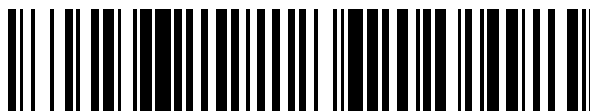


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 612**

51 Int. Cl.:

G01C 11/02 (2006.01)

G06T 7/00 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.05.2008** **PCT/US2008/062254**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.11.2008** **WO08137568**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.05.2008** **E 08754985 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018** **EP 2140402**

54 Título: **Sistema para detectar anomalías de imagen**

30 Prioridad:

01.05.2007 US 926985 P

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

04.03.2019

73 Titular/es:

PICTOMETRY INTERNATIONAL CORP. (100.0%)
100 Town Centre Drive, Suite A
Rochester, New York 14623-4260, US

72 Inventor/es:

GIUFFRIDA, FRANK y
SCHULTZ, STEPHEN

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 702 612 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 para detectar anomalías de imagen

5 Referencia cruzada a aplicaciones relacionadas

[0001] La presente solicitud de patente reivindica la prioridad con respecto a la solicitud de patente provisional identificada por nº de serie US 60/926.985.

10 Declaración sobre la investigación y desarrollo patrocinados por el gobierno federal

[0002] No aplicable.

Antecedentes de la invención

[0003] Como antecedentes, en la industria de imagen de detección/aérea, las imágenes se utilizan para capturar puntos de vista de un área geográfica y para ser capaces de medir objetos y estructuras dentro de las imágenes, así como ser capaces de determinar ubicaciones geográficas de puntos dentro de la imagen. Éstos se conocen generalmente como "imágenes geo-referenciadas" y existen en dos categorías básicas:

[0004] Las imágenes tomadas - estas imágenes tienen la apariencia de haber sido tomadas por la cámara o sensor empleado.

[0005] Las imágenes proyectadas - estas imágenes han sido procesadas y convertidas de tal manera que se ajusten a una proyección matemática.

[0006] Todas las imágenes comienzan como imágenes tomadas, pero como la mayoría del software no puede georreferenciar imágenes tomadas, que las imágenes entonces se reprocesen para crear la imagen proyectada. La forma más común de imágenes proyectadas es la imagen orto-rectificada.

[0007] Este proceso alinea la imagen a una red ortogonal o rectilínea (compuesto de rectángulos). La imagen de entrada utilizada para crear una imagen orto-rectificada es una imagen de nadir, es decir, una imagen capturada con la cámara orientada hacia abajo. A menudo es bastante conveniente combinar varias imágenes en una imagen compuesta más grande, de modo que la imagen cubra un área geográfica más grande en el suelo. La forma más común de esta imagen compuesta es la "imagen orto-mosaica", que es una imagen creada a partir de una serie de imágenes de superposición superpuestas o adyacentes que se combinan matemáticamente en una sola imagen orto-rectificada.

[0008] Al crear un orto-mosaico, se utiliza este mismo proceso de orto-rectificación, sin embargo, en lugar de usar solo una imagen de entrada de nadir de una sola entrada, se utiliza una colección de imágenes de superposición de solapamiento o adyacentes y son combinados para formar una sola imagen orto-rectificada compuesta conocida como un orto-mosaico. En general, el proceso de orto-mosaico implica los siguientes pasos:

[0009] Se crea una cuadrícula rectilínea, lo que resulta en una imagen orto-mosaica donde cada píxel de la cuadrícula cubre la misma cantidad de área en el suelo. La ubicación de cada píxel de la cuadrícula se determina a partir de la definición matemática de la cuadrícula. En general, esto significa que a la cuadrícula se le asigna una ubicación de inicio u origen X e Y y un tamaño X e Y para los píxeles de la cuadrícula. Por lo tanto, la ubicación de cualquier píxel es simplemente la ubicación de origen más el número de píxeles multiplicado por el tamaño de cada píxel. En términos matemáticos: $X_{\text{pixel}} = X_{\text{origen}} + X_{\text{tamaño}} \times \text{columnapíxel}$ y $Y_{\text{pixel}} = Y_{\text{origen}} + Y_{\text{tamaño}} \times \text{Filapíxel}$.

[0010] Las imágenes nadir disponibles se comprueban para ver si cubren el mismo punto en el suelo cuando se está llenando el píxel cuadrícula. Si es así, se usa una fórmula matemática para determinar dónde se proyecta ese punto en el suelo en el mapa de imagen de píxeles de la cámara y luego se transfiere el valor de píxel resultante a la cuadrícula.

[0011] Debido a que las cuadrículas rectilíneas utilizadas para la ortomosaica son generalmente las mismas cuadrículas utilizadas para la creación de mapas, las imágenes ortomosaicas tienen una sorprendente similitud con los mapas y, como tal, generalmente son muy fáciles de usar desde el punto de vista de la dirección y la orientación.

[0012] En la producción de las imágenes, existen sistemas de hardware y software diseñados para georreferenciar los datos aéreos del sensor aerotransportado. Por ejemplo, un método y un aparato para mapear y medir la tierra se describen en la Patente de Estados Unidos Nº 5.247.356. Además, un sistema producido por Applanix corporation de Richmond Hill, Ontario, Canadá y vendido bajo la marca registrada "POS AV" proporciona un sistema de hardware y software para georreferenciar directamente los datos de los sensores. La georreferenciación directa es la medición directa de la posición y orientación del sensor (también conocida como parámetros de orientación exterior), sin la necesidad de información adicional sobre el terreno en el área del proyecto. Estos parámetros permiten que

los datos del sensor transmitido por el aire sean georreferenciados a la Tierra o al marco cartográfico local. Los ejemplos de sensores aerotransportados incluyen: cámaras aéreas (digitales o basadas en película), escáneres multispectrales o hiperspectrales, SAR o LIDAR.

[0013] El sistema POS AV se montó en una plataforma móvil, como un avión, de tal manera que el sensor aerotransportado apuntaba hacia la Tierra. El sistema de posicionamiento recibió señales de posición de una constelación de satélites y también recibió señales de tiempo de un reloj preciso. El sensor fue controlado por una computadora que ejecuta un software de gestión de vuelo para tomar imágenes. Las señales indicativas de la toma de una imagen se enviaron desde el sensor al sistema de posicionamiento para registrar la hora y la posición donde se tomó la imagen.

[0014] El ensayo de Mostafa y Hutton, "Airborne remote sensing without ground control" presenta una visión general de un sistema de georreferenciación directa tales como el Ap- planix POS/AVTM.

[0015] Cuando la captura de imágenes con un sensor digital, una variedad de anomalías tales como niveles de ruido elevados de sensor, rayas, floraciones o manchas se pueden formar dentro de la imagen capturada. Estas anomalías pueden ser causadas por un mal funcionamiento del dispositivo de captura de imágenes o por el entorno externo. Por ejemplo, en la fotografía aérea, en particular, los reflejos del sol sobre superficies brillantes o reflectantes, como lagos, ventanas, invernaderos o parabrisas, pueden causar floraciones que forman manchas en la imagen capturada. Una fotografía ejemplar que tiene una mancha formada por reflejos del agua se muestra en la Figura 15. Cuando se captura una mancha en una imagen, el sensor del dispositivo de captura de imágenes generalmente está sobreestimulado cerca de la ubicación de la mancha o punto caliente. Esto normalmente arruina una parte de la imagen y hace que la reprogramación manual en una fecha/hora posterior de otra imagen de la misma área sea tomada. Debido a que la anomalía no se detecta hasta después de que el avión haya aterrizado y se hayan procesado las imágenes, la nueva toma de otra imagen de la misma área generalmente genera demoras y costosos re-vuelos.

[0016] El documento US2006152606 presenta una cámara digital que comprende un módulo detector de fugas de frotis.

[0017] Por lo tanto, existe la necesidad de eliminar los retrasos y re-vuelos costosos asociados con anomalías que ocurren en las imágenes aéreas capturadas. Es a un sistema de este tipo para eliminar los retrasos de tiempo y los costosos re-vuelos a los que se dirige la presente invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS DIVERSAS VISTAS DEL DIBUJO

[0018]

FIG. 1 es una vista en perspectiva de un sistema de captura de imágenes ejemplar construido de acuerdo con la presente invención.

FIG. 2 es una vista en perspectiva de otro ejemplo de un sistema de captura de imágenes construido de acuerdo con la presente invención.

FIG. 3 es una vista en perspectiva de otro ejemplo más de un sistema de captura de imágenes construido de acuerdo con la presente invención.

FIG. 4 es un diagrama de bloques del sistema de captura de imágenes representado en la FIG. 1,

FIG. 5 es un diagrama de bloques de una versión de un sistema multiplexor de eventos construido de acuerdo con la presente invención.

FIG. 6 es una vista esquemática de un flujo de temporización/lógica de un multiplexor de eventos construido de acuerdo con la presente invención.

FIG. 7 es un diagrama de bloques de otra versión de un sistema multiplexor de eventos construido de acuerdo con la presente invención.

FIG. 8 es un diagrama de bloques de otra versión más de un sistema multiplexor de eventos construido de acuerdo con la presente invención.

FIG. 9 es un diagrama de bloques de otra versión de un sistema de captura de imágenes construido de acuerdo con la presente invención.

FIG. 10 es una vista en perspectiva que ilustra la captura de una imagen que tiene una anomalía que oculta una parte de la imagen.

FIG. 11 ilustra una primera imagen con la anomalía que oculta una primera parte de la primera imagen.

FIG. 12 ilustra una segunda imagen, tomada poco después de la primera imagen, y teniendo la anomalía que oculta una segunda parte de una segunda imagen.

FIG. 13 ilustra una tercera imagen basada en la primera imagen y los píxeles de la segunda imagen se utilizan para rellenar la parte de la primera imagen oculta por la anomalía.

FIG. 14 es una vista esquemática de un sensor de dispositivo de captura de imágenes ejemplar.

FIG. 15 es una fotografía aérea ejemplar que tiene una mancha formada por reflejos del sol en el agua.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[0019] Antes de explicar al menos una realización de la invención en detalle, debe entenderse que la invención no se limita en su aplicación a los detalles de construcción, los experimentos, los datos a modo de ejemplo, y/o la disposición de los componentes. Se exponen en la siguiente descripción o se ilustran en los dibujos. La invención es capaz de otras realizaciones o de realizarse o llevarse a cabo de varias maneras. Además, debe entenderse que la fraseología y la terminología empleadas en este documento son para fines de descripción y no deben considerarse limitativas.

[0020] Con referencia a los dibujos, y en particular a las figuras 1, 2 y 3, mostrados en los mismos y designados por un número de referencia 10, se encuentra un sistema de captura de imágenes construido de acuerdo con la presente invención. El sistema de captura de imágenes 10 se usa normalmente para capturar imágenes aéreas como se muestra en las Figuras 1 y 2. Sin embargo, aunque el sistema de captura de imágenes 10 es extremadamente útil para imágenes aéreas, tiene muchas otras aplicaciones, como cuando un sistema tiene más disparadores externos que las entradas en un dispositivo que debe reaccionar a los disparadores externos. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 3, un municipio puede tener una intersección con una alta incidencia de exceso de velocidad. En este caso, es posible que el municipio desee instalar un dispositivo de monitoreo de velocidad, como una pistola de radar, combinado con múltiples dispositivos de captura de imagen controlados independientemente 14 para vincular con precisión el tiempo de captura de imagen con el tiempo de lectura del radar.

[0021] Las imágenes pueden ser imágenes oblicuas, imágenes ortogonales, o imágenes nadir, o combinaciones de las mismas.

[0022] Como se muestra en la Figura 4, el sistema de captura de imagen 10 está provisto de uno o más dispositivos de captura de imagen 14, opcionalmente uno o más sistemas de monitorización 16, opcionalmente uno o más eventos de sistemas de multiplexor 18, y una o más unidades de almacenamiento de datos o sistemas de computadora 20. El (los) sistema(s) multiplexor(es) de eventos se puede(n) hacer y usar como se describe en las Figuras 5-9 y los párrafos [0037], [0042]-[0058] de la solicitud de patente provisional identificada por Núm. de serie US 60/926,985. En los ejemplos descritos en las Figuras 1-3, el sistema de captura de imágenes 10 está provisto de cuatro dispositivos de captura de imágenes 14 montados en un patrón de barrido (Figura 1); cinco dispositivos de captura de imágenes 14 montados en un patrón 360 con dispositivos de captura de imágenes 14 apuntando hacia adelante, hacia atrás, hacia el puerto, a estribor y hacia abajo (Figura 2); cuatro dispositivos de captura de imágenes 14 montados en direcciones separadas generalmente alineadas con partes respectivas de calles (Figura 3).

[0023] En ciertas realizaciones representadas en las Figuras 1 y 2, los dispositivos de captura de imagen 14, el uno o más sistemas de monitoreo 16, el uno o más sistemas de multiplexor de eventos 18 y el sistema de computadora 20 están montados en una plataforma móvil 21. La plataforma móvil 21 o 102 (mostrada en la figura 10) puede ser cualquier tipo de dispositivo o sistema que pueda moverse a través del espacio de una manera predeterminada o aleatoria. Típicamente, la plataforma móvil 21 es un avión tripulado, pero se debe entender que la plataforma móvil 21 puede implementarse de otras maneras. Por ejemplo, la plataforma móvil 21 se puede implementar como un avión no tripulado, un tren, un automóvil, como una furgoneta, un bote, un vehículo de cuatro ruedas, una motocicleta, un tractor, un dispositivo robótico o similar.

[0024] Los dispositivos de captura de imagen 14 están montados en la plataforma móvil 21, y una vez montados típicamente están calibrados de manera que la posición exacta y la orientación de los dispositivos de captura de imagen 14 son conocidos con respecto a al menos una porción de la plataforma móvil 21. Por ejemplo, como se muestra en las Figuras 1 y 2, los dispositivos de captura de imágenes 14 pueden montarse en un sustrato común 22 y calibrarse con respecto al sustrato 22. Cabe señalar que todos los cables, alambres u otras vías de señal que conectan los dispositivos de captura de imágenes 14, el sistema de monitoreo 16, el multiplexor de eventos 18 y el sistema de computadora 20 no se muestran en las Figuras 1-3 por razones de claridad. El sustrato 22 que tiene los dispositivos de captura de imagen 14 montados en él se monta luego en la plataforma móvil 21. En la realización representada en la Figura 1, los dispositivos de captura de imagen 14 se montan internamente en la plataforma móvil 21 y la plataforma móvil 21 tiene una o más aberturas 23 para los dispositivos de captura de imágenes 14 para la detección de datos. En otras realizaciones, uno o más de los dispositivos de captura de imágenes 14 pueden montarse externamente a la plataforma móvil 21. Por ejemplo, en la Figura 2, los dispositivos de captura de imágenes 14 están montados en una cápsula debajo del ala.

[0025] Cada uno de los dispositivos de captura de imagen 14 tiene un sensor (por ejemplo, la figura 14) para la captura de datos de los sensores, tales como una imagen. Cada uno de los dispositivos de captura de imágenes 14 también está provisto de un canal de eventos 26 que proporciona una señal de evento que indica la captura de una imagen por el sensor. El canal de eventos 26 puede ser cualquier dispositivo que proporcione una señal coincidente con la captura de la imagen, como una salida flash. El sensor puede capturar la imagen de forma analógica, digital o en película. Además, debe entenderse que la imagen se puede almacenar de forma electrónica, óptica o en un medio basado en película.

[0026] El sistema de monitoreo 16 registra datos indicativos de la captura de las imágenes. Por ejemplo, el sistema

de monitoreo 16 puede registrar datos de posición en función del tiempo, datos de tiempo y/o datos de orientación. En las realizaciones representadas en las Figuras 1 y 2, el sistema de monitoreo 16 registra los datos de posición en función del tiempo, así como los datos de tiempo y/o datos de orientación relacionados con la plataforma móvil 21. En la realización representada en la Figura 3, El sistema de monitoreo 16 registra los datos de tiempos. Preferiblemente, el sistema de monitorización 16 de forma automática y continua lee y/o registra los datos. Sin embargo, debe entenderse que el sistema de monitoreo 16 puede leer y/o registrar los datos de otras maneras, por ejemplo, o al recibir una señal para activar el sistema de monitoreo 16 para obtener y registrar los datos. Por ejemplo, las señales de evento producidas por el sistema multiplexor de eventos 18 pueden proporcionarse al sistema de monitoreo 16 para hacer que el sistema de monitoreo 16 lea y/o registre los datos indicativos de posición en función del tiempo relacionado con la plataforma móvil 21.

[0027] En las realizaciones representadas en las figuras 1 y 2, el sistema de vigilancia 16 también incluye un receptor satélite 34 que recibe típicamente señales de posición y de temporización de una constelación de satélites 36, utilizando cualquier protocolo apropiado, tal como GPS o Iridium, aunque se pueden usar otros tipos de sistemas de determinación de posición, como el protocolo de aplicación inalámbrico (WAP).

[0028] El sistema de ordenador 20 recibe y almacena (preferiblemente en la base de datos 38) la información indicativa de la orden de los eventos indicados por las señales de evento, y la identificación de dispositivos de captura de imagen 14 que proporcionan las señales de evento. El sistema informático 20 también recibe y almacena opcionalmente las imágenes (preferiblemente en la base de datos 38) generadas por los dispositivos de captura de imágenes 14. El sistema de monitoreo 16 registra los datos indicativos de la captura de imágenes almacenándolas internamente, enviándolas al sistema informático 20, o emitir dichos datos de cualquier otra manera adecuada, como almacenar dichos datos en un sistema de almacenamiento externo magnético u óptico. La posición relacionada con la plataforma móvil 21 puede proporcionarse en cualquier sistema de coordenadas adecuado, como un sistema de coordenadas X, Y, Z.

[0029] Además, el sistema de captura de imagen 10 puede estar provisto de un sistema de orientación, tal como una unidad de medición inercial 40 para la captura de otros tipos de información con respecto a la plataforma móvil 21, tales como la orientación de la plataforma móvil 21. La unidad de medición inercial 40 puede estar provista de una variedad de sensores, tales como acelerómetros (no mostrados) para determinar el balanceo, inclinación y orientación relacionados con la plataforma móvil 21. Además, debe entenderse que la posición y/o la información de orientación no tiene que ser necesariamente una posición y/o orientación de la plataforma móvil 21. La información de posición y orientación se relaciona simplemente con la plataforma móvil 21, es decir, la posición y/o la orientación de la plataforma móvil 21 debe poder determinarse por la información registrada por el sistema de monitoreo 16. Por ejemplo, la información de posición y orientación puede proporcionarse para un dispositivo conectado a la plataforma móvil 21. Luego, la posición positiva y la orientación para cada dispositivo de captura de imágenes se pueden determinar en función de sus ubicaciones conocidas en relación con la plataforma móvil 21.

[0030] En el uso de los sistemas representados en las Figuras 1 y 2, los dispositivos de captura de imagen 14 ó 14a están montados sobre la plataforma móvil 21, tal como un avión, de tal manera que los dispositivos de captura de imagen 14 o 14a se orientan hacia un objeto, tal como la Tierra. La plataforma móvil 21 entonces se actúa para moverse, y los dispositivos de captura de imagen 14 o 14a capturan imágenes en tiempos o posiciones predeterminadas o aleatorias. Típicamente, los dispositivos de captura de imágenes 14 o 14a serán controlados independientemente por el software de gestión de vuelo que se ejecuta en el sistema informático 20 o 20a y la toma de las imágenes estará predeterminada. En cualquier caso, como los dispositivos de captura de imágenes 14 o 14a capturan las imágenes, las señales pasan al sistema de multiplexores 18 de eventos y al orden de eventos (relativo o absoluto), la identificación del dispositivo de captura de imágenes y la posición como una función. La información del tiempo se registra y almacena mediante la cooperación del (de los) sistema(s) multiplexor(es) de eventos, el (los) sistema(s) de monitoreo 16 o 16a (que se muestran en la Figura 9 de la solicitud de patente provisional identificada por el número de serie de EE.UU. 60/926,985) y los sistemas de computadora 20 o 20a (que se muestran en la Figura 9 de la solicitud de patente provisional identificada por el número de serie de EE.UU. 60/926,985) como se describe anteriormente. A continuación, las imágenes se geo-referencian como se describe en los antecedentes de la Invención anterior, utilizando los datos registrados con respecto al orden de los eventos (relativos o absolutos), la identificación del dispositivo de captura de imágenes y la posición como una función de datos del tiempo.

[0031] En el uso del sistema representado en la Figura 3, los dispositivos de captura de imagen 14 ó 14a están montados adyacentes a la intersección. Por ejemplo, los dispositivos de captura de imágenes 14 o 14a pueden montarse en postes de semáforos separados de manera que los dispositivos de captura de imágenes 14 o 14a estén orientados hacia las calles que entran o salen de la intersección. El sistema que se muestra en la Figura 3 también incluye una pistola de radar que apunta a la intersección para detectar la velocidad de los autos que se mueven a través de la intersección. Cuando un automóvil circula a través de la intersección, uno o más de los dispositivos de captura de imagen 14 o 14a pueden ser activados (preferiblemente por un sistema de administración controlado por computadora) para tomar una fotografía del conductor y la etiqueta del automóvil, mientras que el (los) sistema(s) multiplexor(es) de evento 18 capturan datos tales como datos de tiempo correlacionados con los datos producidos por la pistola de radar. Esto vincula de manera precisa el tiempo de captura de la imagen con el tiempo de lectura del radar para proporcionar evidencia de la identidad del automóvil y el conductor a alta velocidad.

[0032] Con referencia ahora a las figuras 10-12, se muestra una vista en perspectiva que ilustra la captura de una imagen aérea de uno o más objetos 100 (que se muestra a modo de automóvil) mediante un sistema de captura de imágenes 10b montado en una plataforma móvil 102 como un avión o camioneta, así como las imágenes primera y la segunda superpuestas 104, 106 del automóvil capturadas por el sistema de captura de imágenes 10b. Se muestra en la figura 13 una tercera imagen 108 formada como una combinación de las imágenes primera y segunda 104 y 106 como se describirá a continuación.

[0033] El sistema 10b de captura de imágenes es similar en construcción y función al sistema de captura de imagen 10 o 10a descrito anteriormente, con la excepción de que el sistema 10b de captura de imágenes incluye uno o más ordenadores de detección que ejecutan un algoritmo de detección de anomalía para detectar anomalías inmediatamente después de capturar una imagen y, a continuación, se causa de forma automática e inmediata, una nueva toma de la imagen al detectar una anomalía.

[0034] En el ejemplo mostrado en la figura 10, el sistema de captura de imágenes 10b toma la primera imagen 104 del automóvil 100. En este caso, el automóvil 100 tiene una superficie reflectante, es decir, un parabrisas 110 que causa un reflejo brillante de la luz del sol 112 a través de la lente y en un sensor 114 (Fig. 14) de uno de los dispositivos de captura de imagen 14 o 14a. El reflejo brillante de la luz provoca una anomalía 118, por ejemplo, un punto caliente o una mancha en la primera imagen 104 que oculta una parte de la primera imagen 104 que se habría capturado en ausencia del reflejo brillante de la luz. La mancha generalmente es causada por la floración y las manchas inherentes al sensor digital o el movimiento rápido del objeto. Otros ejemplos de superficies reflectantes encontradas en la fotografía aérea incluyen ventanas, invernaderos, pantanos, arena y cuerpos de agua, como estanques, lagos, ríos y arroyos.

[0035] La figura 11 ilustra la primera imagen 104 que tiene la anomalía 118 que oculta una primera parte 120 de la primera imagen 104. La figura 12 ilustra la segunda imagen 106, tomada brevemente (p. ej., comúnmente en el rango de aproximadamente 5-1.000 ms) después de la primera imagen 104 con el dispositivo de captura de imagen 14 o 14a en una ubicación diferente debido al movimiento del dispositivo de captura de imagen 14 o 14a, y que tiene la anomalía 118 que oculta una segunda parte 122 de la segunda imagen 106. El retraso entre la toma de la primera y la segunda imagen puede ser una función del tamaño y/o tipo de la anomalía. Por ejemplo, si se asume que la anomalía es una mancha, se puede medir el ancho de la mancha y se puede establecer el retardo para que la segunda imagen 106 permita que se capture la porción del objeto oculto por la mancha.

[0036] La figura 13 ilustra la tercera imagen 108 producida como una característica opcional de la presente invención. La tercera imagen 108 se forma a partir de una combinación de la primera y la segunda imagen 104 y 106. La tercera imagen 108 incluye píxeles de la primera imagen 104 o la segunda imagen 106 que no fueron ocultadas por la anomalía. Los píxeles de la primera o la segunda imagen 104 o 106 se agregan a la tercera imagen 108 para completar la parte de la primera o la segunda imagen 104 o 106 oculta por la anomalía 118. En un ejemplo, la tercera imagen 108 se forma después de que el avión haya aterrizado y las imágenes primera y segunda 104 y 106 han sido procesadas.

[0037] Para ayudar a la detección de anomalías, el sistema 10b de captura de imágenes utiliza preferiblemente cámaras digitales teniendo cada cámara digital uno o más sensores 114. Una vista esquemática del sensor 114 se muestra en la figura 14. El sensor típicamente contiene millones de dispositivos fotosensibles de estado sólido, como diodos, dispositivos de carga acoplados o transistores, llamados fotositos 124. En la Figura 1 se muestran solo 81 fotositos 14 por razones de claridad. Tres de los fotositos están etiquetados con los números de referencia 124a, 124b y 124c para mayor claridad. Cuando se captura una imagen, cada fotosito registra la intensidad o el brillo de la luz que cae sobre ella acumulando una carga; es decir, cuanto más luz, mayor es la carga. El brillo registrado por cada fotosito se almacena como un conjunto de números que luego se puede usar para establecer el color y el brillo de los píxeles en la imagen.

[0038] El sensor 114 tiene un área de imagen 130 y una zona oscura 132 que bordea el área de la imagen 130. El área oscura 132 puede servir como una referencia al área de la imagen 130. El área oscura 132 puede ser referida aquí como un "área de referencia". El área de imagen 130 se muestra en gris claro, y el área oscura 132 se muestra en gris más oscuro. Las fotografías 124a y 124b están ubicadas en el área de la imagen 130 mientras que el fotosito 124c está ubicado en la zona oscura 132. El sensor 114 se puede configurar como un sensor de área con fotositas dispuestas en un patrón de cuadrícula que cubre toda la imagen área 130 y al menos parte del área oscura 132. Cuando la imagen se lee desde el sensor 114, los electrones almacenados se convierten en una serie de cargas analógicas que luego se convierten en valores digitales mediante un convertidor analógico a digital (A a D) (no mostrado).

[0039] Una vez que el sensor 114 ha capturado la imagen, que debe ser leída, convertida a digital, y luego almacenada. La imagen se puede almacenar y registrar de la manera descrita anteriormente. Las cargas almacenadas en el sensor 114 normalmente no se leen todas a la vez sino una fila, píxel o columna a la vez. Cuando se lee una fila o columna a la vez, los valores de píxel en cada fila o columna se leen de manera secuencial moviendo los valores de píxel hacia arriba o hacia abajo de la fila o columna a través del área oscura 132 del sensor 114 como lo indica una flecha 134.

[0040] Para detectar una anomalía, el algoritmo de detección de anomalía escanea la imagen utilizando parámetros predeterminados indicativos de características de anomalías. Un método para localizar ciertos tipos de anomalías, consiste en monitorear los valores de los píxeles (o un promedio de los valores de los píxeles) en el área oscura 132 cuando los valores de los píxeles se mueven a través del área oscura 132. Otro método consiste en escanear/analizar la Imagen que utiliza técnicas de reconocimiento de patrones para localizar una o más anomalías. Por ejemplo, la imagen puede ser escaneada/analizada después de haber sido movida a través del área oscura 132 y almacenada en la memoria.

[0041] Como ejemplo, se muestra en la figura 14 una anomalía 118, es decir, una mancha expuesta a las fotositas 124 en una columna que contiene fotositas 124b y 124c. Durante el escaneo, cuando los datos en la columna que tienen las fotografías 124b y 124c se mueven en la dirección 134, se puede detectar un valor elevado en la fotosita 124c. Como ejemplo adicional, la Figura 15 es un ejemplo de fotografía aérea 140 que tiene una mancha 142 formada por reflejos del sol sobre el agua 144.

[0042] Cuando los valores de los píxeles exceden de un valor umbral predeterminado o dinámico indicativo de una raya o punto caliente, entonces el algoritmo de detección de anomalía hace que el equipo de detección emita una señal que causa una o más retomas inmediatas de la imagen. El término "inmediato", como se usa en este documento, significa que ocurre, actúa o se cumple sin pérdida sustancial o intervalo de tiempo. El intervalo de tiempo entre la captura de las imágenes primera y segunda 104 y 106 puede depender de una variedad de factores, como el tiempo involucrado en la detección de normalidad, el tamaño o tipo de la anomalía y el tiempo necesario para activar el dispositivo de captura de imagen 14 o 14a para capturar la segunda imagen 106.

[0043] Para captar la porción del objeto originalmente programada para ser capturada, el algoritmo de detección de anomalías puede causar una o más retomas sin detectar si la anomalía es capturada en las imágenes retomadas, o el algoritmo de detección de anomalías puede escanear cada imagen de retoma y causar otra retoma hasta la primera de (1) una imagen de retoma que no contiene una anomalía, o (2) la siguiente imagen programada para ser tomada por el dispositivo de captura de imagen 14 o 14a.

[0044] Alternativamente, el algoritmo de detección de anomalías puede marcar una imagen como "mala" y hacer que el equipo de detección envíe una señal al software de gestión de vuelo ejecutado en los sistemas informáticos de 20 o 20a para programar automáticamente una retoma para un tiempo futuro. Preferiblemente, la computadora de detección programa una nueva toma de la imagen de tal manera que la imagen se vuelve a tomar antes de aterrizar el avión.

[0045] Debe entenderse que ciertos de los procesos descritos anteriormente, tales como la formación de la tercera imagen 108, se puede realizar con la ayuda de un sistema de ordenador que ejecuta el software de procesamiento de imágenes adaptado para realizar las funciones descritas anteriormente. Además, las imágenes primera, segunda y tercera y datos, así como el algoritmo de detección de anomalías, se almacenan en uno o más medios legibles por computadora. Los ejemplos de un medio legible por computadora incluyen un dispositivo de almacenamiento óptico, un dispositivo de almacenamiento magnético, un dispositivo de almacenamiento electrónico o similar. El término "sistema informático", tal como se utiliza aquí, significa un sistema o sistemas que pueden incorporar y/o expresar la lógica de los procesos, como el algoritmo de detección de anomalías descrito aquí. La lógica incorporada en forma de instrucciones de software o firmware puede ejecutarse en cualquier hardware apropiado que pueda ser un sistema o sistemas dedicados, o un sistema informático de propósito general, o un sistema informático de procesamiento distribuido, todos los cuales se entienden bien en la técnica, y no se considera necesaria aquí una descripción detallada de cómo hacer o usar tales computadoras. La computadora de detección puede ser la misma computadora física que los sistemas informáticos 20 o 20a, o diferente de los sistemas informáticos 20 o 20a. En una realización, el sistema de captura de imágenes 10b incluye una computadora de detección implementada como parte de uno de los dispositivos de captura de imágenes 14 o 14a. Por ejemplo, el sistema de captura de imágenes 10b puede incluir múltiples computadoras de detección con cada computadora de detección implementada como parte de un dispositivo de captura de imágenes 14 o 14a. En esta realización, cada una de las una o más computadoras de detección monitorea las imágenes que están siendo capturadas por su respectivo dispositivo de captura de imágenes 14 o 14a y puede causar una nueva toma de imagen pasando una señal a los sistemas de computadora 20 o 20a, o pasando una señal directamente al dispositivo de captura de imágenes 14 o 14a.

[0046] Se entenderá a partir de la descripción anterior que diversas modificaciones y cambios pueden ser hechos en las realizaciones preferidas y alternativas de la presente invención.

[0047] Esta descripción tiene el propósito de ilustrar solamente y no debe interpretarse en un sentido limitativo. El alcance de esta invención debe ser determinado únicamente por el lenguaje de las reivindicaciones que siguen. El término "que comprende" dentro de las reivindicaciones pretende significar "que incluye al menos" de tal manera que el listado recitado de elementos en una reivindicación es un grupo abierto. "Un", "una" y otros términos singulares están destinados a incluir las formas plurales de los mismos, a menos que se excluyan específicamente.

REIVINDICACIONES

1. Un método para tomar imágenes aéreas, que comprende los pasos de:

5 capturar una primera imagen de una parte de la Tierra utilizando un dispositivo de captura de imágenes montado en una plataforma en movimiento y basado en un cronograma al que accedió un software de gestión de vuelo ejecutado por un sistema informático, teniendo la primera imagen píxeles;
antes de una próxima imagen programada para ser tomada por el dispositivo de captura de imágenes:

10 detectar una anomalía en los píxeles de la primera imagen, la anomalía que oculta al menos una parte de la primera imagen; y provocando una secuencia de repeticiones de la primera imagen,

15 en donde la etapa de provocar una secuencia de repeticiones de la primera imagen se define además como la causa de una o más repeticiones sin detectar si la anomalía se captura en las imágenes de nueva toma.

20

25

30

35

40

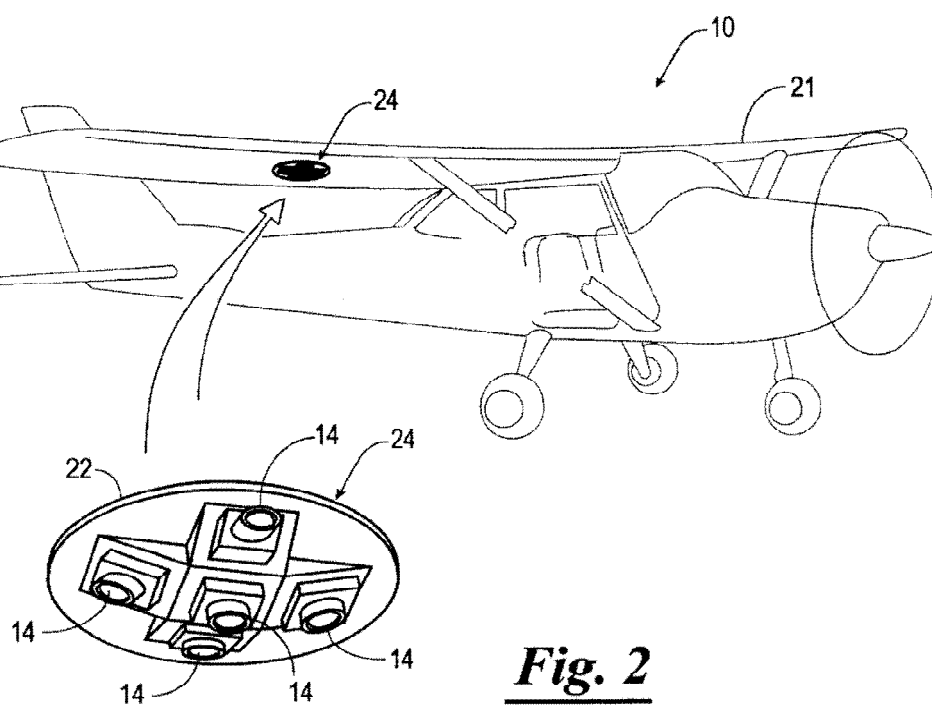
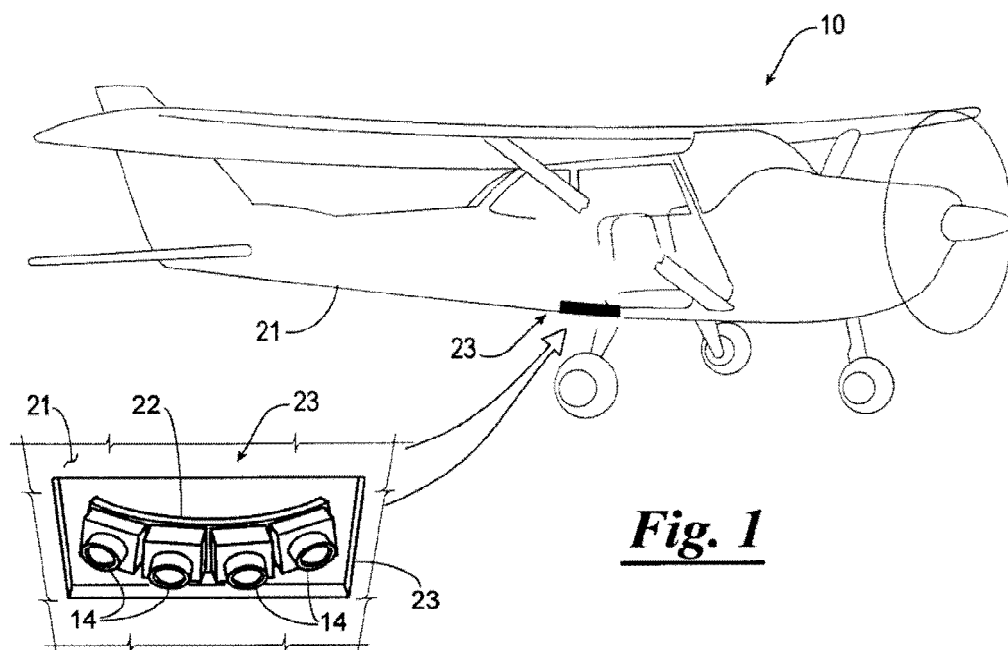
45

50

55

60

65



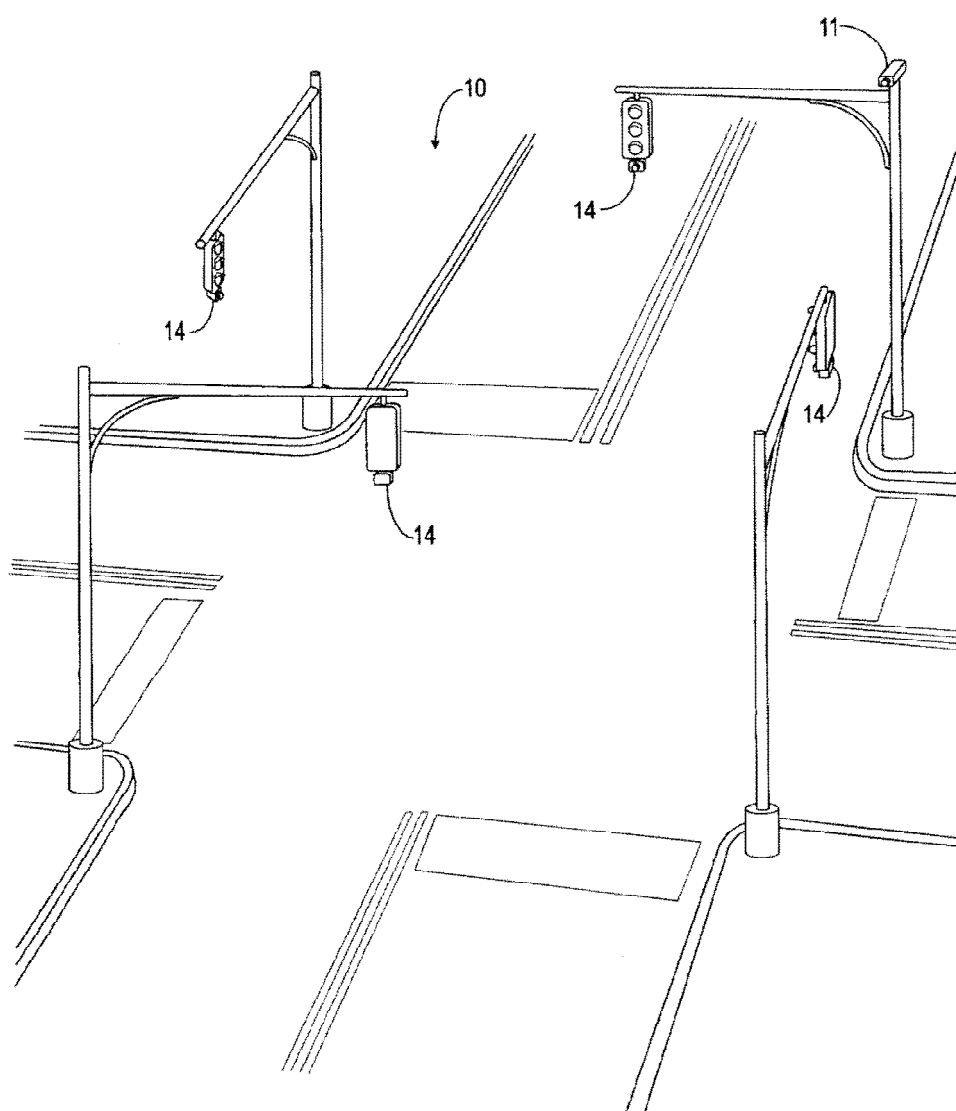


Fig. 3

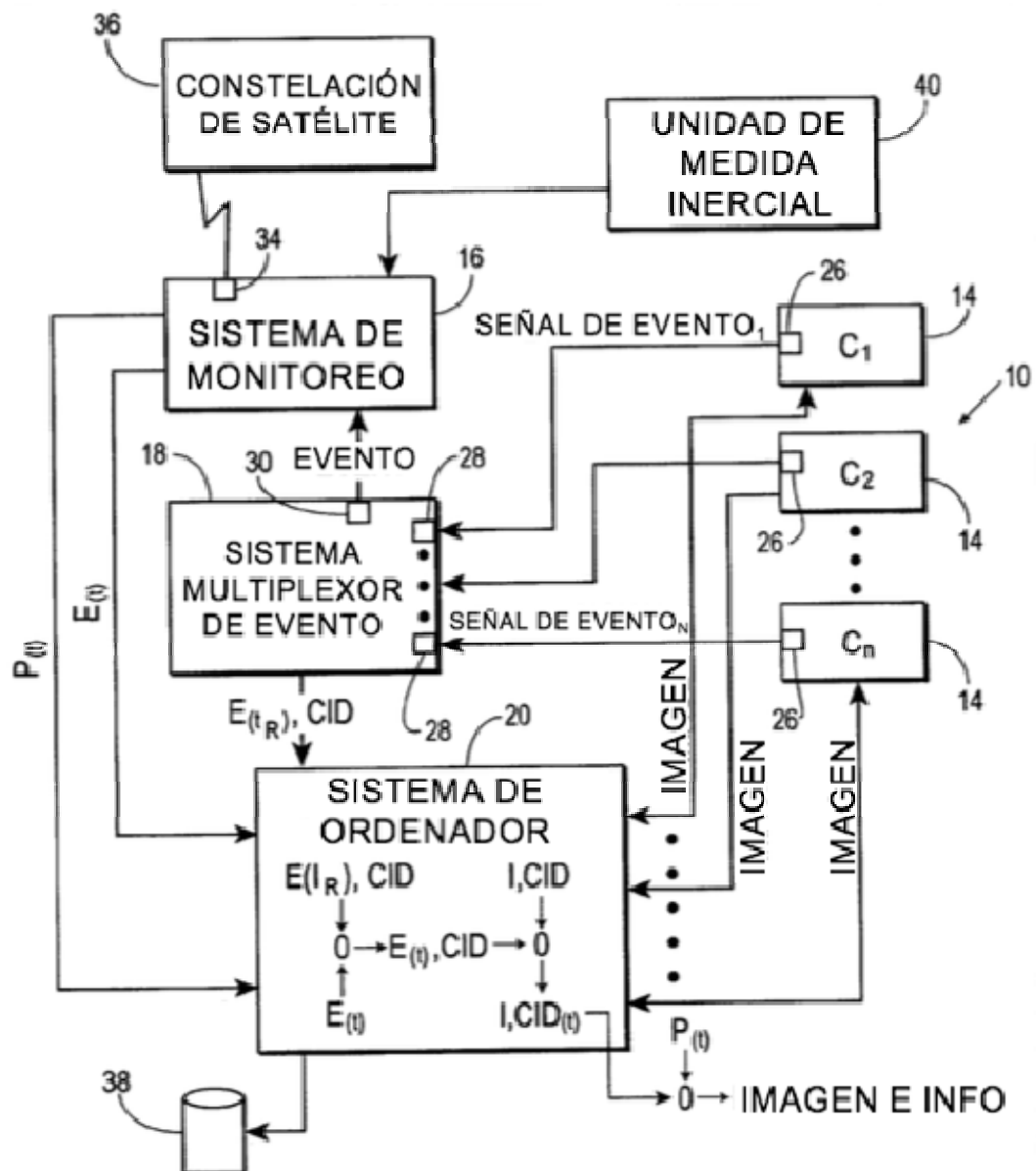


Fig. 4

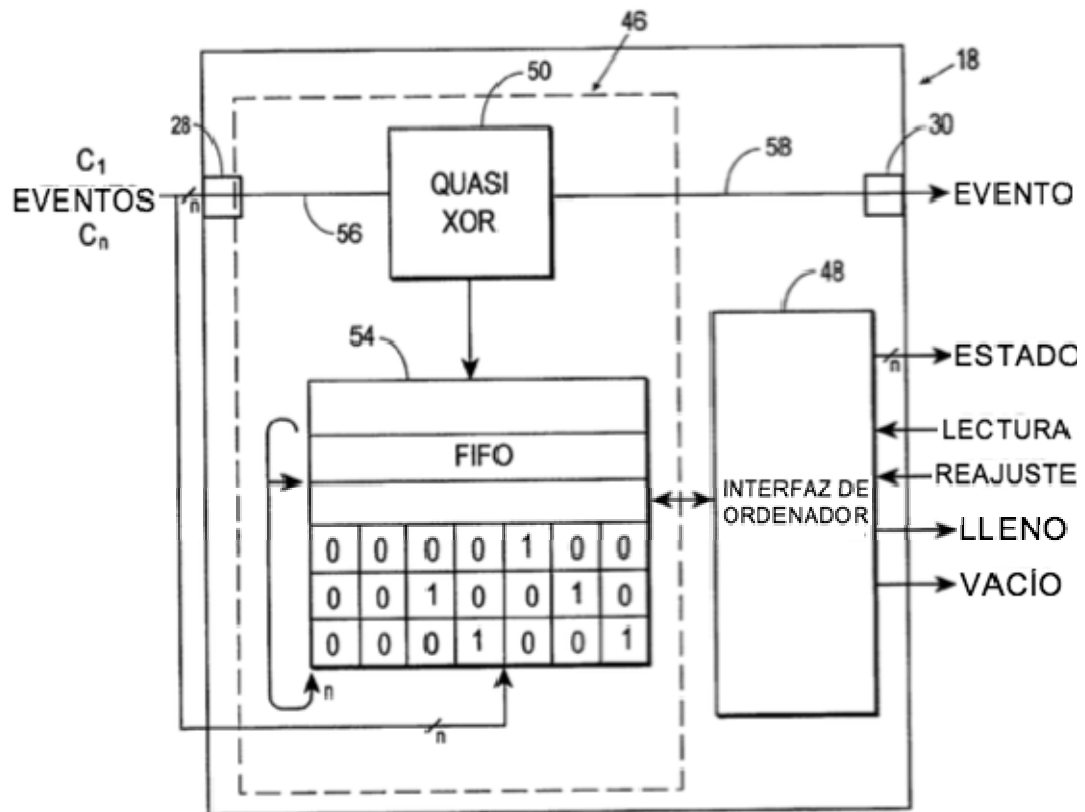


Fig. 5

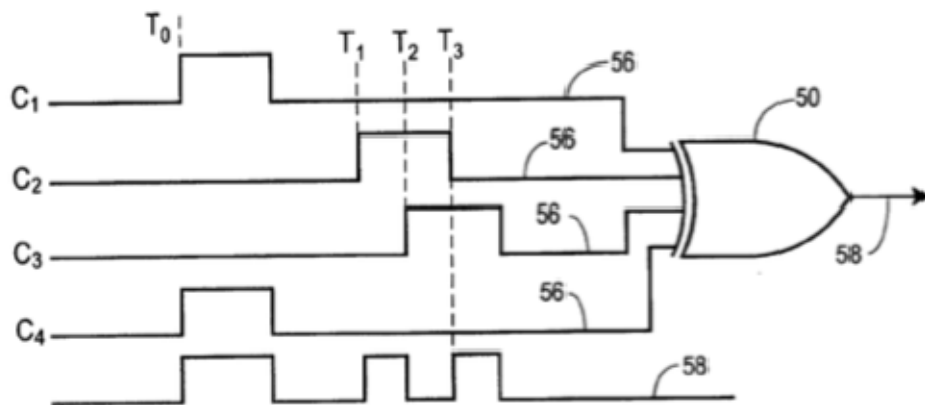


Fig. 6

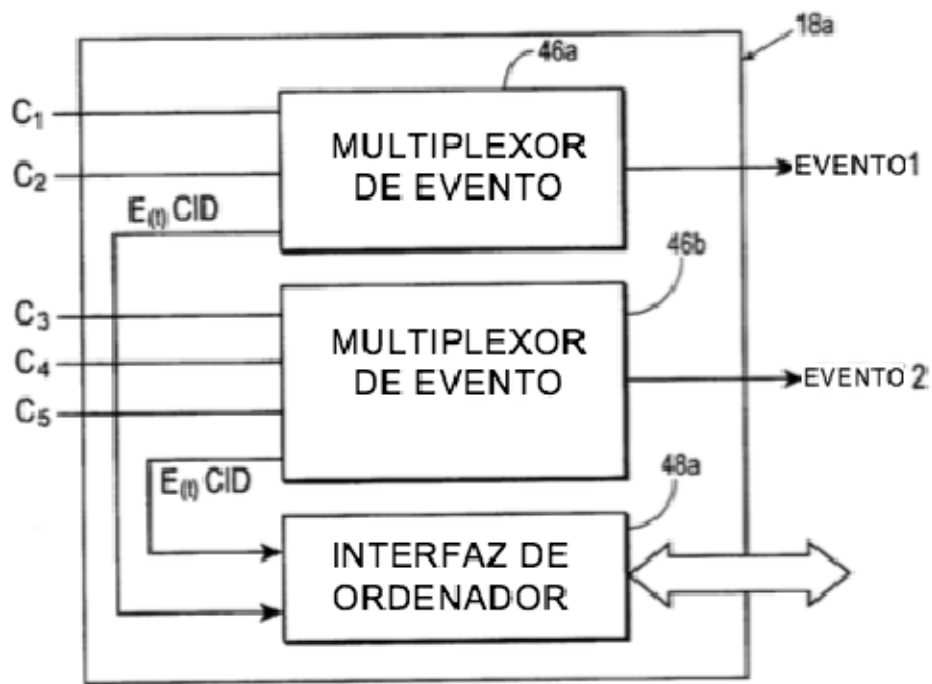


Fig. 7

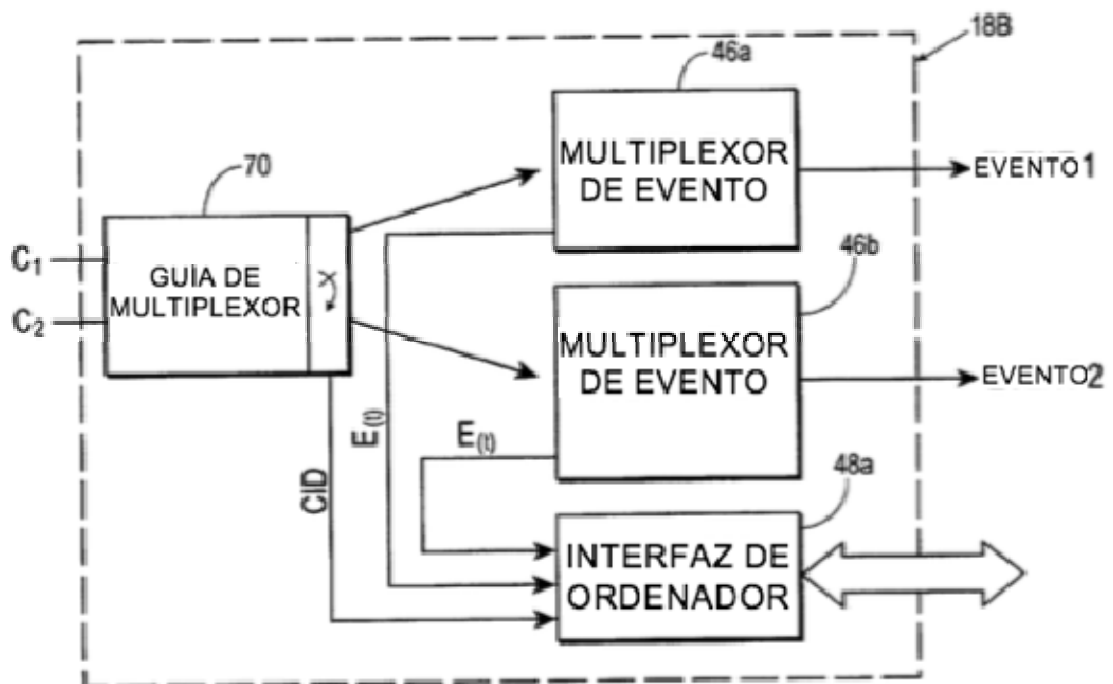


Fig. 8

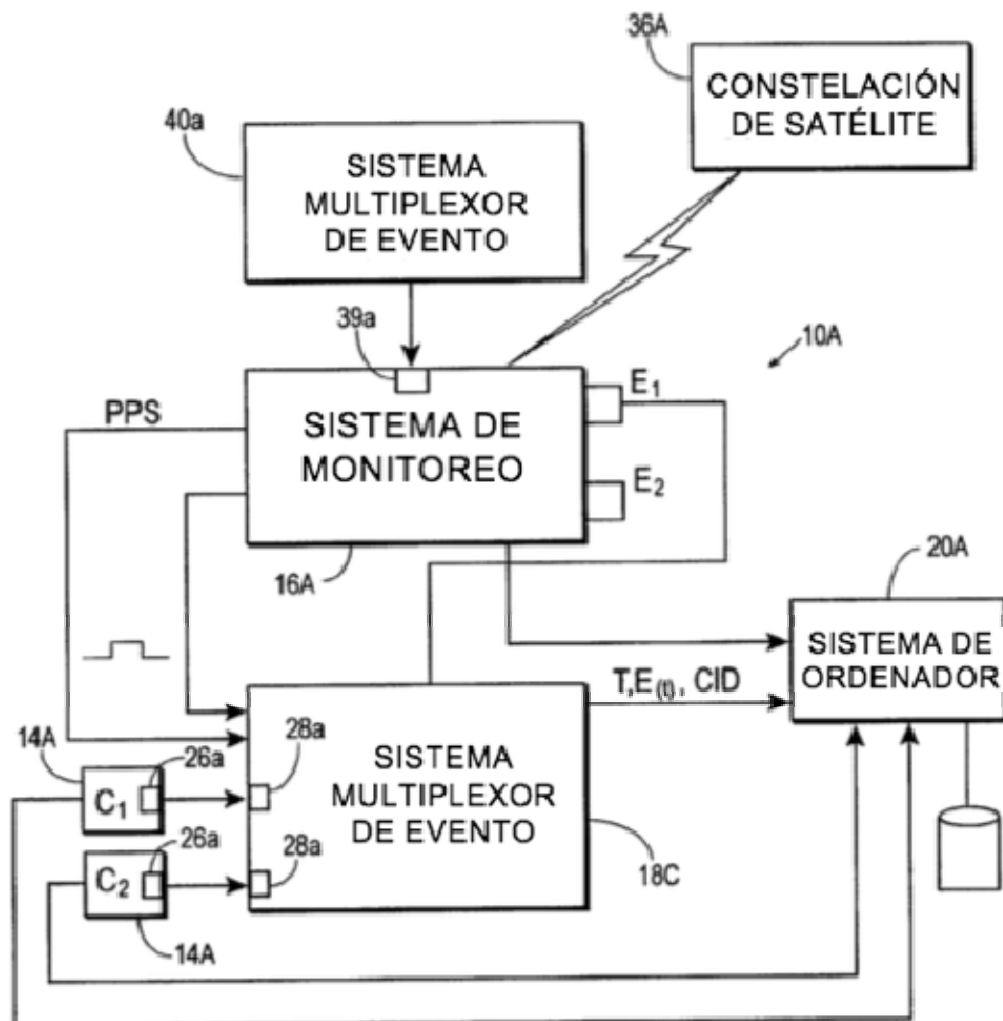


Fig. 9

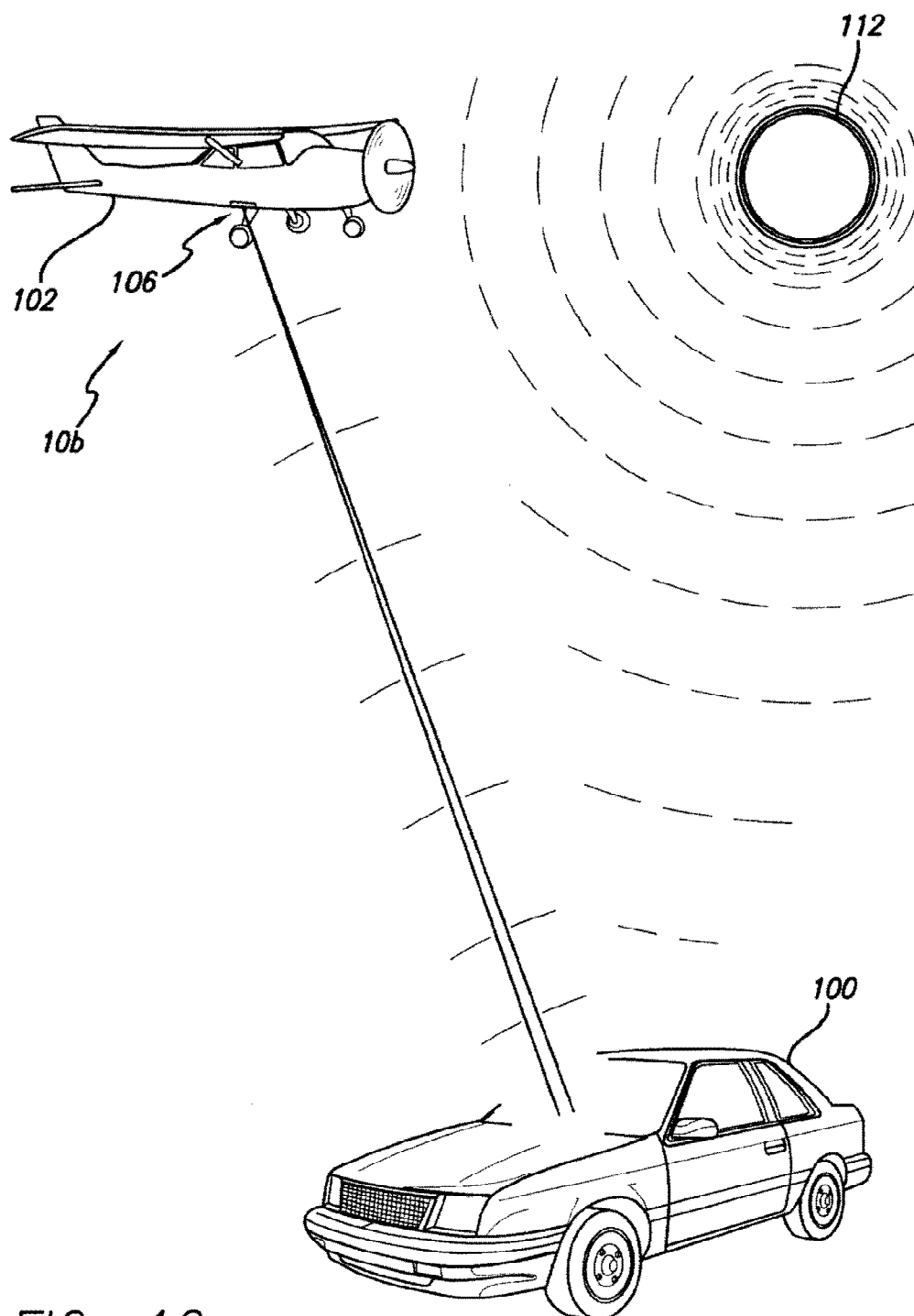
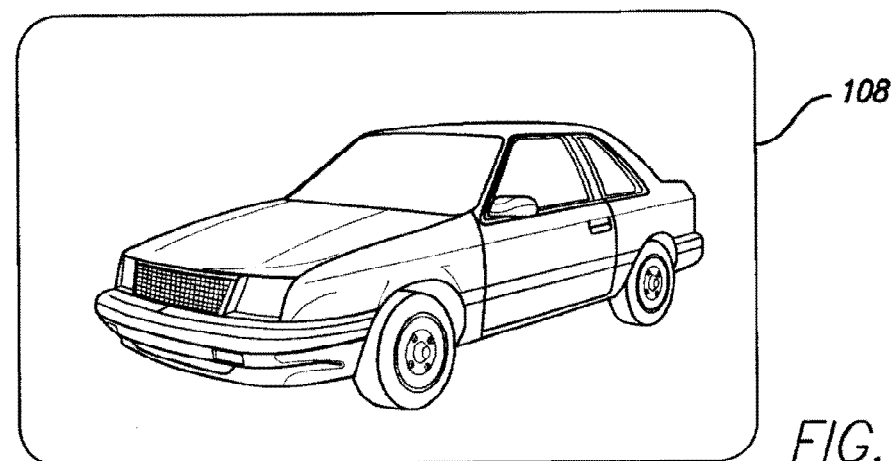
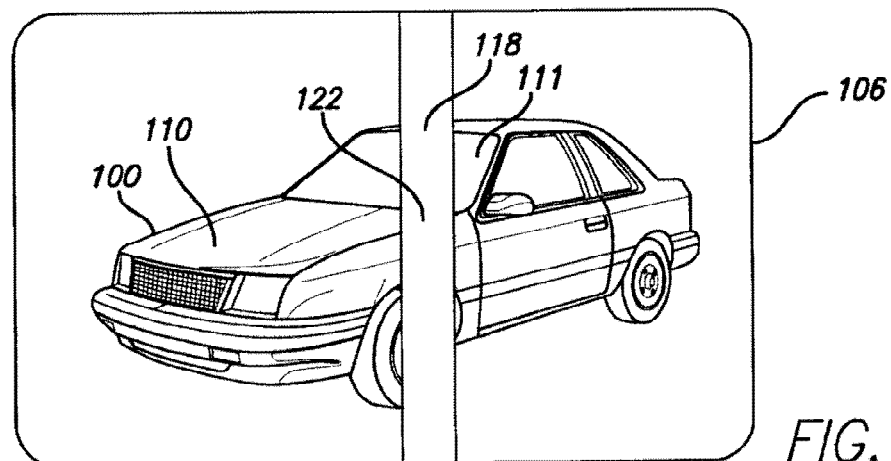
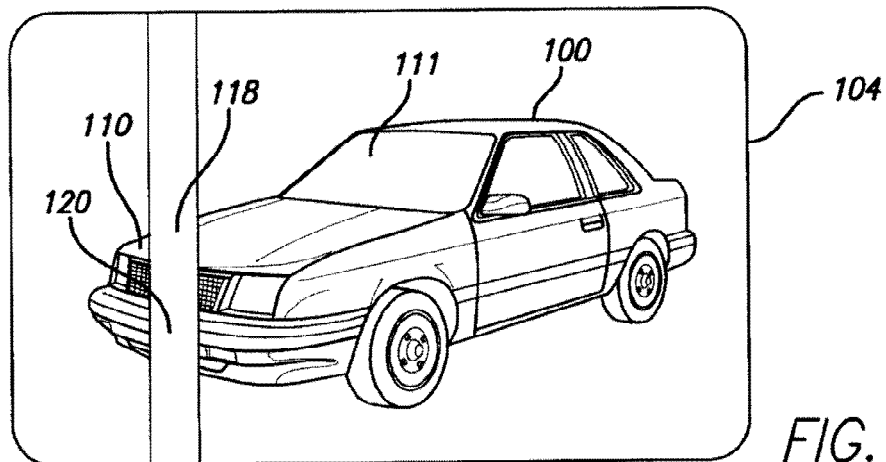


FIG. 10



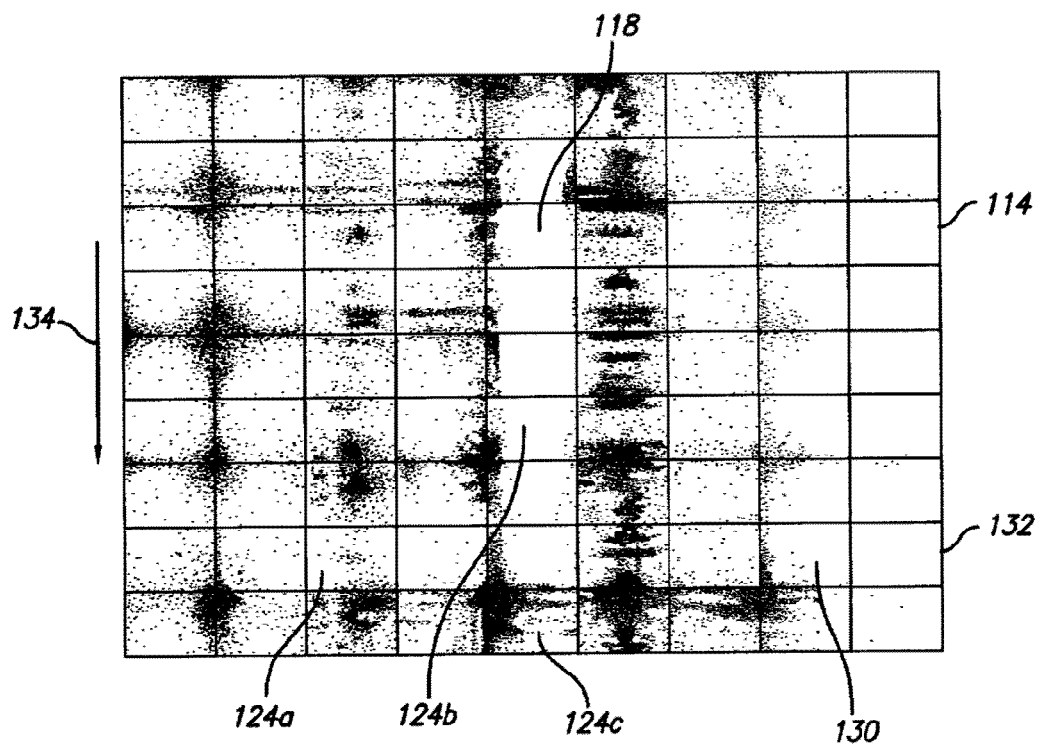


FIG. 14

