

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 610 502**

51 Int. Cl.:

G06T 5/00 (2006.01)

G06T 5/50 (2006.01)

G06T 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.08.2008 PCT/US2008/010036**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.03.2009 WO09032088**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.08.2008 E 08795553 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.10.2016 EP 2193449**

54 Título: **Sistema y método para la presentación de datos visuales de detección remota en imágenes multispectrales, fusionadas y de tres dimensiones espaciales**

30 Prioridad:

31.08.2007 IT TO20070620

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

27.04.2017

73 Titular/es:

**KARSZES, WILLIAM M. (33.3%)
23 FULLBROOKE ROAD, P.O.BOX 618
CAMBRIDGE CB1 0GU, GB;
NIMS, JERRY C. (33.3%) y
CAPACCIO, GIANCARLO (33.3%)**

72 Inventor/es:

**KARSZES, WILLIAM, M. y
NIMS, JERRY, C.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 610 502 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para la presentación de datos visuales de detección remota en imágenes multispectrales, fusionadas y de tres dimensiones espaciales

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Las imágenes procedentes de satélites y otros sensores remotos ("sensores remotos") son utilizadas en los procesos de toma de decisiones en una variedad de aplicaciones y campos, entre los que figuran: la agricultura, la cartografía, la conservación, la planificación en situaciones de desastre, la educación, el gas/la electricidad, el medio ambiente, la geología, la salud y los servicios sociales, los cuerpos de seguridad y la aplicación de la ley, el gobierno local, los minerales, las fuerzas armadas, los recursos naturales, los océanos/mares, el petróleo, los oleoductos, la planificación, la seguridad pública, las telecomunicaciones, el turismo, el transporte, el agua/las aguas residuales y el clima. Las aplicaciones pueden abarcar desde el mapeo de terrenos en modelos dimensionales hasta el seguimiento del crecimiento de cultivos agrícolas. A medida que estas aplicaciones se expanden, cada vez se desarrollan más algoritmos y prolifera el software para la manipulación de datos. Además, cada vez se utilizan más datos de espectro en una forma combinada de acuerdo con una matriz, proporcionando así conocimientos, más que información, para resolver cuestiones planteadas por personas responsables de tomar decisiones civiles y militares. Los responsables de tomar decisiones necesitan tener la información recopilada y presentada de una manera clara y concisa. La información del sensor remoto, incluidas las imágenes por satélite, las imágenes aéreas, las imágenes de globo o cualquier otra imagen espectral o no espectral de detección remota (por ejemplo, imágenes de infrarrojos) en la actualidad es incompleta, ya que la información del sensor remoto refleja espacios y terrenos planos o imágenes estenográficas que requieren gafas estereoscópicas para su visionado. En ambas circunstancias se requiere que un "experto" aporte su opinión sobre el contenido de la información del sensor remoto. Debido a los límites de la información del sensor remoto, los responsables de tomar decisiones no cuentan con la información visual completa para adoptar una decisión fundamentada. El *coup d'œil* ("golpe de ojo"), o capacidad de discernir la situación a simple vista, es para muchos responsables de tomar decisiones el factor decisivo a la hora de marcar la diferencia entre el éxito y el fracaso.

En la patente estadounidense n.º 6.781.707 se obtienen imágenes de un área u objeto geográficos para una pluralidad de bandas ópticas. Las imágenes se transfieren a un procesador digital que rasteriza e intercala las imágenes a un archivo de salida para su impresión. El archivo de salida se imprime en una alineación con una hoja de microlentes que posee una pluralidad de lentes. Las lentes refractan la imagen impresa de manera tal que el observador ve, desde una primera posición con respecto a la copia impresa, una imagen correspondiente al área u objeto geográficos como se ven en una primera banda de frecuencias del espectro óptico y, desde una segunda posición de visión, ve una imagen correspondiente al área u objeto geográficos como se ven en una segunda banda de frecuencias del espectro óptico. Al menos una de la primera y segunda bandas de frecuencia puede ser una banda no visible. Las imágenes vistas pueden incluir una indicación de la banda óptica correspondiente a la imagen.

En la patente estadounidense n.º 6.894.809 se obtienen múltiples imágenes tri[dimensionales] para ojo izquierdo y ojo derecho de una superficie terrestre desde una plataforma aérea o de satélite. Las imágenes para ojo izquierdo y ojo derecho son transferidas a un procesador digital que rasteriza e intercala las imágenes a un archivo de salida para su impresión. Se imprime el archivo de salida en un medio de copia impresa y se recubre con una hoja de microlentes que posee una pluralidad de lentes. Las lentes refractan la imagen impresa de tal manera que un observador ve, desde una primera posición con respecto a la copia impresa, una imagen tridimensional del área terrestre vista desde una primera posición de visión aérea o por satélite y, desde una segunda posición con respecto a la copia impresa, ve una imagen tridimensional del área terrestre vista desde una segunda posición de visión aérea o por satélite; opcionalmente, la intercalación y las microlentes son tales que un observador puede obtener una vista de 360° de imágenes tridimensionales del área terrestre al rotar la copia impresa a través de una pluralidad de posiciones de visionado.

RESUMEN

Teniendo en cuenta lo anterior, los principios de la presente invención dan a conocer un sistema, tal y como se define en la reivindicación 1, y un método, tal y como se define en la reivindicación 11, que produce imágenes claras y concisas que son el resultado de información de múltiples sensores remotos [y] que proporcionan a la persona responsable de tomar decisiones una información visual integral que puede comprenderse rápidamente y fácilmente. Las imágenes producidas por el sistema pueden ser: (i) imágenes fusionadas espacialmente (por ejemplo, imágenes tridimensionales); (ii) imágenes fusionadas temporalmente (por ejemplo, una secuencia temporal de imágenes); e (iii) imágenes fusionadas espectralmente (por ejemplo, imágenes obtenidas en diferentes bandas del espectro electromagnético). Las imágenes son consideradas "imágenes fusionadas".

Para generar las imágenes fusionadas, el sistema puede combinar algoritmos informáticos con la óptica, la ciencia de los materiales, la tecnología de la detección remota o teledetección (por ejemplo, la tecnología de satélites), la tecnología de impresión y conocimientos avanzados de la interpretación de diferentes datos del espectro electromagnético. Una imagen fusionada obtenida por el sistema puede resolver un gran número de las principales cuestiones que se plantean actualmente a los expertos en satélites, permitiendo así a las personas que no son expertas en detección remota una mejor comprensión de la imagen sin la ayuda de un experto en detección remota.

Las imágenes fusionadas se presentan en un formato tal que una persona responsable de tomar decisiones puede observar la información del sensor remoto en la imagen fusionada y tomar una decisión inteligente sin tener que depender de numerosos informes de expertos, que es lo que ocurre normalmente hoy en día. En esencia, los informes de expertos están incorporados en la imagen fusionada como información visual. Los objetos, elementos, etc., capturados en imágenes de sensores remotos, pueden tener tres dimensiones espaciales para permitir a las personas que no son expertas en detección remota comprender más fácilmente la información contenida en las imágenes.

De conformidad con un primer aspecto de la presente invención, un sistema para producir imágenes de detección remota incluye una plataforma de unidad de entrada/salida configurada para recibir múltiples conjuntos de información obtenida por detección remota. Se configura una plataforma de procesamiento digital para ejecutar uno o varios algoritmos con el fin de procesar los conjuntos de información de detección remota y generar una única imagen que incluya al menos dos conjuntos de la información de detección remota procesada. Una impresora se encuentra en comunicación con la plataforma de procesamiento digital y está configurada para recibir e imprimir la imagen única, en la que la imagen única impresa está configurada para permitir a un observador ver individualmente cada conjunto de la información de detección remota procesada. Los conjuntos de datos son capturados a medida que pasa el tiempo y son conjuntos de datos de secuencias temporales, presentados para mostrar imágenes fusionadas temporalmente, y los conjuntos de datos son conjuntos de datos con una longitud de onda específica, en los que el sistema de procesamiento está configurado para permitir a un usuario seleccionar entre diferentes bandas de longitudes de onda para las que la información de detección remota está disponible, basándose en el problema que se está resolviendo.

Cada conjunto de la información de detección remota procesada puede ser de una banda de longitud de onda diferente. La información de detección remota puede ser tridimensional. En una realización, la información de detección remota se imprime en o se adhiere a un conjunto de microlentes que permite a un observador ver cada una de las imágenes de detección remota al cambiar el ángulo con el que ve el observador la única imagen a través del conjunto de microlentes.

De conformidad con un segundo aspecto de la presente invención, un método para generar información visual a partir de información obtenida por detección remota incluye la recogida de una primera y segunda imágenes detectadas remotamente, en el que un usuario realiza una selección entre las diferentes bandas de longitud de onda para las que está disponible la información de detección remota, basándose en un problema que se está resolviendo. Se procesan la primera y la segunda imágenes para que tengan sustancialmente la misma orientación. Se imprimen la primera y segunda imágenes en un único material, y el material único está configurado para permitir a un observador ver individualmente cada imagen de detección remota en un ángulo diferente cuando visualiza el material. La primera y la segunda imágenes de detección remota son capturadas a lo largo del tiempo y son imágenes de secuencia temporal, presentadas para mostrar cambios a lo largo de un periodo de tiempo.

En una realización, la información obtenida por detección remota se imprime en o se adhiere a un conjunto de microlentes que permite a un observador ver cada una de las imágenes de detección remota al cambiar el ángulo con el que el observador ve la imagen única a través del conjunto de microlentes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se describirá la invención que se da a conocer haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran ejemplos de realizaciones de la invención y que se incorporan a la presente especificación por referencia, y en los que:

La Figura 1 es una ilustración de un ejemplo de sistema de satélite configurado para recopilar imágenes de satélite de objetos utilizando datos de una única imagen o de imágenes múltiples;

La Figura 2 es una ilustración de un ejemplo de sistema (Nivel 1) para generar y presentar una o varias imágenes fusionadas derivadas de datos de imágenes de sensores remotos para ser vistas por personas responsables de tomar decisiones;

La Figura 3 es una ilustración de un ejemplo de sistema (Nivel 2) que utiliza los datos de imágenes de sensores remotos para generar las imágenes fusionadas para ser vistas por personas responsables de tomar decisiones;

La Figura 4 es una ilustración de un ejemplo de hardware utilizado para generar copias impresas de imágenes fusionadas derivadas de datos de imágenes de sensores remotos de conformidad con los principios de la presente invención;

La Figura 5 es un diagrama de flujo de un ejemplo de proceso que describe el funcionamiento del sistema de conformidad con los principios de la presente invención; y

La Figura 6 es un diagrama de flujo de otro ejemplo de proceso que describe el funcionamiento del sistema de conformidad con los principios de la presente invención.

El procesamiento cognitivo humano de las tres dimensiones espaciales incrementa el razonamiento visual. La fusión de datos o la fusión de imágenes es una combinación de información detectada. Una imagen fusionada puede incluir: (i) imágenes fusionadas espacialmente (por ejemplo, imágenes tridimensionales); (ii) imágenes de secuencia

temporal o fusionadas temporalmente; o (iii) fusión o combinación espectral de imágenes de diferentes regiones del espectro electromagnético (EMS, por sus siglas en inglés, *Electromagnetic Spectrum*) (por ejemplo, imágenes de espectro visual y no visual), como se describe en la patente estadounidense n.º 6.781.707. La fusión de imágenes puede hacer que los datos visuales recopilados durante un período de tiempo, por ejemplo durante muchos años, estén disponibles para un observador. La fusión de imágenes se define como dos o más imágenes combinadas en “interfase” entre sí de tal forma que cada imagen pueda verse claramente en diferentes ángulos de visualización. Las imágenes pueden ser la misma vista en diferentes momentos, “fusión temporal”, o la misma imagen vista con diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético, “fusión de EMS”. “Tres dimensiones espaciales” es una expresión que se utiliza para describir la verdadera visión de tres dimensiones. En las imágenes de satélite, el término “3D” es una vista en perspectiva de una imagen en una pantalla de ordenador, que se diferencia en lo que el ojo realmente vería al capturar una escena. Lo mismo es aplicable a otras formas de información obtenida por detección remota. Una imagen de tres dimensiones espaciales capta la visión verdadera. Mediante el uso de la fusión de imágenes, el observador puede ver los datos visuales de una manera en la que resulte cómodo para un ser humano interpretar visualmente los datos visuales. Al proporcionar a un observador datos visuales cuantitativos y cualitativos, se proporciona al observador una mayor claridad para ayudarle en la toma de decisiones.

La tecnología de satélites está bien establecida en términos de sensores, hardware y recopilación de datos. La Figura 1 es una ilustración de un ejemplo de sistema de satélite (100) configurado para recopilar imágenes por satélite de objetos utilizando datos de una única imagen o de imágenes múltiples. Un satélite (102) puede estar equipado con sensores de punto único o de múltiples puntos (no mostrados) para recopilar datos de imágenes por satélite en un área (104) en forma de datos de píxeles a medida que el satélite pasa por encima de dicha área. Estos datos de píxeles o datos de imágenes por satélite son recopilados como información de multibit o un conjunto de datos. Los sensores pueden ser capaces de recopilar los datos de imágenes por satélite de todas las regiones del espectro electromagnético, como por ejemplo visible, de infrarrojos, de radar, de ultrasonidos, gamma, etc., o de un subconjunto del EMS. Además, los datos de imágenes por satélite pueden estar fusionados espacialmente (por ejemplo, en tres dimensiones) y/o como una secuencia temporal.

[Los datos de imágenes por satélite pueden transmitirse a través de señales de satélite (106) a estaciones terrestres localizadas en todo el mundo. Las señales de satélite (106) pueden incluir datos de espectro electromagnético de una única imagen o de múltiples imágenes recopilados mediante el uso de sensores remotos. Las señales de satélite (106) pueden ser analógicas o digitales y son comunicadas usando cualquier protocolo de comunicaciones conocido en el estado de la técnica. Una estación terrestre (108) puede recibir las señales de satélite (106) y recopilar y almacenar los datos de las imágenes de satélite comunicados en las mismas. A continuación, los datos de imágenes de satélite pueden ser retransmitidos a un sistema de procesamiento de información de sensores remotos (110) a través de una red (112). En una realización, los datos de imágenes de satélite son comunicados a través de la red (112) en forma de paquetes de datos (114), en los que la red (112) puede ser una red de área local (LAN), una red de área extensa (WAN) (por ejemplo, Internet) o una red de otro tipo.

Aunque en la Figura 1 se describe el funcionamiento de un sistema de detección remota como uno de satélite, los principios de la presente invención pueden utilizar, adicional o alternativamente, otros sensores remotos para recopilar la información de sensores remotos. Por ejemplo, se pueden utilizar aviones y globos de aire caliente que están dotados de equipos de sensores remotos o detectan información de espectro electromagnético (por ejemplo, imágenes visuales de una región terrestre o imágenes térmicas de la atmósfera sobre el nivel del suelo) para recopilar conjuntos de datos de imágenes. La información de sensores remotos, ya sea recopilada desde la misma plataforma de sensores remotos o una diferente, puede fusionarse en una imagen fusionada. En el caso de utilizar otros sensores remotos, en lugar de transmitir la información de detección remota, esa información puede recopilarse en un soporte, como por ejemplo una cinta digital o un soporte magnético, e insertarse directa o indirectamente en el sistema de procesamiento de información de sensores remotos (110). Se entenderá que la información o imágenes de detección remota pueden incluir conjuntos de datos de información terrestre o sobre el nivel del suelo (por ejemplo, la atmósfera).

La Figura 2 es una ilustración de un ejemplo de sistema (“Nivel 1”) (200) para generar y presentar una o varias imágenes fusionadas derivadas de la información de sensores remotos para su visionado por las personas responsables de tomar decisiones. A medida que los satélites giran alrededor de la Tierra u otros sensores remotos viajan sobre la Tierra, se recopilan diversas imágenes de áreas en función del tiempo. Los datos de imágenes de satélite son recibidos por el sistema de procesamiento de información de sensores remotos (110) para su procesamiento. El sistema de procesamiento de información de sensores remotos (110) puede incluir una unidad de procesamiento (202) que ejecuta el software (204) que realiza varios algoritmos. La unidad de procesamiento (202), que puede incluir uno o varios procesadores, puede estar en comunicación con una memoria (206), una unidad de entrada/salida (E/S) (208) y una unidad de almacenamiento (210), en los que la memoria (206) almacena información durante la ejecución del software (204), la unidad de E/S (208) funciona para comunicarse con la estación terrestre (108) y los dispositivos de salida (212), y la unidad de almacenamiento (210) almacena la información de los sensores remotos generada por los algoritmos.

La información de los sensores remotos puede incluir datos de imágenes de punto único o puntos múltiples y puede ser una colección de datos de espectro desde un único punto en el tiempo o una colección de datos de espectro a lo

largo del tiempo. La información del sensor remoto puede ser parte o la totalidad de datos fusionados espacialmente, temporalmente o espectralmente, donde cada conjunto de datos puede ser considerado una imagen. Algoritmos internos pueden transformar o manipular la información de los sensores remotos para que tenga una forma utilizable. Por ejemplo, un conjunto de datos puede ser de una región espectral no visual del espectro electromagnético, y los algoritmos internos pueden generar una representación visual del conjunto de datos no espectrales. Cabe señalar que una forma utilizable está relacionada con formatos compatibles dentro del lenguaje de algoritmos de sistema, de conformidad con los principios de la presente invención. También se puede completar el ajuste matemático de las imágenes para garantizar la superposición y ser ortogonalmente correcto. Estos algoritmos de ajuste matemático para orientar o alinear de otra manera imágenes son conocidos en la técnica y son de dominio público. Los algoritmos utilizados pueden variar dependiendo de: (i) el satélite de donde se extraen los datos; (ii) las longitudes de onda utilizadas; y (iii) la manipulación de datos realizada para la presentación resultante de los datos visuales. Los datos "compatibilizados" pueden convertirse en un conjunto de píxeles establecido por los algoritmos internos. Las patentes estadounidenses n.º 6.781.707, 6.894.809 y 7.019.865 describen los algoritmos inherentes dentro del sistema.

A continuación, los datos manipulados, que pueden ser combinados en interfase, pueden imprimirse en papel y recubrirse con una serie de lentes microópticas especialmente diseñadas, o imprimirse sobre una serie microóptica mediante el uso de una impresora especialmente diseñada, como se describe en la patente estadounidense n.º 6.709.080. El término "combinados en interfase" significa una manipulación de imágenes, realizada generalmente por ordenador, en la que las imágenes se segmentan en líneas y después se combinan en interfase en una única imagen. Una única imagen puede estar compuesta de líneas individuales en una matriz preestablecida, de tal manera que cuando el conjunto de lentes microópticas se superpone, se puede observar la imagen multidimensional preestablecida. El sistema (200) se denomina "Nivel Uno", el cual es un nombre descriptivo del nivel de sofisticación técnica utilizado para producir la imagen descrita. Como se ha descrito anteriormente, los algoritmos apropiados son inherentes a este sistema, y tienen como finalidad establecer el formato de los datos y manipularlos para obtener los resultados deseados.

Se pueden presentar los datos de salida (214) como imágenes multidimensionales y/o datos fusionados. En las imágenes de detección remota, no está disponible comercialmente la capacidad de mostrar la profundidad de campo en formato impreso. La capacidad de llegar más allá de las imágenes visuales en el espectro no visible para el ojo humano (por ejemplo, gamma, infrarrojos, sonar/radar y rayos X) permite además la recopilación de la transmisión de secuencias de datos de sensores remotos y la incorporación en una única imagen en una sola hoja, donde la imagen incluye múltiples páginas de información. La imagen única puede tener un significado específico y único para la persona o personas responsables de tomar decisiones, los cuales pueden ser o no expertos en la interpretación de imágenes procedentes de sensores remotos. El sistema (200) mejora el análisis experto al incorporar su conocimiento en los algoritmos presentados anteriormente en la plataforma de software asociada. Asimismo, el sistema (200) proporciona conocimientos por lo que respecta a los datos recopilados de diferentes longitudes de onda de EMS. El conocimiento analítico se incorpora a medida que se observan el EMS y las imágenes en secuencia temporal y, basándose en esas imágenes, se pueden adoptar decisiones. Los conocimientos sobre qué imágenes usar proviene del experto, el significado de cada imagen individual proviene del experto, pero la conclusión colectiva proviene del responsable de tomar decisiones. Por lo tanto, los conocimientos expertos incorporados en el sistema (200) permiten a los responsables de tomar decisiones interpretar la información sin la asistencia de un experto, mejorando así el grado de comprensión y eficiencia para el responsable de tomar decisiones.

El sistema (200) proporciona inmediatez y facilidad de uso, ya que dicho sistema (200) proporciona una retroalimentación en tiempo real en forma de una copia impresa y la necesidad de poca o ninguna formación para su funcionamiento, en comparación con las tecnologías y la disponibilidad actuales. No se debe subestimar el poder de visión de una imagen fusionada, ya que el observador constituye el máximo responsable de tomar decisiones. A continuación se muestran ejemplos en los que el responsable de tomar decisiones puede comprender e interpretar fácilmente las imágenes de satélite de conformidad con los principios de la presente invención.

(1) Se realizó un seguimiento de los movimientos terrestres en el área de Nápoles durante un período prolongado de tiempo. Estos movimientos terrestres fueron fusionados temporalmente para proporcionar una imagen global de Nápoles. Cuando se movía la imagen (es decir, se cambiaba el ángulo de visión), las áreas donde se producían los movimientos terrestres (es decir, la nueva imagen) proyectaban el movimiento. Por consiguiente, la imagen puede diferenciar las áreas inestables y reflejar la inestabilidad dependiendo del grado de movimiento. Los ejecutivos de compañías de seguros (es decir, los responsables de tomar decisiones) pueden ver esta imagen fusionada para determinar el grado de riesgo. Los planificadores urbanos (es decir, los responsables de tomar decisiones) pueden analizar los peligros o el tipo de construcción necesaria en un área determinada. Toda esta información procedente de sensores remotos puede estar contenida en una imagen y puede ser visualizada e interpretada fácilmente por un responsable de tomar decisiones.

(2) Se puede crear una secuencia temporal de nubes de contaminación a partir de datos de secuencia temporal para trazar la trayectoria y documentar para referencia futura el efecto de la contaminación en áreas

afectadas. Las compañías de seguros pueden hacer uso de la información o los datos procedentes de sensores remotos y protegerse de las reclamaciones relacionadas con desastres que se desplazan con el viento para así comprobar que la zona sobre la que se realiza la reclamación se encontraba dentro del área de desastre. Una unidad secundaria puede realizar un seguimiento de contaminantes relacionados con el nivel de contaminación y proporcionar una copia impresa sobre el terreno.

Como se ha descrito anteriormente, la fusión de datos o imágenes puede implicar información espacial (por ejemplo, en 3D), una combinación de información visual como secuencia temporal o información espectralmente diversa, como por ejemplo una combinación de imágenes de las mismas regiones o diferentes regiones del espectro electromagnético recopiladas por los sensores remotos. Por consiguiente, la fusión de datos puede servir para responder preguntas como “¿dónde se encuentra la mejor estructura topográfica para llevar a cabo exploraciones para hallar petróleo, gas y agua?”. Una vez más, los expertos en detección remota pueden interpretar las imágenes y los informes de sensores remotos para proporcionar una respuesta, pero los no expertos en general no tienen la capacidad de interpretar completamente las imágenes de los sensores remotos y, por lo tanto, no pueden adoptar decisiones fundamentadas sin la ayuda de uno o varios expertos en sensores remotos.

El sistema (200) y el software 204 pueden compilar información procedente de sensores remotos, como por ejemplo imágenes, imágenes por satélite a lo largo de una secuencia de tiempo o en una o más bandas de frecuencia y proporcionar un formato de salida, como por ejemplo una imagen fusionada única, que permita a un responsable de tomar decisiones –que puede ser un experto o no– interpretar las imágenes de satélite. Una única imagen fusionada puede servir para reforzar los informes y mejorar las conclusiones para el responsable de tomar decisiones. Por sí misma, la imagen fusionada puede incluso responder a preguntas específicas que de otro modo son difíciles de responder, usando para ello múltiples imágenes de satélite. Además, se pueden generar mapas impresos espaciales en tiempo real con ubicaciones resaltadas que pueden ser explorados por los equipos que viajan a un área remota. Mientras que un ordenador puede simular imágenes multidimensionales en un monitor, un equipo que trabaja en áreas sin electricidad o que desea asegurarse contra problemas informáticos sobre el terreno, puede llegar a la conclusión de que un mapa impreso es mucho más fiable. Se pueden generar modelos multidimensionales a partir de datos sísmicos o de IRM en un sitio para localizar con mayor precisión ubicaciones exactas donde, por ejemplo, se puede encontrar petróleo o gas. El uso de mapas de imágenes multidimensionales puede disminuir el número de pozos de exploración y crear un mapa del terreno para encontrar la mejor ubicación para un pozo, ahorrando así tiempo y dinero al usuario.

Una copia impresa multidimensional es mejor que los mapas e informes convencionales, debido a los detalles de color espectral y reflectante inherentes a estas imágenes. Mediante el sistema descrito en el presente documento, no solo se incluyen dos canales en una imagen de satélite, sino que también se añade una multiplicidad de canales. El número de canales utilizados puede estar determinado por la complejidad del problema que se está resolviendo y el diseño del material microóptico utilizado. Normalmente, cuanto más complejo es un problema, más información se utiliza generalmente para averiguar la respuesta. Cuanto mayor sea la cantidad de información, mayor será la cantidad de canales de información utilizados en el programa de interfase, donde cada imagen puede ser dividida en líneas discretas y, a continuación, las líneas se combinan en interfase para alinearse detrás del material microóptico. Con el fin de obtener la mejor fidelidad de la imagen, se puede presentar la información a los ojos del observador fuera de la matriz, en la secuencia apropiada y con las imágenes apropiadas. Se utilizan técnicas de rastreo de rayos ópticos y el conocimiento de la resolución de la impresora para diseñar la configuración óptima del conjunto de lentes que permita presentar la información al observador en la forma apropiada.

El sistema (200) proporciona la capacidad de realizar una fusión de datos temporal. La capacidad de fusionar datos temporalmente permite que secuencias de eventos se muestren como un movimiento, lo que permite a su vez al responsable de tomar decisiones obtener una mejor comprensión de la dirección de los eventos o anticipar la evolución de una secuencia. También, utilizando la fusión temporal, se pueden observar las secuencias anterior y posterior para obtener información, como por ejemplo sobre daños de seguros, el progreso de proyectos y el impacto en el medio ambiente de las estructuras construidas por los seres humanos. En los algoritmos descritos anteriormente se encuentra la capacidad de vincular múltiples vistas en imágenes multidimensionales con un control de la paralaje. El algoritmo controla la paralaje relativa al sistema de lentes utilizado, los píxeles por pulgada que imprime una impresora especial, y las reglas desarrolladas a partir de trabajos anteriores de profundidad de campo, como se describe adicionalmente en las patentes estadounidenses n.º 4.086.585 y 4.124.291. La capacidad de controlar la paralaje y la profundidad de campo significa que las imágenes resultantes son precisas y capaces de ser utilizadas para obtener cálculos de medición. La superposición de imágenes también permite la creación de mapas exactos de profundidad, lo que puede tener como consecuencia un mayor refinamiento y más vistas al crear imágenes tridimensionales virtuales en la pantalla. Se puede utilizar el software para crear una copia impresa de las imágenes. El sistema (200) proporciona la capacidad de utilizar técnicas de trazado de rayos para crear imágenes multidimensionales a partir de diferentes vistas de la misma escena.

La Figura 3 constituye una ilustración de un ejemplo de sistema (300) (“Nivel 2”) que utiliza la información de sensores remotos (por ejemplo, datos de imagen) para generar las imágenes fusionadas para los responsables de tomar decisiones. Se puede utilizar el sistema (300) para crear “datos cuantitativos fusionados que responden visualmente a la pregunta”. De forma coherente con la Figura 2, se pueden usar diferentes anchos de banda del

5 espectro electromagnético para proporcionar información diferente acerca de una imagen detectada remotamente. El sistema (300) está orientado hacia la utilización de una matriz generada por expertos para “identificar completamente” una imagen detectada remotamente. Por ejemplo, una matriz puede enumerar longitudes de onda de un espectro electromagnético, definido como espectro visible, espectro de infrarrojos, radar, sonar, etc., y la información obtenida de dicho ancho o anchos de banda. A continuación se muestra un ejemplo de una matriz de banda, en donde se proporcionan ejemplos de información que puede generarse en diferentes anchos de banda.

Banda	Longitud de onda (Nanómetros)	Regiones espectrales	Aplicación principal
1	450-520	Azul	Creación de mapas de vías navegables costeras Discriminación de suelos, vegetación y bosques Delineación de características culturales Penetración limitada de agua
2	520-600	Verde	Evaluación de la salud de la vegetación Identificación de características culturales
3	630-690	Rojo	Sensibilidad de absorción de clorofila que ayuda a la diferenciación de plantas
4	760-900	Infrarrojo próximo	Tipo y salud de vegetación Cálculo de contenido de biomasa Cálculo de humedad de suelo
5	900-1.750	Infrarrojo medio	Estrés de la vegetación Evaluación de contenido de humedad del suelo Mapeo térmico
6	2.080-2.350	Infrarrojo medio	Discriminación de tipos de rocas y minerales Evaluación de contenido de humedad de la vegetación
7	10.400-12.500	Infrarrojo térmico	Estrés de la vegetación Determinación de humedad del suelo Mapeo térmico

10 Por consiguiente, si se desea encontrar una solución específica para un problema enunciado, entonces se puede utilizar la matriz para determinar qué ancho o anchos de banda pueden usarse para formular una solución. Por ejemplo, para una región determinada, el agua se raciona y las autoridades encargadas de los recursos hídricos desean saber qué subregiones necesitan recibir agua para riego (enunciado del problema). A partir del ejemplo de matriz de bandas mostrado anteriormente, las tres primeras bandas pueden combinarse en una imagen visual (Imagen 1). A continuación, puede usarse la imagen producida a partir de la Banda 4 para ver qué tipo de plantas se encuentran en las subregiones y obtener información sobre la humedad en el suelo (Imagen 2). Se puede tomar la Imagen 3 de la Banda 7 para evaluar la humedad de las plantas y combinar con una imagen (Imagen 4) de la Banda 5 o 6 con el fin de ver el estrés de la vegetación. El sistema descrito en el presente puede entonces fusionar estas cuatro imágenes en una imagen multispectral. El responsable de tomar decisiones puede, a continuación, ver la información sobre la imagen multispectral al rotar la imagen multidimensional para cambiar el ángulo de visión. A medida que surgen preguntas en la mente del responsable de tomar decisiones, una rotación adicional en ambas direcciones proporciona rápidamente una respuesta. Esta imagen puede combinarse con una fusión temporal de la región de cualquiera de las bandas, como por ejemplo la Banda 7, determinándose así la pérdida de humedad en la vegetación. Este ejemplo representa un ejemplo del uso del sistema de conformidad con los principios de la presente invención. Pueden formularse diferentes matrices dependiendo del problema enunciado. Cada problema enunciado puede poseer un conjunto diferente de imágenes multidimensionales para resolverlo.

25 En una realización, puede configurarse el sistema de procesamiento (110) (Figura 1) para permitir a un usuario seleccionar entre las diferentes longitudes de onda para las que está disponible información detectada remotamente, basándose en el problema que se está resolviendo. El sistema de procesamiento (110), que puede tener acceso a una matriz de bandas u otra información con formato de bandas, puede acceder a la información de detección remota para procesarla. El procesamiento puede orientar y alinear de otro modo la información de detección remota para formar una imagen única [que] incluye cada uno de los conjuntos de información de detección remota en cada una de las bandas de longitud de onda. La imagen única puede ser impresa sobre un material que, visto a través de un conjunto de microlentes, permite al observador ver cada una de las imágenes producidas a partir de la respectiva información de detección remota en intervalos de longitud de onda respectivos, como se describe adicionalmente en el presente.

30 Una vez elegidos los anchos de banda apropiados, se pueden descargar al sistema (300) los datos de los sensores remotos y se puede generar la información visual fusionada, de manera que una persona pueda reunir la información necesaria para encontrar la solución a un problema actual. El sistema también puede generar una copia impresa multidimensional del área en cuestión para su posterior revisión y estudio. Se puede utilizar la copia impresa multidimensional del área en cuestión para que los responsables de tomar decisiones resuelvan el problema determinado con poco o ningún apoyo técnico. La visualización hiperespectral (es decir, multispectral) puede actuar como una salida escrita de un dispositivo analítico. El sistema, de conformidad con los principios de la presente

invención, proporciona pasos intermedios que realizarse, como por ejemplo formar la matriz de bandas disponibles y después elegir las bandas para responder a un problema específico.

5 Mediante el uso de un enfoque sistemático, desde la presentación de una pregunta a la postulación de la información obtenida por detección remota para responder a la pregunta planteada y la manipulación de los datos para crear una visualización hiperespectral y salida final [sic], se puede emplear la pantalla de acuerdo con los principios de la presente invención. Se puede utilizar el enfoque sistemático al combinar el programa o plataforma de software de sensores remotos que suministra luz a una impresora especial que utiliza un material especial
10 MicrOptical™ (como se describe en el presente y en las patentes incorporadas por referencia) con tintas especiales para crear la visualización visual final de los datos. Puede formularse la tinta especial para que se adhiera al conjunto de lentes formado por el material MicrOptical™, por ejemplo. Alternativamente, se puede imprimir la tinta sobre otro material y adherirse al conjunto de lentes. Por lo tanto, el sistema, tal como se describe en el presente, simplifica el uso de datos de satélite. Cada plataforma dentro del sistema puede ser adaptada para responder a un problema basándose en la entrada del experto, en el que la entrada del experto está incorporada en el software de manera tal que la persona responsable de tomar decisiones pueda recibir datos de entrada de una variedad de
15 fuentes diferentes y claramente especificadas, como por ejemplo un satélite existente o un nuevo satélite.

El sistema (300) o plataforma que incluye algoritmos internos puede recopilar y fusionar información de detección remota, como por ejemplo datos de imagen, y enviar la información de detección remota recopilada y fusionada a un dispositivo de salida especialmente diseñado que imprime sobre un material especialmente diseñado para crear una presentación visual que contiene “datos cuantitativos fusionados que presentan una respuesta visual a la pregunta”. Basándose en la entrada del experto, que está incorporada en el programa de software creado para responder a la pregunta planteada y el sistema de Nivel 2 de la Figura 3, se pueden crear módulos preprogramados, como se muestra en la Figura 5, en la cual se explica mediante un diagrama de flujo cómo funciona el sistema. Se puede utilizar la Figura 5 para responder a preguntas generales, como por ejemplo:

- Programa Contaminación: Se puede configurar un módulo de Contaminación para realizar un seguimiento de los efectos de la contaminación durante un período de tiempo. El módulo de contaminación puede tener la capacidad de fusionar diferentes datos de espectro en función del tiempo.
- 30 Programa Tierra: Un módulo de Tierra puede realizar un seguimiento de los cambios en el planeta Tierra en función del tiempo. El movimiento de la altura de la tierra en función del tiempo en áreas geológicamente inestables constituye un ejemplo del seguimiento de los cambios en el planeta. Otros ejemplos incluyen el seguimiento de la erosión, la separación de fallas, los flujos de lava, etc.
- 35 Programa Planificación Urbana: Un módulo de seguimiento de Planificación urbana puede realizar un seguimiento del desarrollo en función del tiempo. Se puede realizar un seguimiento en el tiempo de las viviendas, el desmonte de tierras, la deforestación y otras actividades de seguimiento estructurales.

La Figura 4 es una ilustración de un ejemplo de hardware (400) que puede utilizarse para generar copias impresas de imágenes fusionadas derivadas de información de detección remota, como por ejemplo datos de imágenes de satélite, de conformidad con los principios de la presente invención. El hardware puede definir los tipos de salida que pueden generar los usuarios a partir de las imágenes fusionadas. Se pueden utilizar tres componentes del hardware de acuerdo con los principios de la presente invención, incluidos:

- 45 1. Un medio óptico multivariante (402) representa una base óptica que permite que el sistema sea desacoplado por el ojo de un observador. En general, se pueden utilizar dos tipos de material. Un material es un material de ángulo de atenuación bajo y alta fidelidad que se utiliza en pantallas multidimensionales. El segundo material es un material de alta fidelidad y ángulo alto que se utiliza en sistemas fusionados. Los materiales pueden tener una parte trasera con adhesivo para su laminación o estar revestidos para mejorar la receptividad de tinta. En una realización, se puede usar un diseño de lente de gran angular de 60 lentes por pulgada para la fusión temporal y la fusión de EMS. Se puede utilizar un diseño de lente gran angular de 100 lentes por pulgada con un ángulo de atenuación de aproximadamente 34 a 36 grados para la visualización de datos en modo “True View” (Visión Verdadera). Ambas lentes pueden ser cilíndricas. Sin embargo, pueden utilizarse otros diseños de lentes que tengan la misma funcionalidad o una funcionalidad equivalente. Las variables del sistema pueden incluir los puntos por pulgada (PPP) de la impresora, el número de fotogramas que se está visualizando, el grosor del material, el índice de refracción de la lente, el ángulo de atenuación de la lente y la forma de la lente. Estos parámetros están relacionados matemáticamente y son conocidos por los expertos en la técnica. Una realización del material puede incluir [sic] ser fabricada usando uno de los procedimientos descritos en las patentes estadounidenses n.º 5.362.351 o 6.060.003. La alta fidelidad se refiere al material que posee un ángulo de atenuación entre aproximadamente 32 y aproximadamente 38
50 grados. Esta gama de ángulos es adecuada para la visualización de datos en modo “True View” (Visión Verdadera) y produce imágenes nítidas y bien enfocadas. Los ángulos de atenuación más altos tienden a distorsionar los límites de los objetos y tienen como consecuencia un peor enfoque. Un material de ángulo más amplio funciona bien en imágenes fusionadas, ya que se pueden controlar mejor los enlaces entre imágenes.
- 60 2. Se puede utilizar una impresora especial para alinear ópticamente el medio al cabezal de impresión. La impresora puede estar diseñada para utilizar luz o ultrasonido para detectar el patrón de lente. Al detectar los
- 65

picos de las lentes y proporcionar información al cabezal de la impresora, la impresora se alinea y registra el material microóptico. Este registro permite controlar la colocación de los puntos para incrementar al máximo la fidelidad (es decir, la nitidez). Mediante el uso de la luz y sensores, se detecta la separación de la lente o su elevación respecto del medio y se transmite esa información al cabezal de impresión, de manera que una imagen rasterizada quede alineada con el medio. Se utilizan patrones de puntos especiales para obtener la máxima fidelidad para la imagen. La impresora puede incluir matrices que están diseñadas para imágenes de plano (X-Y). Se pueden utilizar otras matrices de conformidad con los principios de la presente invención.

3. Se pueden utilizar tintas especiales con el sistema. Estas tintas proporcionan a la impresión una alta fidelidad, una dispersión baja y una saturación alta. Las tintas están formuladas para funcionar bien con un revestimiento en la parte posterior de un medio de impresión. Las tintas también son duraderas e impermeables. Varios factores son importantes en un sistema de tinta para que funcione de acuerdo con los principios de la presente invención. En primer lugar, se puede aplicar un revestimiento al plástico, en oposición al papel. En segundo lugar, se puede realizar la impresión en la parte posterior del plástico, de tal manera que la luz atraviese el plástico y después vuelva al observador para que vea la imagen. La impresión normal se produce en la superficie y los ojos reciben la luz reflejada directamente. En una realización, se imprime un sistema total de revestimiento o se deposita de otro modo en la parte posterior del material microóptico para que la tinta se adhiera al revestimiento. El plástico que tiene una baja energía superficial hace que muy poca tinta se adhiera si no se trata o reviste primero la superficie de plástico, y la tinta debe tener una pigmentación más fuerte para superar el coeficiente de transmisión a través de la lente de plástico dos veces. La pigmentación más fuerte puede mantenerse con el tamaño de punto más pequeño posible, que es equivalente a los tamaños de punto estándar.

La Figura 5 es un diagrama de flujo de un ejemplo de proceso (500) que describe el funcionamiento del sistema de conformidad con los principios de la presente invención. El proceso (500) representa un desarrollo de módulo para un problema planteado por un cliente. Como se muestra, un cliente o una persona responsable de tomar decisiones plantean un problema en el paso 502. Se pueden recopilar datos obtenidos por detección remota (504) y expertos internos pueden estudiar los datos en el paso 506 para determinar la mejor manera de combinar los datos y generar una matriz de bandas disponibles para abordar el problema en el paso 508. Se puede determinar un esquema de salida para crear una presentación de datos en el paso 510. En el paso 512, se puede desarrollar una plataforma digital de datos (DDP por sus siglas en inglés, *Digital Data Platform*) o una plataforma de procesamiento digital para la presentación de datos. El cliente puede ver los datos de satélite combinados en una imagen única de los datos de detección remota o múltiples imágenes que muestran diferentes combinaciones de los datos de detección remota para generar la documentación de prueba del módulo en el paso 514 con el fin de adoptar una decisión sobre cómo resolver el problema planteado en el paso 516.

La Figura 6 es un diagrama de flujo de otro ejemplo de proceso (600) que describe el funcionamiento del sistema de conformidad con los principios de la presente invención. En el paso 602, se pueden recopilar los datos de detección remota. Los datos de detección remota pueden incluir datos visuales o no visuales en el espectro electromagnético. En el paso 604, se puede utilizar un algoritmo para convertir los datos de imagen. Dicho algoritmo puede localizarse en los sitios web de la NASA o de Goddard Space. En el paso 606, se pueden utilizar los algoritmos que descifran la imagen resultante del paso 604. Dichos algoritmos pueden encontrarse en el sitio web de Idaho Water Resources. Se puede ejecutar un algoritmo para rectificar la imagen en el paso 608. El algoritmo puede garantizar que cada conjunto de datos de detección remota esté alineado y tenga sustancialmente la misma representación ortogonal. Se puede encontrar el algoritmo para rectificar la imagen en www.microimages.com/getstar/pdf/rectify.pdf.

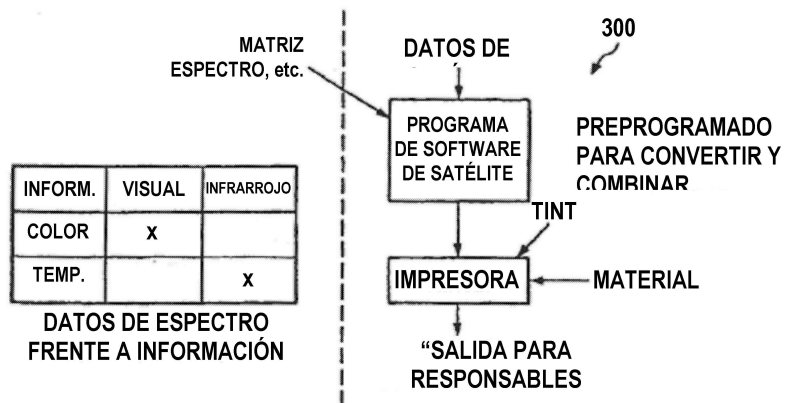
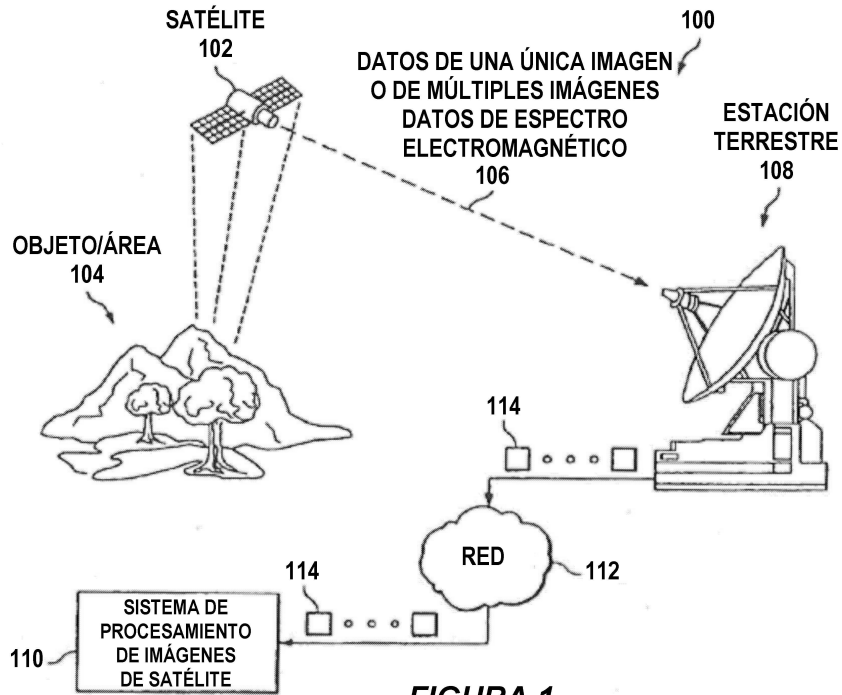
En el paso 610, se puede proporcionar un sistema experto que contiene algoritmos para la conversión de datos visuales. Como se ha descrito anteriormente, se puede crear el sistema experto basándose en un problema planteado por un cliente. Uno o varios expertos en sensores remotos pueden proporcionar al sistema información para convertir datos visuales. En el paso 612, se puede utilizar un algoritmo de interfase para generar una imagen fusionada de los datos de detección remota. Se puede encontrar el algoritmo de interfase en las patentes estadounidenses n.º 6.781.707, 6.894.904 y 7.019.865. En el paso 614, se pueden utilizar algoritmos de impresora para imprimir la imagen fusionada. Se pueden encontrar los algoritmos de impresora en la patente estadounidense n.º 6.709.080. En cada paso mostrado se puede ejecutar un algoritmo, teniendo como resultado que los datos de detección remota (602) son procesados e impresos para permitir a un responsable de tomar decisiones la observación de múltiples imágenes que se combinan e imprimen en una sola hoja. Deberá entenderse que el proceso mostrado no está limitado, sino que simplemente [se] establece una realización de conformidad con los principios de la presente invención.

Se presenta la descripción anterior con fines de ilustración y descripción, y la misma no pretende ser exhaustiva o estar limitada a las realizaciones ilustrativas en la forma divulgada. Un gran número de modificaciones y variaciones dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas resultarán evidentes para los expertos en la técnica.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema (200) para la producción de imágenes obtenidas por detección remota, y dicho sistema (200) comprende:
- 10 una plataforma de unidad de entrada/salida configurada para recibir múltiples conjuntos de información de detección remota;
- una plataforma de procesamiento digital configurada para ejecutar uno o varios algoritmos con el fin de procesar los conjuntos de información de detección remota y generar una única imagen que incluye al menos dos conjuntos de la información de detección remota procesada;
- 15 una impresora que se encuentra en comunicación con la mencionada plataforma de procesamiento digital y está configurada para recibir e imprimir la imagen única, en la que la imagen única impresa está configurada para permitir a un observador ver individualmente cada conjunto de la información de detección remota procesada,
- en el que los conjuntos de datos son capturados a medida que pasa el tiempo y son conjuntos de datos de secuencias temporales, presentados para mostrar imágenes fusionadas temporalmente, y los conjuntos de datos son conjuntos de datos con una longitud de onda específica, [y] en el que el sistema de procesamiento está configurado para permitir a un usuario seleccionar diferentes bandas de longitudes de onda para las que la información de detección remota está disponible, basándose en el problema que se está resolviendo.
- 20 2. El sistema (200), de conformidad con la reivindicación 1, en el que al menos dos conjuntos de la información de detección remota procesada proceden de diferentes bandas de longitud de onda.
- 25 3. El sistema (200), de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los datos de detección remota incluyen conjuntos de datos visuales procedentes de diferentes bandas hiperespectrales de un espectro electromagnético.
- 30 4. El sistema (200), de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la imagen es una imagen multidimensional.
5. El sistema (200), de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la impresora está configurada para imprimir la imagen única sobre un material que está revestido para [mejorar] la receptividad de tinta.
- 35 6. El sistema (200), de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que además comprende un conjunto de microlentes ubicado delante de la imagen única impresa, de tal manera que un observador mira a través del conjunto de microlentes para ver cada conjunto de la información de detección remota procesada en la imagen única y, opcionalmente,
- 40 en el que el conjunto de lentes incluye entre 60 y 100 lentes por pulgada y, opcionalmente, en el que el conjunto de lentes tiene un ángulo de atenuación de aproximadamente 34 a aproximadamente 36 grados.
- 45 7. El sistema (200), de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la mencionada plataforma de procesamiento digital permite a un usuario seleccionar de entre una pluralidad de opciones de bandas de longitud de onda seleccionables con el fin de imprimir selectivamente información de detección remota en las respectivas bandas seleccionadas de longitud de onda.
- 50 8. El sistema (200) de la reivindicación 1, en el que el usuario puede seleccionar múltiples bandas de las diferentes bandas de longitud de onda para fusionarlas y presentarlas conjuntamente.
9. El sistema (200) de la reivindicación 1, en el que se presentan las diferentes bandas de longitud de onda en una matriz de bandas, y esta matriz de bandas enumera los anchos de banda y la información obtenida de dichos anchos de banda.
- 55 10. El sistema (200) de la reivindicación 1, en el que se combinan las imágenes fusionadas temporalmente con las imágenes con longitud de onda específica.
- 60 11. Un método para generar información visual a partir de información de detección remota, y dicho método comprende:
- la recopilación de una primera imagen de detección remota;
- 65 la recopilación de una segunda imagen de detección remota, en el que un usuario realiza una selección de entre las diferentes bandas de longitud de onda para las que está disponible la información de detección remota, basándose en un problema que se está resolviendo;
- el procesamiento de la primera y la segunda imágenes para que tengan sustancialmente la misma

- orientación;
la impresión de la primera y la segunda imágenes de detección remota sobre un material único; y
la configuración del material único para permitir al observador ver individualmente cada imagen de detección remota en un ángulo diferente cuando visualiza el material,
- 5 en el que la primera y la segunda imágenes de detección remota son capturadas a lo largo del tiempo y son imágenes de secuencia temporal, presentadas para mostrar cambios a lo largo de un periodo de tiempo.
- 10 12. El método, de conformidad con la reivindicación 11, en el que la recopilación de la primera imagen incluye la recopilación de una imagen en un espectro visual y la recopilación de la segunda imagen incluye la recopilación de una imagen en un espectro no visual.
- 15 13. El método, de conformidad con la reivindicación 12, en el que la recopilación de la primera y la segunda imágenes de detección remota incluye la recopilación de imágenes de tres dimensiones.
- 20 14. El método, de conformidad con las reivindicaciones 11 o 13, en el que la recopilación de la primera y la segunda imágenes de detección remota incluye la recopilación de imágenes que son de la misma ubicación y que se han tomado en momentos diferentes.
15. El método, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones de la 11 a la 14, en el que la recopilación de las imágenes de detección remota incluye la recopilación de al menos una imagen que incluye una imagen enfocada a una parte del terreno.



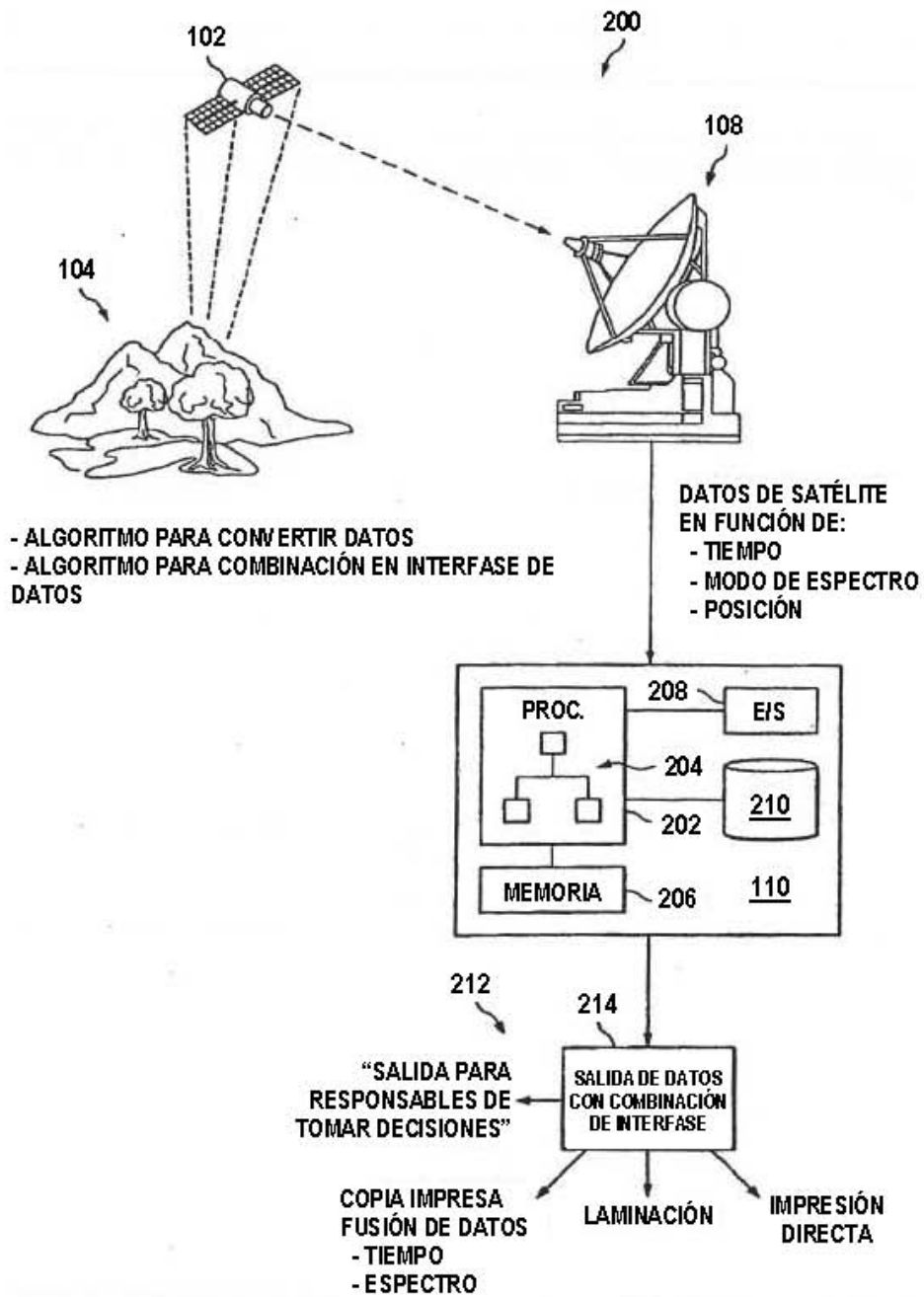


FIGURA 2

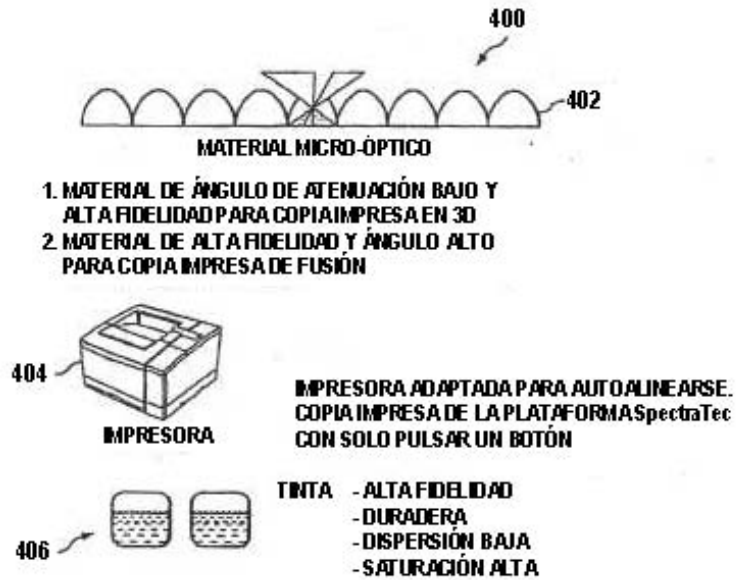


FIGURA 4

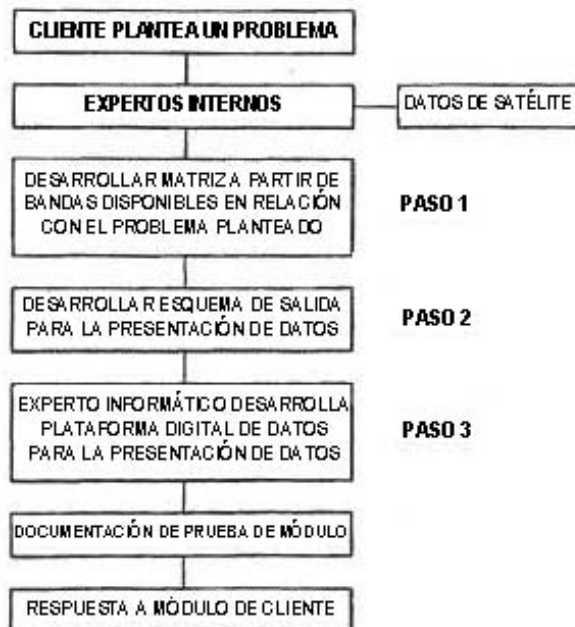


FIGURA 5



FIGURA 6