación.

En el paso 908, se realiza un ensayo para determinar si todos los pasos en los datos de rendimiento ya se han analizado con el propósito de identificar los valores atípicos causados por los retrasos de paso inicial y/o los retrasos
35 de paso final. Si todavía no se han analizado todos los pasos, entonces en el paso 910, se identifica un paso siguiente y se repite el paso 906 para las observaciones del paso siguiente. Sin embargo, si ya se han analizado todos los pasos, entonces se realiza el paso 912.

En el paso 912, se eliminan los primeros datos atípicos de los datos de rendimiento. La eliminación de los primeros datos atípicos de los datos de rendimiento provoca la eliminación de los valores atípicos identificados por el
40 procesamiento de los retrasos de paso inicial y/o los retrasos de paso final de los datos de rendimiento. Este paso finaliza una primera etapa de un proceso de detección automática de contaminación en datos de rendimiento crudos.

En el paso 914, se inicia una segunda etapa de un proceso de detección automática de contaminación en datos de rendimiento crudos. En este paso, se implementan uno o más enfoques automatizados de detección de valores atípicos. Los enfoques automatizados pueden incluir los enfoques de detección de valores atípicos causados por
45 desfases de flujo.

5.3 DETECCIÓN DE OTROS TIPOS DE VALORES ATÍPICOS

En una forma de realización, un proceso automatizado de detección de valores atípicos se implementa utilizando cualquiera de los siguientes enfoques: un enfoque de diferencia local, un enfoque de área superficial o un enfoque de
50 detección de valores atípicos espacial y estadístico. Los enfoques se pueden utilizar para la detección de los valores atípicos causados, por ejemplo, por los desfases de flujo. A continuación se describe cada uno de los enfoques.

5.3.1 ENFOQUE DE DIFERENCIA LOCAL

5 En una forma de realización, se implementa un proceso automatizado de detección de valores atípicos modificando un enfoque de diferencia local al proveer una solución que elimina los valores atípicos estadísticos. En el paso 914, para cada observación en un mapa de datos de rendimiento, se determina un conjunto de observaciones vecinas más cercanas. Un conjunto generado para una observación particular de los datos de rendimiento puede incluir, por ejemplo, ocho observaciones vecinas cercanas. La propiedad de vecindad se puede determinar sobre la base de los parámetros de longitud y latitud asociados con una observación.

También en el paso 914, para cada observación, se determina un conjunto de diferencias absolutas. Una diferencia absoluta de una observación y su vecino se puede calcular por ejemplo, calculando un valor absoluto de distancia entre la observación y el vecino.

10 En una forma de realización, una distancia entre una observación y el vecino más cercano tiene un peso asignado. Se puede asignar un peso de acuerdo con la distancia. Por ejemplo, cuanto menor sea la distancia entre una observación y su vecino, mayor será el peso.

15 Se supone que una observación se denota por x y los ocho vecinos más cercanos de x se denotan como $(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8)$. Un vector de diferencias absolutas se puede denotar como $a = (d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6, d_7, d_8) = (|x-x_1|, |x-x_2|, |x-x_3|, |x-x_4|, |x-x_5|, |x-x_6|, |x-x_7|, |x-x_8|)$. Un vector de distancias inversas se puede denotar como:

$$\left(\frac{1}{d_1}, \frac{1}{d_2}, \dots, \frac{1}{d_8} \right) \quad (3)$$

En una forma de realización, las distancias inversas se pueden normalizar utilizando su suma. Esto se puede denotar utilizando la siguiente expresión:

$$\zeta = \sum_{i=1}^8 \frac{1}{d_i} \quad (4)$$

20 La suma de la expresión (5) se puede utilizar para determinar un vector de pesos. Un vector de pesos se puede determinar utilizando la siguiente expresión:

$$w = \left(\frac{\frac{1}{d_1}}{\zeta}, \frac{\frac{1}{d_2}}{\zeta}, \dots, \frac{\frac{1}{d_8}}{\zeta} \right) \quad (5)$$

En una forma de realización, para cada observación, las distancias entre la observación y sus respectivos vecinos más cercanos se multiplican por los respectivos pesos.

25 En una forma de realización, las distancias calculadas como, ya sea, ponderadas o no, se suman a través de todas las observaciones. Luego, para cada observación, su respectiva suma de distancias se compara con la suma derivada a través de todas las observaciones. La comparación se puede utilizar para determinar esas observaciones que se pueden marcar como valores atípicos en el paso 914.

30 En el paso 914, las observaciones marcadas hasta ahora se incluyen en los segundos datos atípicos. Los segundos datos atípicos incluyen los datos que se han detectado como que potencialmente incluyen valores atípicos causados por desfases de flujo. Los segundos datos atípicos se pueden modificar posteriormente agregando valores atípicos adicionales identificados utilizando los enfoques descritos a continuación.

35 En el paso 916, se realiza un ensayo para determinar si ya se ha realizado el enfoque de diferencia local en todas las observaciones en un mapa de datos de rendimiento. Si no se han analizado todas las observaciones, entonces en el paso 918 se identifica una siguiente observación y se repite el paso 914 para la observación. Sin embargo, si ya se han analizado todas las observaciones, entonces se realiza el paso 920.

40 En el paso 920, se eliminan los segundos datos atípicos de los primeros datos filtrados. La eliminación de los segundos datos atípicos de los primeros datos filtrados causa la eliminación de los valores atípicos identificados por la realización de un enfoque de diferencia local. Este paso termina una segunda etapa de un proceso de detección automática de contaminación en los datos de rendimiento crudos.

En una forma de realización, se realiza el paso 922. En el paso 922, se genera una representación gráfica de los segundos datos filtrados. La representación gráfica de los segundos datos filtrados se puede visualizar entonces en una interfaz gráfica de usuario en una estación de trabajo computacional, una computadora portátil, un teléfono inteligente, un servidor computacional o cualquier dispositivo equipado con una pantalla generada por computadora.

Los segundos datos filtrados también se pueden almacenar en un dispositivo de almacenamiento en la nube, un servidor de base de datos o cualquier otro dispositivo configurado para almacenar datos. Los segundos datos filtrados se pueden archivar antes de almacenar en cualquier formato de datos diseñado para representar datos electrónicos.

5 Uno de los beneficios del enfoque de diferencia local es que el enfoque toma en consideración la ubicación geoespacial y la correlación entre las observaciones. Además, el enfoque toma en consideración la cercanía en términos de una distancia geográfica entre las observaciones.

5.3.2 ENFOQUE DE ÁREA SUPERFICIAL

10 En una forma de realización, un proceso automatizado de detección de valores atípicos se implementa utilizando un enfoque de área superficial. Con referencia a la Figura 9, este enfoque se puede ejecutar en el paso 914, en el que en lugar de ejecutar un enfoque de diferencia local, se ejecuta el enfoque de área superficial.

En una forma de realización, un enfoque de área superficial incluye determinar una cuadrícula rectangular para los datos de rendimiento y superponer los datos de rendimiento sobre la cuadrícula rectangular. Por ejemplo, una observación de datos de rendimiento particular de los datos de rendimiento se puede asociar con un punto particular en la cuadrícula rectangular.

15 A partir de las observaciones de datos de rendimiento superpuestas sobre una cuadrícula rectangular, se puede generar una superficie tridimensional de todo el conjunto de datos de rendimiento. Por ejemplo, se puede generar una superficie tridimensional tratando las observaciones de datos de rendimiento como puntos de control y definiendo cualquier tipo de superficie spline sobre los puntos de control.

20 En una forma de realización, se calcula un área superficial de la superficie tridimensional generada a partir de los puntos de datos de rendimiento. Un área superficial se puede calcular utilizando diversos enfoques. De acuerdo con un enfoque, se puede generar una superficie tridimensional a partir de puntos de datos de rendimiento superpuestos sobre las celdas de cuadrícula, donde cada celda tiene una forma cuadrada.

25 Sea x_s una diferencia entre el máximo valor de longitud y el mínimo valor de longitud y donde y_s denota una diferencia entre el máximo valor de latitud y el mínimo valor de latitud de las observaciones incluidas en la celda de cuadrícula s . Un tamaño lateral de la celda unitaria se puede denotar utilizando la siguiente expresión:

$$L = \sqrt{\frac{x_s \times y_s}{N}} \quad (6)$$

En una forma de realización, el proceso se repite para todas las celdas a lo largo de la dirección horizontal de la cuadrícula y para todas las celdas a lo largo de la dirección vertical de la cuadrícula.

30 En una forma de realización, a cada celda de cuadrícula se le asigna un valor medio de puntos de datos de rendimiento cuya posición geoespacial caerá dentro de las coordenadas de celdas. A una celda sin puntos de datos se le asigna el valor de rendimiento medio global.

Un área superficial se puede calcular triangulando la cuadrícula y utilizando el valor de rendimiento asignado de cada punto de cuadrícula como su altura. Se pueden identificar uno o más valores atípicos sobre la base, al menos en parte, de la información del área superficial y la información de cuadrícula.

35 5.3.3 ENFOQUE DE DETECCIÓN DE VALORES ATÍPICOS ESPACIAL Y ESTADÍSTICO

En una forma de realización, un proceso automatizado de detección de valores atípicos se implementa utilizando un enfoque de detección de valores atípicos espacial y estadístico. Con referencia a la Figura 9, este enfoque se puede ejecutar en el paso 914, en el que en lugar de ejecutar un enfoque de diferencia local, se ejecuta el enfoque de detección de valores atípicos estadístico.

40 En una forma de realización, una detección de valores atípicos espaciales incluye la aplicación de uno o más detectores de valores atípicos espaciales a los primeros datos filtrados o a cualquier tipo de datos de rendimiento. Los detectores pueden calcular puntajes para los primeros elementos de datos filtrados y los elementos de datos con puntuaciones extremas se marcan como valores atípicos. Los elementos de datos con puntajes extremos se pueden referenciar como segundos elementos de datos filtrados o valores atípicos S.

45 En una forma de realización, un enfoque basado en un detector de valores atípicos espacial se modifica mediante la provisión de una solución para determinar una cantidad de vecinos que se utilizan para detectar valores atípicos. Un detector de valores atípicos espacial usualmente calcula una función agregada para cada medición calculando la función agregada de los k vecinos más cercanos de la medición. La función agregada se puede calcular como un valor medio de los k vecinos más cercanos o un valor medio ponderado de los k vecinos más cercanos. La función agregada

también se puede calcular como un valor de mediana o cualquier otro procedimiento que permita capturar la autocorrelación espacial entre las mediciones dentro de la vecindad. La autocorrelación espacial entre las mediciones dentro de la vecindad se puede determinar en un espacio-tiempo, en un espacio-posición y en base a cualquier tipo de características de las mediciones.

- 5 Un detector de valores atípicos espacial también puede calcular una función agregada ponderada para cada medición al determinar los respectivos valores de ponderación y calculando la función agregada ponderada de los k vecinos más cercanos de la medición. Una función agregada ponderada se puede calcular como un valor medio ponderado de los k vecinos más cercanos y se puede utilizar para determinar los segundos datos atípicos.

10 Los segundos datos atípicos se pueden determinar sobre la base de las características espaciales ponderadas. Este enfoque puede incluir el cálculo de un valor medio ponderado. En este enfoque, se puede determinar un conjunto de primeros datos filtrados vecinos para un primer elemento de datos filtrado particular en los primeros datos filtrados. A continuación, se puede determinar un respectivo valor de ponderación para cada elemento en los primeros datos filtrados. Un valor de ponderación determinado para un elemento de datos puede ser inversamente proporcional a la distancia entre el elemento de datos y el primer elemento de datos filtrado particular. Los valores de los elementos de datos y los respectivos pesos se utilizan para calcular un valor medio agregado ponderado y el valor medio agregado ponderado se utiliza para determinar si se va a excluir el primer elemento de datos filtrado particular de los primeros datos filtrados.

20 Los pesos pueden representar diferentes características y criterios. Por ejemplo, los elementos de datos en un grupo de elementos que se recolectaron dentro del mismo intervalo de tiempo como un elemento de datos particular pueden tener valores de ponderación más altos que los elementos de datos en el grupo que se recolectaron en otros intervalos de tiempo. Dado que los elementos de datos que se recolectaron en el mismo intervalo de tiempo que los datos particulares tendrán valores de ponderación más altos asociados que los pesos de otros elementos de datos dentro del grupo, el valor medio agregado ponderado estará influido principalmente por los elementos de datos que fueron recolectados en el mismo intervalo de tiempo que los datos particulares, no por los otros elementos de datos. Por lo tanto, este enfoque da un trato preferencial a los agrupamientos de elementos de datos recolectados aproximadamente dentro del mismo intervalo de tiempo y un tratamiento menor a los otros elementos de datos dentro del grupo de elementos de datos.

30 Otros pesos pueden representar una proximidad basada en la distancia entre elementos de datos dentro de un grupo de elementos de datos. Por ejemplo, los elementos de datos de un grupo de elementos que se recolectaron de ubicaciones de lote similares a una ubicación de lote particular desde la cual se ubicó un elemento de datos particular pueden tener valores de ponderación mayores que los elementos de datos en el grupo que se recolectaron de otras ubicaciones de lote. Dado que los elementos de datos que se recolectaron de las ubicaciones de lote similares a la ubicación del lote particular, el valor medio agregado ponderado estará principalmente influenciado por los elementos que se recolectaron de las ubicaciones de lote similares a la ubicación del lote particular y menos por los otros valores de datos en el grupo. Por lo tanto, este enfoque brinda un trato preferencial a los agrupamientos de los datos recolectados de los lotes estrechamente vecinos y un tratamiento menor a los otros elementos dentro del grupo de elementos de datos.

40 En una forma de realización, se limpian los datos de rendimiento eliminando de los datos de rendimiento los valores atípicos detectados utilizando los enfoques descritos anteriormente. Los datos de rendimiento limpiados se pueden utilizar para controlar automáticamente un sistema de control por computadora de uno o más aparatos de siembra, riego, aplicación de nitrógeno y cosecha.

6. BIBLIOTECA DE DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE DATOS CONTAMINADOS

45 En una forma de realización, un enfoque de detección automática de datos contaminados en datos de rendimiento se codifica en código de programa y el código de programa se almacena en una biblioteca basada en computadora. El código de programa puede incluir instrucciones de código, llamadas de programa y rutinas que pueden ser ejecutadas por una computadora. El código de programa se puede invocar como llamadas individuales o se puede implementar como una herramienta ejecutada en sistemas de computación.

50 La biblioteca también puede proveer instrucciones para generar y mostrar una interfaz gráfica de usuario programada para proveer maneras para seleccionar diversas opciones y para realizar una detección automática de los datos contaminados en los mapas de rendimiento. La interfaz gráfica de usuario también se puede programar para proveer herramientas para mostrar los resultados de cada uno de los enfoques y para permitir que un usuario fije parámetros para ejecutar el detector de datos contaminados y fije parámetros para mostrar los resultados del detector.

55 La interfaz gráfica de usuario también se puede programar para comparar los resultados generados utilizando los diferentes enfoques de detección automática de datos contaminados y para generar recomendaciones a los productores agrícolas e investigadores acerca de los diversos aspectos de la mejora de los rendimientos de cultivos.

7. BENEFICIOS DE MAPAS DE RENDIMIENTO DESCONTAMINADOS

Mediante el uso de las técnicas descritas en la presente, las computadoras pueden generar mapas de rendimiento

descontaminados sobre la base de datos digitales que representan los rendimientos históricos cosechados en un lote agrícola. Además de permitir que las computadoras generen los mapas de rendimiento descontaminados, las técnicas en la presente también pueden permitir que las computadoras hagan que los mapas descontaminados estén disponibles para los productores agrícolas y permitir que las computadoras generen recomendaciones para ayudar a los productores a mejorar sus prácticas agrícolas.

Las técnicas presentadas también pueden permitir que el sistema de computación de inteligencia agrícola descontamine automáticamente los mapas de rendimiento y procese los mapas de rendimiento descontaminados para derivar directrices para los productores agrícolas con respecto a la siembra, riego, aplicación de fertilizante, tal como nitrógeno y/o cosecha.

Además, las técnicas presentadas pueden permitir que el sistema de computación de inteligencia agrícola ahorre recursos computacionales, tales como almacenamiento de datos, potencia de cálculo y memoria de la computadora del sistema, mediante la implementación de una segmentación programable configurada para generar automáticamente datos descontaminados sobre la base de los datos digitales. La segmentación programable puede generar automáticamente recomendaciones y alertas para los productores, las compañías de seguros e investigadores, para de ese modo permitir una gestión agrícola más eficaz en los programas de siembra, las operaciones de equipos agrícolas y la aplicación de productos químicos a los lotes, la protección de cultivos y otros pasos tangibles en la gestión del lote agrícola.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para detectar valores atípicos en los datos del mapa de rendimiento, comprendiendo el procedimiento:
 - 5 utilizar instrucciones programadas en un sistema de computación que comprende uno o más procesadores y una memoria de computadora para enviar solicitudes a uno o más sensores remotos instalados en equipos agrícolas para proporcionar, sobre una red de computación datos digitales electrónicos que comprenden datos de rendimiento y representan rendimientos de cultivos que se han cosechado en un lote agrícola,
 - 10 utilizar las instrucciones programadas en el sistema informático, recibir de uno o más sensores remotos instalados en el equipo agrícola, en respuesta al envío de la solicitud a uno o más sensores remotos, los datos digitales electrónicos que comprenden los datos de rendimiento;
 - determinar en los datos de rendimiento, utilizando las instrucciones programadas en el sistema de computación, uno o más pasos, donde cada paso incluye una pluralidad de observaciones,
 - 15 para cada paso de los uno o más pasos: determinar una o más derivadas discretas sobre la base de una pluralidad de observaciones incluidas en un paso, determinar sobre la base de las una o más derivadas discretas, un conjunto de observaciones de estado inestable de la pluralidad de observaciones para el cual un flujo de masa de cultivos es inestable, incluir el conjunto de observaciones de estado inestable en primeros datos atípicos y repetir el paso de determinar el conjunto de las observaciones de estado inestable para todos los otros pasos,
 - generar primeros datos filtrados por la eliminación de los primeros datos atípicos de los datos de rendimiento,
 - 20 en el que los primeros datos atípicos incluyen datos que fueron capturados incorrectamente por un aparato de recolección desalineado, y en el que los primeros datos atípicos incluyen uno o más de: un valor atípico de retraso de inicio de paso, un valor atípico de retraso de paso final, un valor atípico de retraso de paso corto, un valor atípico de retraso de flujo, un valor atípico causado por un cambio brusco de velocidad o un valor atípico causado por una franja corta;
 - determinar para cada observación en los datos de rendimiento, una pluralidad de observaciones vecinas más cercanas a una observación, determinar una pluralidad de diferencias absolutas en valores de rendimiento entre la observación y cada una de la pluralidad de observaciones vecinas más cercanas determinadas para la observación, determinar sobre la base de la pluralidad de diferencias absolutas una puntuación atípica para la observación, incluir la observación en segundos datos atípicos si la puntuación atípica para la observación excede un determinado umbral y repetir el paso de determinar las observaciones con puntuaciones atípicas que exceden el determinado umbral para todas las otras observaciones,
 - 25 generar segundos datos filtrados por la eliminación de los segundos datos atípicos de los primeros datos filtrados,
 - utilizar una capa de presentación del sistema de computación para generar y lograr la visualización en un dispositivo de computación de una representación gráfica de los rendimientos de cultivos cosechados en un lote agrícola utilizando solamente los segundos datos filtrados, en el que los segundos datos filtrados se utilizan para controlar automáticamente un sistema de control informático de una o más prácticas de siembra, riego, aplicación de nitrógeno o cosecha.
 - 35
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los uno o más pasos incluyen al menos un paso inicial o al menos un paso final, en el que un paso inicial es un paso de cosecha durante el cual una transportadora de granos no se ha llenado completamente, en el que un paso final es un paso de cosecha durante el cual una transportadora de granos se está vaciando.
- 40 3. El procedimiento de acuerdo la reivindicación 1, que además comprende determinar las una o más derivadas discretas de la pluralidad de observaciones sobre la base de correspondientes cantidades de flujo de masa determinadas para períodos de tiempo discretos.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, que además comprende determinar la pluralidad de observaciones vecinas más cercanas a una observación por la aplicación de un enfoque de diferencia local a una pluralidad de observaciones de datos de rendimiento en los datos de rendimiento.
- 45 5. El procedimiento de la reivindicación 1, que además comprende superponer los datos de rendimiento sobre una cuadrícula rectangular, calcular un área superficial basada en la cuadrícula rectangular, utilizar el área superficial para determinar un conjunto de observaciones dentro de la cuadrícula rectangular que incluye valores atípicos e incluir el conjunto de observaciones en los segundos datos atípicos.
- 50 6. El procedimiento de la reivindicación 1, que además comprende determinar los segundos datos atípicos por medio de los pasos de: determinar para cada observación de los datos de rendimiento, un conjunto de observaciones de datos de rendimiento vecinos que se recolectaron, ya sea, poco antes o poco después de que se recolectó una observación, calcular un valor medio agregado a partir de un conjunto de observaciones de datos de rendimiento vecinos y en base, al menos en parte, al valor medio agregado, determinar si se incluye la observación en los segundos

datos atípicos.

5 7. El procedimiento de la reivindicación 1, que además comprende determinar los segundos datos atípicos por medio de los pasos de: determinar para cada observación de los datos de rendimiento, un conjunto de observaciones de datos de rendimiento vecinos que se recolectaron, ya sea, una primera distancia antes o una segunda distancia después de que se recolectó una observación, determinar un conjunto de pesos para el conjunto de observaciones de datos de rendimiento vecinos, calcular un valor medio agregado ponderado a partir del conjunto de observaciones de datos de rendimiento vecinos y el conjunto de pesos y en base, al menos en parte, al valor medio agregado ponderado, determinar si se incluye la observación en los segundos datos atípicos,

10 en donde un valor ponderado particular para una observación vecina particular es inversamente proporcional a un valor de distancia medido entre una posición en la que se recolectó la observación de los datos de rendimiento y una posición en la que se recolectó la observación vecina particular.

8. El procedimiento de la reivindicación 1, que además comprende generar una o más bibliotecas implementadas por computadora que comprenden instrucciones programadas para detectar en los datos de rendimiento observaciones contaminadas debido a errores que ocurren durante el proceso de cosecha.

15 9. Un sistema de procesamiento de datos que comprende:

uno o más procesadores,

uno o más medios de almacenamiento de datos no transitorios conectados con los uno o más procesadores y que almacenan secuencias de instrucciones que cuando se ejecutan con la utilización de los uno o más procesadores realizan uno cualquiera de los procedimientos de las reivindicaciones 1-8.

Fig. 1

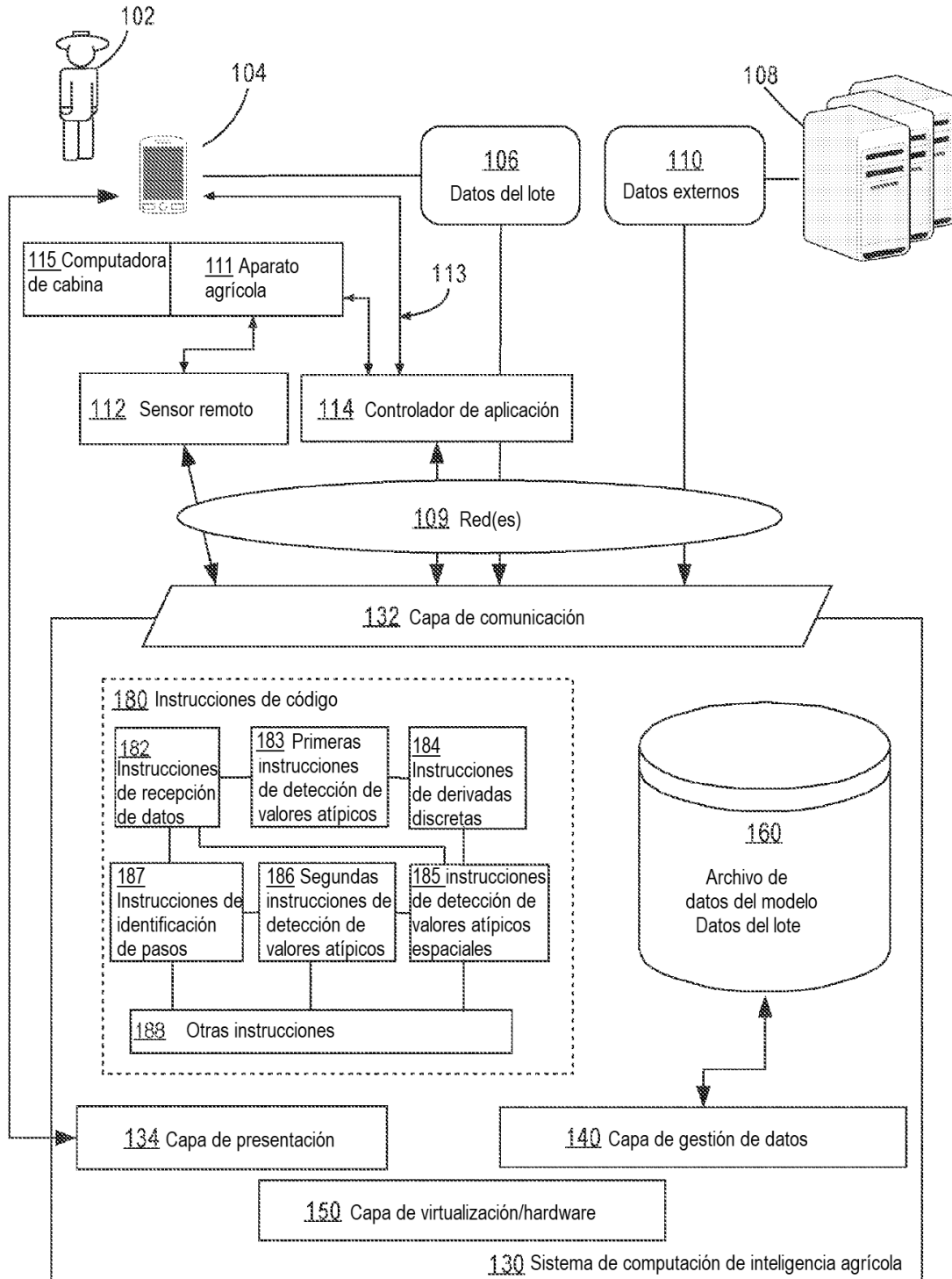
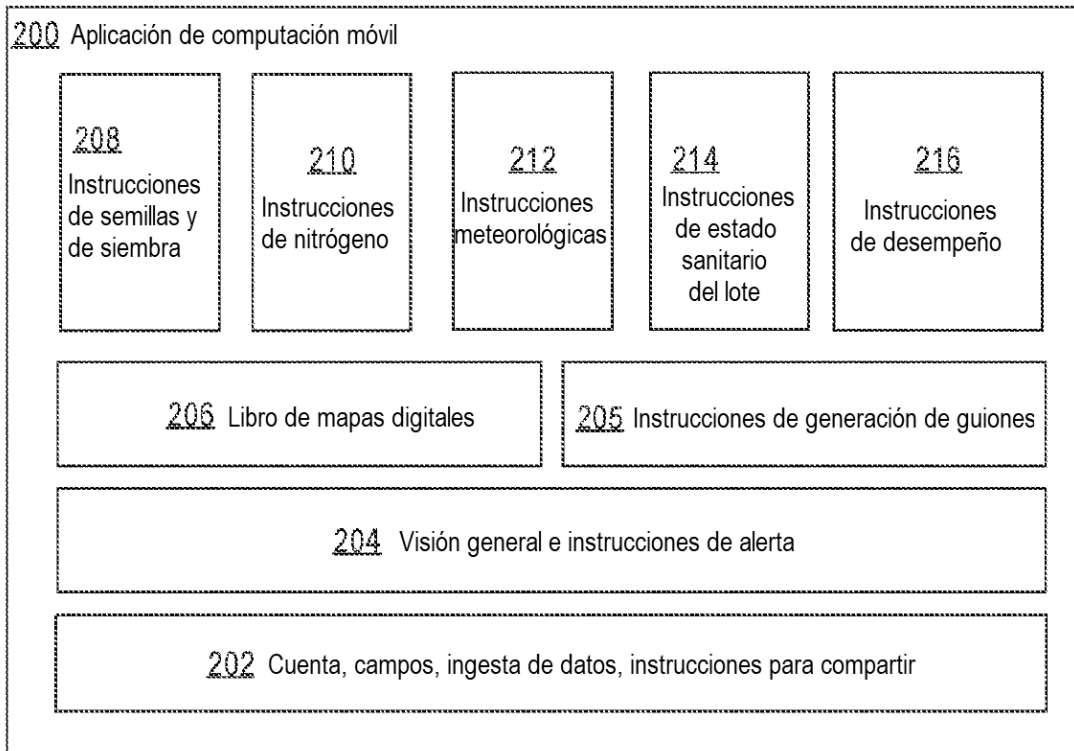


Fig. 2 (a)



(b)

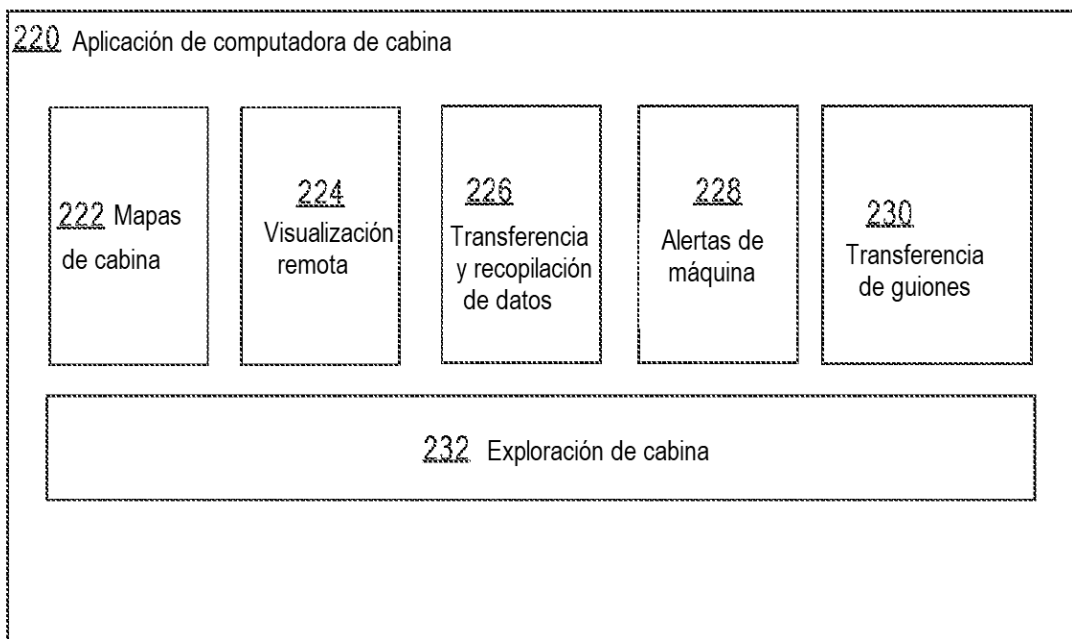


Fig. 3

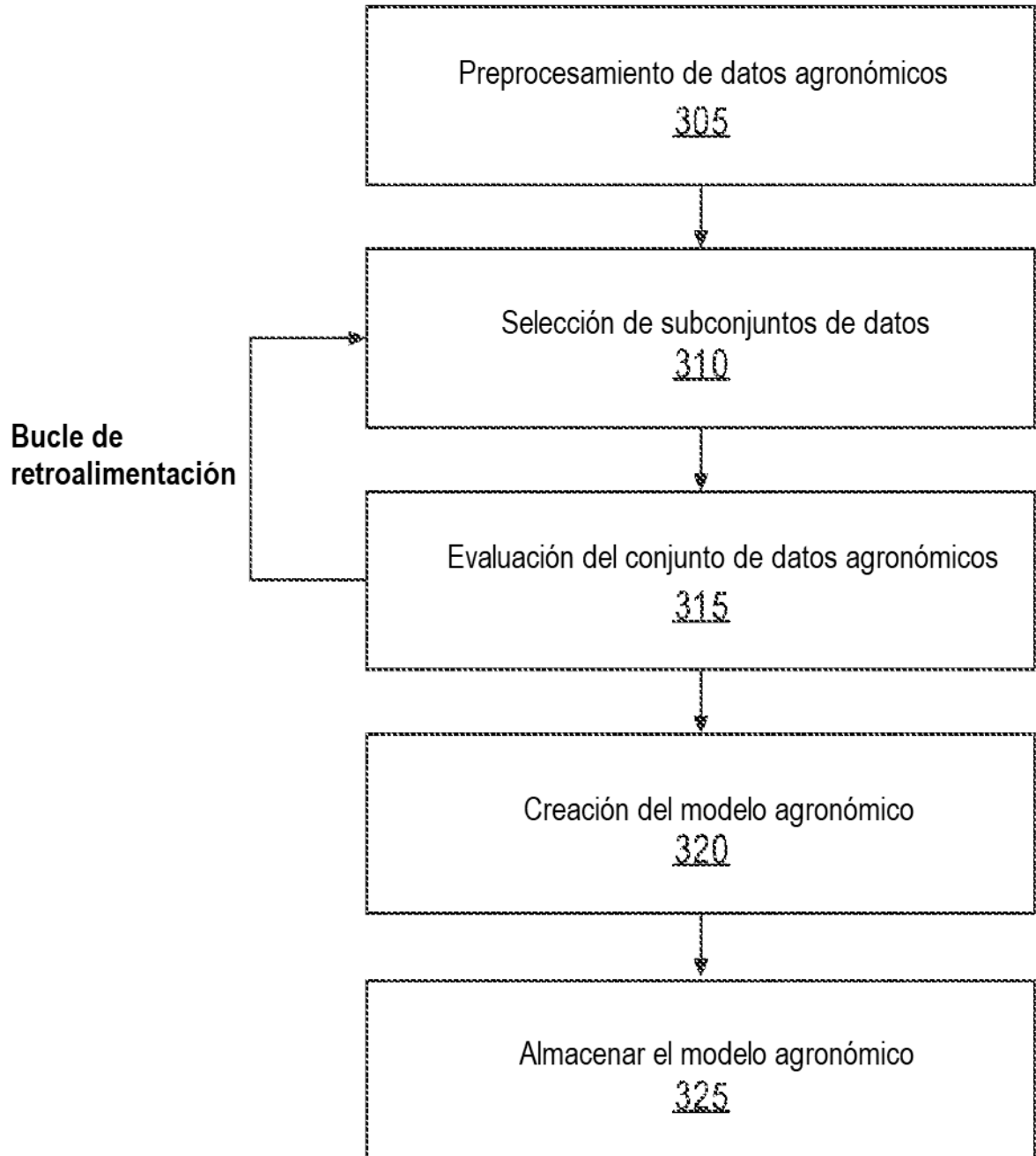
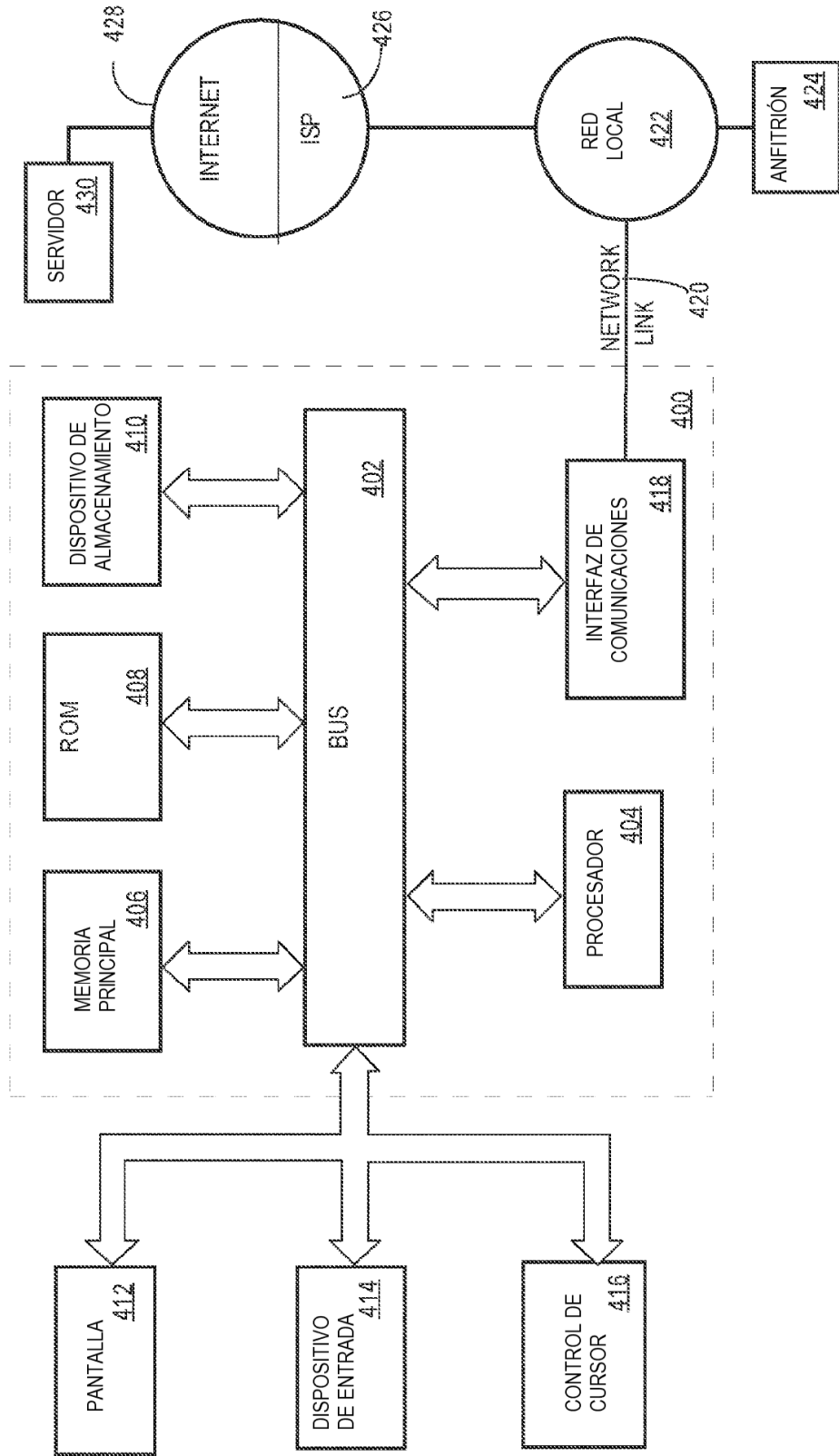


Fig. 4



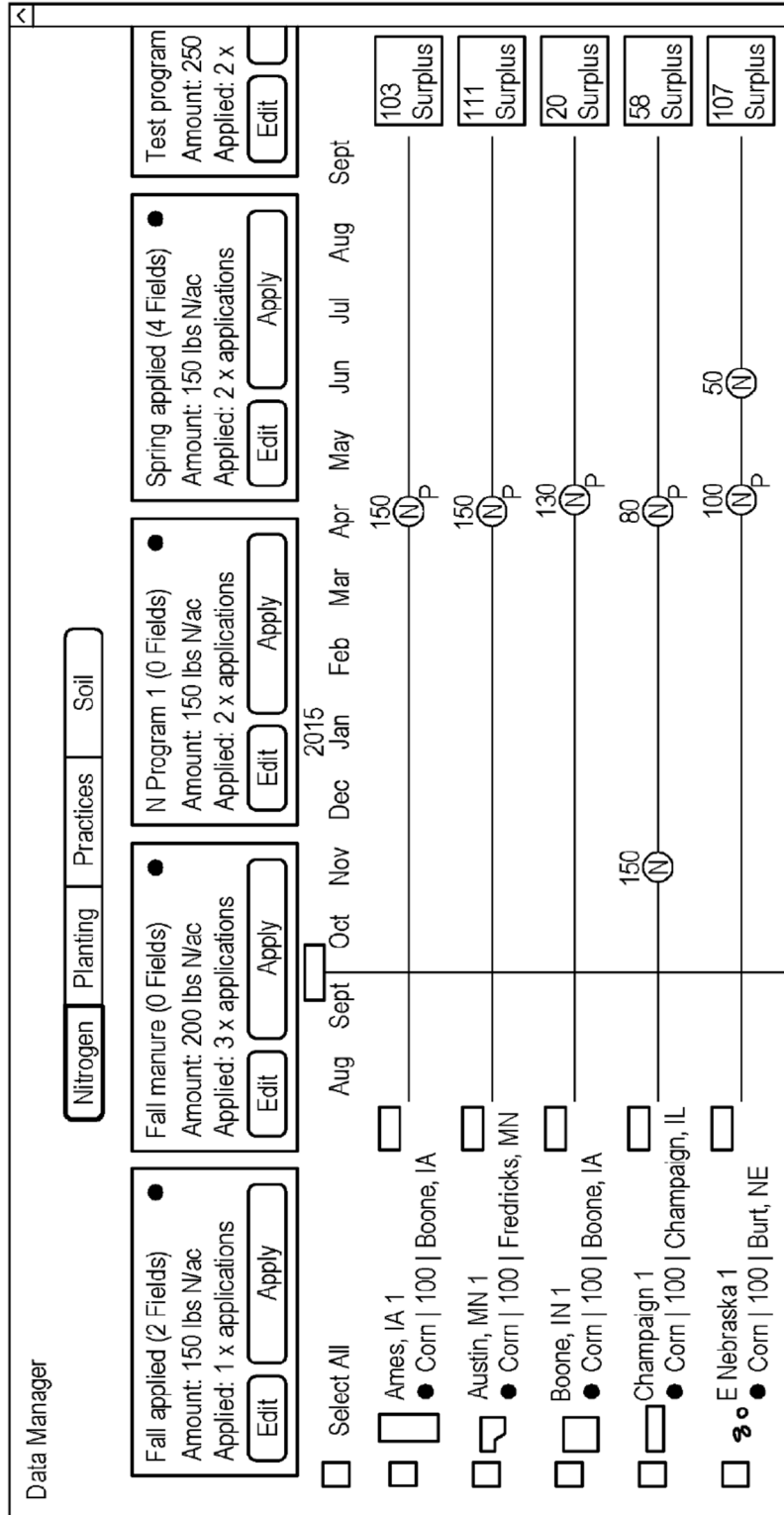


FIG. 5

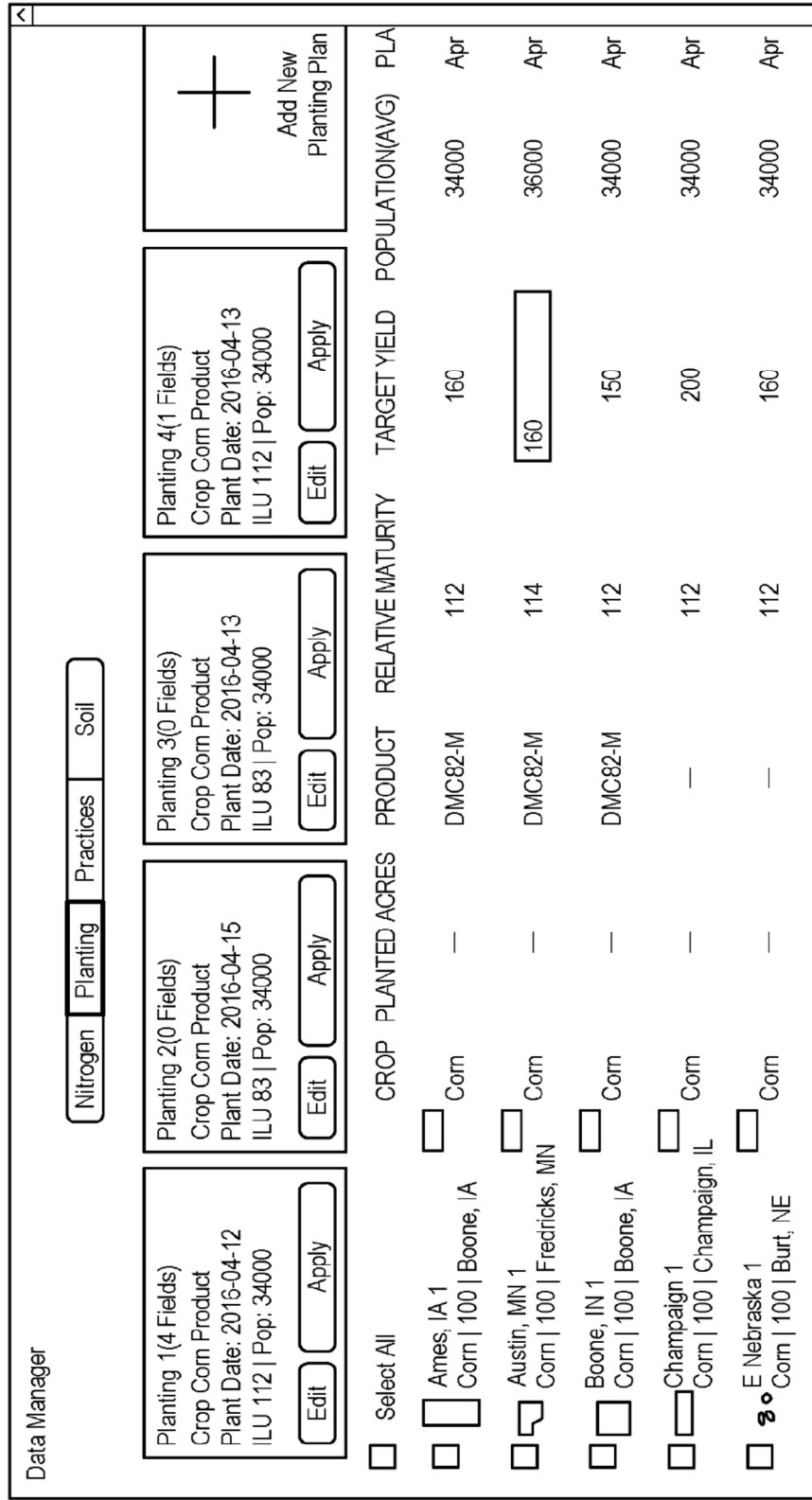


FIG. 6

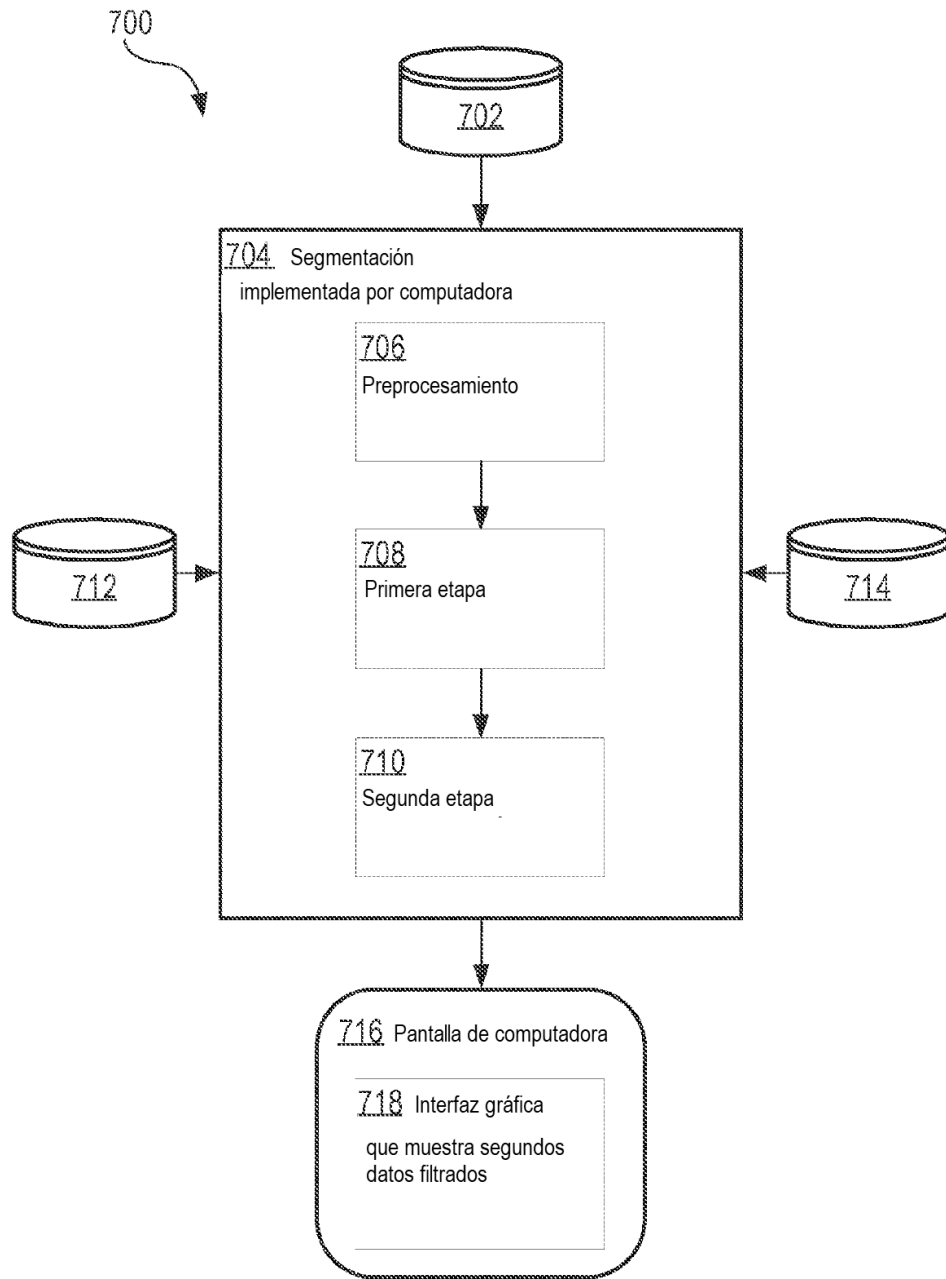


Fig. 7

<u>800</u> Preprocesamiento automatizado por computadora de datos de rendimiento	
<u>802</u> Errores mecánicos	
<u>804</u> ¿Son correctos los números de pasos?	<u>806</u> Comprobar si el número de pasos está registrado correctamente. Comprobar si cada paso tiene sólo una cantidad asociada. Comprobar si cada cantidad de pasos está asociada con un sólo paso. Comprobar si falta algún paso .
<u>808</u> ¿Algún paso corto?	<u>810</u> Si un intervalo de registro de datos para un paso es 1, entonces un paso es un paso corto si tiene un recuento mínimo de observaciones de 30. Si un intervalo de registro de datos para un paso es 2, entonces un paso es un paso corto si tiene un recuento mínimo de observaciones de 15.
<u>812</u> ¿Algún retraso del desfase de flujo?	<u>814</u> Determinar si un desfase entre dos observaciones satisface la siguiente fórmula: desfases = techo (1/ (intervalo de tiempo)) * 2.
<u>816</u> ¿Alguna observación con un cambio brusco de velocidad, siendo la velocidad demasiado lenta, siendo la velocidad demasiado rápida?	<u>818</u> Determinar si un cambio de velocidad entre dos puntos consecutivos es mayor que 20%. Determinar si una velocidad registrada es menor que 2 mph, o si una velocidad registrada es mayor que 7 mph.
<u>820</u> ¿Alguna hilera/solapamiento corto?	<u>822</u> Determinar cualesquier observaciones correspondientes a menos del 80 % del ancho de una barra cosechadora registrada completa.

Fig. 8

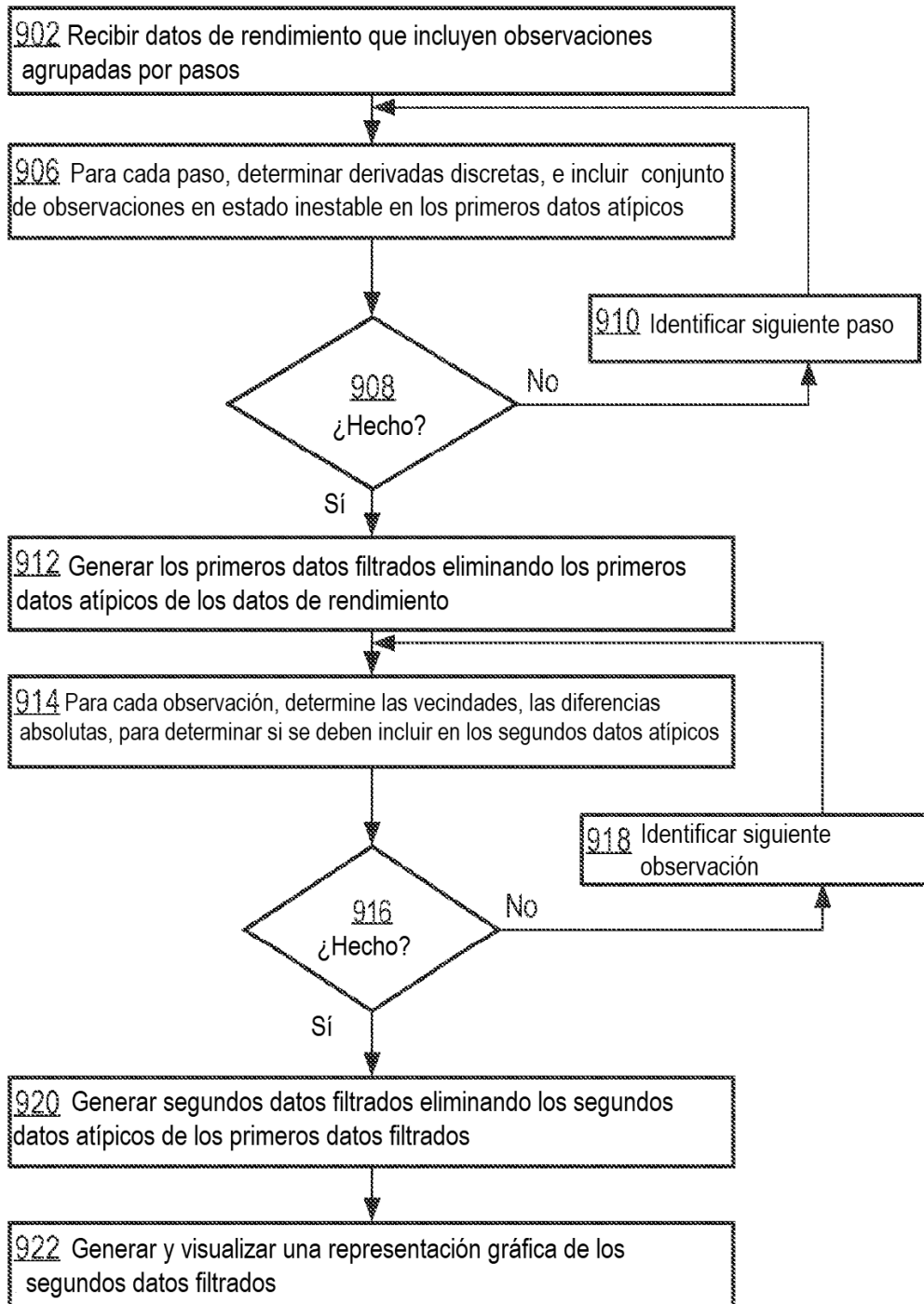


Fig. 9