

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 722 850**

51 Int. Cl.:

G06K 9/46 (2006.01)

G01T 1/29 (2006.01)

G01V 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.04.2009 PCT/US2009/039192**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.10.2009 WO09124141**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2009 E 09726675 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2019 EP 2269162**

54 Título: **Generación de una representación de un objeto de interés**

30 Prioridad:

03.04.2008 US 42192 P

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

19.08.2019

73 Titular/es:

**L-3 COMMUNICATIONS SECURITY AND
DETECTION SYSTEMS, INC. (100.0%)
10 Commerce Way
Woburn, MA 01801, US**

72 Inventor/es:

FOLAND, ANDREW DEAN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 722 850 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

Generación de una representación de un objeto de interés

Esta solicitud reivindica la prioridad de la Solicitud Provisional de EE.UU con Nº de Serie 561/042.192, titulada GENERATING IMAGES OF OBJECTS ("GENERACIÓN DE IMÁGENES DE OBJETOS"), y presentada el 3 de Abril de 2008.

Campo técnico

Esta descripción se refiere a técnicas para generar una representación de un objeto de interés.

Antecedentes

Un sistema de inspección que se ha diseñado para inspeccionar objetos (por ejemplo, envases, equipaje, artículos de mano, y/u objetos más grandes tales como contenedores de transporte y camiones) para detectar la presencia de explosivos, materiales peligrosos, contrabando, u otros tipos de objetos de interés puede producir una imagen volumétrica (por ejemplo, tridimensional) de resolución relativamente baja de una región. Sin embargo, la visualización directa y/o el análisis de la imagen volumétrica pueden plantear desafíos para determinar si la imagen volumétrica incluye una representación de un objeto de interés. El documento US 7.308.077 describe un método o aparato para analizar un objeto que incluye un escáner previo de rayos X que realizar un escaneado previo del objeto para determinar la información de escaneado previo acerca del objeto.

Incluye además un escáner de CT y el método permite generar una imagen que comprende solo metal que es recortada de la imagen completa. La imagen resultante es una imagen que comprende objeto y objeto metálico, corregida para artefactos metálicos. El documento US2007172129 describe un escáner de CT para detección de contrabando, formación de una imagen volumétrica e identificación de una región de interés en ella. Muestra además la obtención de información posicional en un segundo sistema de coordenadas y el registro de la imagen volumétrica en la información posicional para identificar el ROI en el segundo sistema. El documento US2008013819 describe un sistema de inspección de formación de imágenes de rayos X sensible al material para la clasificación de material y la inspección de seguridad, se toman imágenes a múltiples energías y se proporciona una representación de una imagen 2D del objeto.

Resumen

En un aspecto general, se ha creado una imagen bidimensional, de alta resolución, que incluye un objeto de interés pero ningún objeto parásito a partir de una imagen volumétrica y una radiografía bidimensional. La imagen volumétrica y la radiografía bidimensional incluyen representaciones de objeto parásito y del objeto de interés. La radiografía bidimensional y la imagen volumétrica son ambas producidas por un sistema de inspección que forma la imagen de los objetos parásitos y del objeto de interés.

La invención está definida por las reivindicaciones independientes 1 a 7. Otros aspectos se han proporcionado por las reivindicaciones dependientes.

Las implementaciones pueden incluir una o más de las siguientes características. La fuente puede estar configurada para producir radiación de rayos x, y el sensor puede estar configurado para detectar radiación de rayos x. La imagen volumétrica puede ser analizada para identificar el objeto de interés, y el objeto de interés identificado puede ser eliminado de la imagen volumétrica para generar una imagen volumétrica de objeto eliminado. La generación de una imagen bidimensional que excluye el objeto de interés puede incluir la proyección hacia delante de la imagen volumétrica de objeto eliminado. Las instrucciones para hacer que el procesador compare la radiografía bidimensional y la imagen bidimensional que excluye el objeto de interés identificado pueden incluir instrucciones que hagan que el procesador sustraiga la radiografía bidimensional de la imagen bidimensional. El sistema también puede incluir un módulo de visualización.

En otro aspecto general, un aparato para generar imágenes de un objeto de interés incluye una fuente de radiación configurada para emitir radiación que ilumina un espacio e interactúa con un objeto de interés en el espacio y otro objeto en el espacio. El aparato también incluye un sensor configurado para detectar la radiación del espacio, un procesador, y un medio legible por ordenador que almacena instrucciones para generar una imagen bidimensional del objeto de interés, las instrucciones, cuando son ejecutadas, hacen que el procesador adquiera datos detectados desde el sensor para generar una radiografía bidimensional del espacio. La radiografía bidimensional incluye una representación de un objeto de interés y una representación del otro objeto. Los datos detectados son adquiridos desde el sensor para generar una imagen volumétrica del espacio, siendo la imagen volumétrica de menor resolución espacial que la radiografía bidimensional, e incluyendo la imagen volumétrica una representación del objeto de interés y una representación del otro objeto. La imagen bidimensional es generada a partir de la radiografía bidimensional y de la imagen volumétrica. La imagen bidimensional incluye el objeto de interés y excluye el otro objeto.

Las implementaciones pueden incluir una o más de las siguientes características. La fuente de radiación puede ser una fuente de radiación de rayos x, y el sensor configurado para detectar radiación puede incluir un detector configurado para detectar la radiación de rayos x que pasa a través del objeto de interés y del otro objeto. El espacio puede ser una

cavidad en un aparato de inspección que está configurado para formar la imagen de un objeto en la cavidad. El espacio puede ser una región abierta que es iluminada por la fuente de radiación.

En otro aspecto general, una imagen volumétrica de un espacio es adquirida a partir de un sistema de formación de imágenes. El espacio incluye un objeto de interés y otro objeto, y la imagen volumétrica incluye datos que representan el objeto de interés y el otro objeto. Una radiografía bidimensional del espacio es adquirida a partir del sistema de formación de imágenes. La radiografía bidimensional del espacio incluye datos que representan el objeto de interés y el otro objeto. La radiografía bidimensional y la imagen volumétrica son comparadas en el sistema de formación de imágenes. Una imagen bidimensional es generada basándose en la comparación. La imagen bidimensional generada incluye el objeto de interés y excluye el otro objeto.

Las implementaciones pueden incluir uno o más de las siguientes características. La imagen bidimensional generada puede ser presentada. El objeto de interés puede ser identificado en la imagen volumétrica, y una imagen de objeto eliminado puede ser generada eliminando el objeto de interés de la imagen volumétrica. La comparación de la radiografía bidimensional y la imagen volumétrica puede ser conseguida comparando la imagen de objeto eliminado con la radiografía bidimensional. La imagen de objeto eliminado puede ser una imagen bidimensional que excluye el objeto de interés, y la comparación de la radiografía bidimensional y la imagen volumétrica puede incluir sustraer la imagen de objeto eliminado de la radiografía bidimensional. La imagen bidimensional de objeto eliminado y la radiografía bidimensional pueden ser registradas entre sí antes de sustraer la imagen bidimensional de objeto eliminado de la radiografía bidimensional adquirida. La imagen bidimensional de objeto eliminado puede ser filtrada. El objeto de interés identificado puede estar representado en la imagen volumétrica por uno o más vóxeles, y la eliminación del objeto de interés identificado de la imagen volumétrica puede incluir establecer los uno o más vóxeles iguales a cero.

En algunas implementaciones, la radiografía bidimensional adquirida puede tener una resolución espacial mayor que la imagen volumétrica adquirida. Al menos una parte del objeto de interés puede oscurecer al menos una parte del otro objeto en la radiografía bidimensional adquirida.

Las radiografías bidimensionales pueden ser adquiridas repetidamente y cada una de las radiografías bidimensionales puede ser comparada con la imagen volumétrica.

Las implementaciones de cualquiera de las técnicas descritas anteriormente pueden incluir un método, un proceso, un sistema, un dispositivo, un aparato, o instrucciones almacenadas en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Los detalles de una o más implementaciones se han expuesto en los dibujos adjuntos y en la siguiente descripción. Otras características resultarán evidentes a partir de la descripción y de los dibujos, y a partir de las reivindicaciones.

Descripción de los dibujos

La fig. 1A ilustra un ejemplo de un sistema de inspección.

La fig. 1B ilustra una vista lateral del sistema de inspección ejemplar de la fig. 1A.

La fig. 2 ilustra un diagrama de bloques de un sistema de inspección.

La fig. 3 ilustra un proceso para generar una representación bidimensional de un objeto de interés.

La fig. 4 muestra una ilustración de imágenes volumétricas y de imágenes bidimensionales utilizadas para generar una representación bidimensional de un objeto de interés.

Descripción detallada

Con referencia a la fig. 1A, se ha ilustrado un sistema 100 ejemplar para detectar la presencia de objetos de interés tales como explosivos, materiales peligrosos, sustancias controladas (por ejemplo, drogas ilegales y narcóticos), o contrabando en los contenedores 102, 104, y 106. El sistema 100 puede ser referido como un sistema de inspección de materiales, y el sistema 100 incluye un dispositivo 101 de inspección que produce una imagen bidimensional de un objeto de interés sin objetos parásitos. El sistema 100 puede ser utilizado para procesar, formar imágenes, y/o analizar un gran volumen de contenedores en, por ejemplo, un aeropuerto civil, militar, o comercial, una estación de trenes, una terminal de autobuses, un puerto marítimo, un lugar público de reunión, o un punto de control fronterizo.

Como se ha tratado con más detalle a continuación, el dispositivo 101 de inspección produce una imagen bidimensional de un objeto de interés sin desorden de una imagen volumétrica 108 (por ejemplo, tridimensional) y una radiografía bidimensional 109. La imagen volumétrica 108 y la radiografía bidimensional 109 incluyen cada una representaciones de objetos que están en una región de escaneo 112 del dispositivo 101 de inspección. La región de escaneo 112 puede incluir objetos de interés y objetos que no son de interés (por ejemplo, los objetos parásitos). Así, la imagen volumétrica 108 y la radiografía bidimensional 108 pueden incluir representaciones del objeto de interés y de los objetos parásitos. Sin embargo, utilizando las técnicas tratadas a continuación, la imagen volumétrica 108 y la radiografía bidimensional 109 pueden ser utilizadas para producir una imagen bidimensional que solo incluye el objeto de interés. Esta imagen bidimensional del objeto de interés puede ser presentada a un operador del sistema 100 y/o proporcionada a un proceso automatizado para su análisis posterior.

En comparación con las técnicas que dependen de la visualización directa y/o del procesamiento automatizado de la imagen volumétrica 108 (ya sea con o sin los objetos parásitos presentes), la visualización o el procesamiento de una imagen bidimensional que incluye solo el objeto de interés, puede dar como resultado un rendimiento mejorado debido a una visualización más fácil del objeto de interés. Por ejemplo, la imagen bidimensional generada no incluye objetos superpuestos, mientras que la imagen volumétrica 108 y la radiografía bidimensional 109 habitualmente no incluyen objetos superpuestos. Así, la imagen bidimensional generada puede ser más fácil de visualizar y de comprender en comparación con la radiografía bidimensional 109 o la imagen volumétrica 108. Adicionalmente, en algunas implementaciones, la imagen bidimensional generada es una imagen de resolución espacial relativamente alta en comparación con la imagen volumétrica 108, y la imagen bidimensional generada puede proporcionar una mejor representación de la región de la que se ha formado la imagen. En estas implementaciones, la imagen bidimensional generada es creada a partir de la radiografía bidimensional 109, que tiene una resolución espacial mayor que la imagen volumétrica 108. Por ejemplo, la imagen volumétrica 108 puede incluir vóxeles que representan un espacio cúbico que es de 3,5 a 5 milímetros en un lado. La radiografía bidimensional 109 puede ser una imagen que incluye píxeles que presentan un espacio cuadrado que es de 0,5 a 1,0 milímetros en un lado, por ejemplo.

Como se ha tratado con mayor detalle con respecto a las figs. 3 y 4, para generar la imagen bidimensional del objeto de interés, el objeto de interés puede ser identificado en la imagen volumétrica 108 y eliminado de la imagen volumétrica 108. La identificación del objeto de interés también permite identificar los objetos parásitos porque el parásito en la imagen volumétrica 108 puede ser las otras partes de la imagen volumétrica 108 además de la que incluye el objeto de interés identificado. Objetos distintos del objeto de interés (por ejemplo, objetos parásitos) son identificados en la imagen volumétrica 108 y eliminados de la radiografía bidimensional 109 para producir una imagen bidimensional de alta resolución que incluye el objeto de interés pero no los objetos parásitos. Los objetos parásitos pueden ser eliminados de la radiografía bidimensional 109 sustrayendo, por ejemplo, los objetos parásitos de la radiografía bidimensional 109.

En mayor detalle, en el ejemplo mostrado en la fig. 1A, el sistema 100 incluye un dispositivo 101 de inspección que forma las imágenes de los contenedores 102, 104, y 106 mientras que los contenedores 102, 104, y 106 están presentes en la región de escaneo 112. Los contenedores 102, 104, y 106 pueden estar presentes en la región de escaneo 112 cuando los contenedores pasan a través de la región de escaneo 112 en una cinta transportadora 119, o los contenedores 102, 104, y 106 puede estar estacionarios en la región de escaneo 112. En el ejemplo mostrado en la fig. 1A, los contenedores 102, 104, y 106 entran en la región de escaneo 112 en una entrada 115. La entrada 115 puede estar cubierta por una puerta desmontable u otro tipo de cubierta (no mostrada). Así, la región de escaneo 112 puede ser considerada como una región volumétrica o espacio que está configurado para recibir objetos de los que se ha formado una imagen por el dispositivo 101 de inspección. Se puede formar una imagen de la región de escaneo 112 iluminando, por ejemplo, la región de escaneo 112 con radiación procedente de una fuente 120 de radiación. En algunas implementaciones, la fuente 120 es una fuente de rayos x que ilumina la región de escaneo, y cualesquiera objetos en la región de escaneo, con radiación de rayos x. En estas implementaciones, se puede formar una imagen de la región de escaneo 112 detectando la radiación de rayos x que pasa a través de la región de escaneo y cualesquiera objetos presentes en la región de escaneo, a un sensor 125, y generando tanto la imagen volumétrica 108 como la radiografía bidimensional 109 a partir de la radiación detectada.

La imagen volumétrica 108 puede ser, por ejemplo, una imagen de tomografía computarizada tridimensional que es producida a partir de una reconstrucción volumétrica completa de los datos recogidos por el sensor 125. La radiografía bidimensional 109 puede ser una proyección de rayos x de una parte de la región de escaneo 112 o de toda la región de escaneo 112. Como se ha tratado anteriormente, la radiografía bidimensional 109 puede tener una resolución espacial mayor que la imagen volumétrica 108. La imagen volumétrica 108 es una representación de la región de escaneo 112 y de los objetos dentro de la región de escaneo 112, y la radiografía bidimensional 109 es una imagen bidimensional de la región de escaneo 112.

Con referencia a la fig. 1B, se ha mostrado una vista lateral del dispositivo 101 de inspección. El dispositivo 101 de inspección incluye la fuente 120 de radiación, que puede ser una fuente de rayos x, un primer detector 160 y un segundo detector 165. El dispositivo 101 de inspección también puede incluir un colimador 167 y un filtro 169. La fuente de radiación 120, el primer detector 160, el segundo detector 165, el colimador 167, y el filtro 169 están fuera de la región de escaneo 112, y la maleta 104 está dentro de la región de escaneo 112.

En algunas implementaciones, la fuente 120 de radiación expone un objeto de interés que está dentro de la región de escaneo 112, tal como el maletín 104, a radiación de rayos x de al menos dos niveles de energía. Los rayos x pueden ser colimados por el colimador 167, que puede estar hecho de plomo u otro material de grosor suficiente para bloquear los rayos x. Los rayos x colimados pasan a través del maletín 104, son atenuados por el maletín 104 y el contenido del maletín 104, y los rayos x atenuados son detectados por el primer detector 160. El primer detector 160 puede ser, por ejemplo, un escintilador, y algunos o todos los rayos x atenuados pueden pasar a través del primer detector 160. El filtro 169 puede ser colocado enfrente del segundo detector 165 de tal manera que solo los rayos x que tienen energías por debajo de una energía de corte del filtro 169 alcanzan el segundo detector 165. El filtro 169 puede estar hecho de un material metálico tal como, por ejemplo, cobre. La disposición del primer y segundo detectores mostrados en el ejemplo de la fig. 1B puede ser referida como una configuración de adelante hacia atrás. En una configuración de adelante hacia atrás, los detectores 160 y 165 forman la imagen de la misma área de la región de escaneo 112, así los datos recogidos por los detectores 160 y 165 generalmente se alinean en el momento de la detección sin corrección adicional. En algunas implementaciones, el primer detector 160 y el segundo detector 165 pueden estar colocados uno a continuación

del otro en una configuración lado a lado. En algunas implementaciones, el dispositivo 101 de inspección puede incluir solo un detector.

Así, el primer y segundo detectores 160 y 165 detectan los rayos x atenuados que pasan a través del maletín 106. Los rayos x detectados son utilizados para generar la imagen volumétrica 108 y la imagen bidimensional 109 de la región de escaneo 112 y el contenido de la región de escaneo 112.

Volviendo a la fig. 1A, un módulo 135 de generación de imágenes procesa la imagen volumétrica 108 y la imagen bidimensional 109 (ambas de las cuales incluyen el objeto de interés y parásitos para producir una imagen bidimensional que solo incluye el objeto de interés. La imagen bidimensional del objeto de interés puede ser presentada en un puesto de operador 140 en un módulo de visualización 142. En el ejemplo mostrado en la fig. 1A, una alarma 144 puede ser disparada basándose en la presencia del explosivo 152.

Aunque en el ejemplo mostrado en la fig. 1A, el sistema 100 detecta la presencia de objetos de interés en contenedores que son utilizados en relación con el comercio y/o el transporte, en otros ejemplos, las técnicas tratadas a continuación pueden ser utilizadas para detectar la presencia de objetos de interés en otros contextos. Por ejemplo, las técnicas tratadas a continuación pueden ser utilizadas en aplicaciones médicas de formación de imágenes para determinar si, por ejemplo, tejidos biológicos de un paciente humano o una muestra de tejido están enfermos o sanos, o para formar imágenes de estructuras duras tales como huesos en el paciente.

Con referencia a la fig. 2, se ha mostrado un diagrama de bloques de un sistema 200 de inspección ejemplar. El sistema 200 incluye un aparato 210 de inspección y un puesto de análisis 250 que muestra los datos de imágenes bidimensionales de un objeto de interés, recibidos desde el aparato 210 de inspección. El sistema 200 puede ser similar al sistema 100 tratado con respecto a las figs. 1A y 1B.

El aparato 210 de inspección puede ser utilizado para inspeccionar objetos para determinar si el objeto incluye artículos de interés. El aparato 210 de inspección incluye una región de escaneo 215 que está configurada para recibir un objeto (tal como un contenedor o un paciente humano) del que se ha de formar la imagen con el aparato 210 de inspección. El aparato 210 de inspección también incluye un sistema 220 de formación de imágenes, un módulo 230 de generación de imágenes, un procesador 240, un dispositivo 242 de entrada/salida, y un almacenamiento electrónico 245. El aparato 210 de inspección genera una imagen bidimensional que incluye solo una representación de un objeto de interés de una imagen volumétrica y una radiografía bidimensional, cada una de las cuales incluye representaciones del objeto de interés y de los objetos parásitos.

La región de escaneo 215 es dimensionada apropiadamente dependiendo de los tipos de objetos que han de ser inspeccionados. Por ejemplo, la región de escaneo 215 puede ser lo bastante grande para recibir una maleta u otro artículo de equipaje de mano transportable. La región de escaneo 215 puede alojar un contenedor de camión o de transporte. En otros ejemplos, la región de escaneo 215 puede ser dimensionada para alojar un paciente humano. La región de escaneo 215 puede pasar a través del aparato 215 de inspección, o la región de escaneo 215 puede estar abierta solo en un extremo del aparato 215 de inspección.

El aparato 210 de inspección también incluye el sistema 220 de formación de imágenes, que incluye una fuente 222 y un módulo 224 de detección. El sistema 220 de formación de imágenes forma las imágenes del interior de la región de escaneo 215 y de los objetos dentro de la región de escaneo 215 para producir una imagen volumétrica 226 de la región de escaneo 215 y de los objetos dentro de la región de escaneo 215. El sistema 220 de formación de imágenes también produce una radiografía bidimensional 228 de la región de escaneo 215. La fuente 222 puede ser una fuente que emite rayos x, y la fuente 222 puede ser similar a la fuente 120 de radiación tratada anteriormente con respecto a la fig. 1B. El módulo 224 de detección incluye detectores que detectan la radiación producida por la fuente 222.

El módulo 230 de generación de imágenes genera una imagen bidimensional de un objeto de interés a partir de la imagen volumétrica de la región de escaneo 215 y una radiografía bidimensional de la región de escaneo 215. El aparato 210 de inspección también incluye el procesador 240, el dispositivo 242 de entrada/salida, y el almacenamiento 245. El almacenamiento 245 almacena instrucciones que, cuando son ejecutadas por el procesador 240, hacen que el módulo 230 de generación de imágenes realice operaciones tales como identificar un objeto de interés en la imagen volumétrica 108. El almacenamiento 245 también puede almacenar datos detectados por el módulo 224 de detección, instrucciones para recuperar los datos procedentes del módulo 224 de detección, e instrucciones para generar una imagen volumétrica basándose en los datos procedentes del módulo 224 de detección. El almacenamiento 245 es un módulo de memoria electrónica, y el almacenamiento 245 puede ser una memoria no volátil o persistente. El almacenamiento 245 puede ser una memoria volátil, tal como RAM. En algunas implementaciones, el almacenamiento 245 puede incluir tanto partes o componentes no volátiles como volátiles.

El procesador 240 puede ser un procesador adecuado para la ejecución de un programa informático tal como un microprocesador de propósito general o especial, y uno o más procesadores de cualquier tipo de ordenador digital. Generalmente, un procesador recibe instrucciones y datos desde una memoria de solo lectura o una memoria de acceso aleatorio o ambas. El procesador 240 recibe instrucciones y datos desde los componentes del aparato 210 de inspección, tal como, por ejemplo, el sistema 220 de formación de imágenes y/o el módulo 230 de generación de imágenes, para, por ejemplo, analizar datos procedentes del sistema 220 de formación de imágenes para generar una

imagen bidimensional que incluye solo una representación del objeto de interés pero no de objetos parásitos. En algunas implementaciones, el aparato 210 de inspección incluye más de un procesador.

5 El dispositivo 242 de entrada/salida puede ser cualquier dispositivo capaz de transmitir datos a, y de recibir datos desde, el aparato 210 de inspección. Por ejemplo, el dispositivo 242 de entrada/salida puede ser un ratón, una pantalla táctil, un lápiz óptico, un teclado, o cualquier otro dispositivo que permite a un usuario interactuar con el aparato 210 de inspección. En algunas implementaciones, el dispositivo 242 de entrada/salida puede estar configurado para recibir una entrada de un proceso automatizado o una máquina o para proporcionar una salida a un proceso automatizado o una máquina.

10 El sistema 200 también incluye el puesto 250 de análisis. El puesto 250 de análisis incluye un módulo 260 de entrada, un módulo 270 de generación de interfaz, un módulo 270 de interacción y recuperación de imágenes, un procesador 280, y un dispositivo 290 de entrada/salida. El puesto 250 de análisis puede ser similar al puesto 140 de operador tratado anteriormente con respecto a la fig. 1A. El módulo 260 de entrada recibe la imagen bidimensional del objeto de interés desde el aparato 210 de inspección o el módulo 230 de generación de imágenes. La imagen bidimensional puede ser transferida sobre una conexión de red inalámbrica o por cable. El módulo 270 de generación de interfaz muestra la
15 imagen bidimensional que incluye una representación del objeto de interés pero no de los objetos parásitos en un módulo de visualización tal como el módulo de visualización 142 tratado anteriormente con respecto a la fig. 1A. El puesto de análisis también incluye un módulo 265 de interacción y recuperación de imágenes que permite la interacción con la imagen mostrada. Por ejemplo, el módulo 265 de interacción y recuperación de imágenes puede permitir a un operador acercarse a un área de interés en la imagen bidimensional.

20 El puesto 250 de análisis también incluye un procesador 270 y un dispositivo 280 de entrada/salida. El procesador 270 ejecuta instrucciones que hacen que el módulo 260 de generación de interfaz genere y muestre la interfaz y los comando de proceso recibidos desde el dispositivo 280 de entrada/salida. El dispositivo 280 de entrada/salida puede ser cualquier dispositivo que permita a un usuario interactuar con el puesto 250 de análisis. Por ejemplo, el dispositivo 280 de entrada/salida puede ser un ratón, un teclado, o una pantalla táctil. Aunque en el ejemplo de la fig. 2, el puesto 250 de
25 análisis y el aparato 210 de inspección son mostrados como componentes separados que está en comunicación entre sí, este no es necesariamente el caso. En algunas implementaciones, el puesto 250 de análisis está integrado en el aparato 210 de inspección.

30 En una implementación, el aparato 210 de inspección es un sistema de reconstrucción continua de imágenes en el que la fuente 222 produce radiación continuamente y expone la región de escaneo 215 a la radiación, y el módulo 224 de detección detecta radiación continuamente desde la fuente 222. El sistema 220 de formación de imágenes produce la imagen volumétrica de la región de escaneo 215 basándose en la radiación detectada por el módulo 224 de detección. Así, las implementaciones en las que el aparato 210 de inspección es un sistema de reconstrucción continua de imágenes, la imagen volumétrica 226 y la radiografía bidimensional 228 de la región de escaneo 215 son generadas independientemente de si la región de escaneo 215 incluye un objeto.

35 En una segunda implementación, el aparato 210 de inspección es un sistema de reconstrucción no continua de imágenes. En esta implementación, el aparato 210 de inspección también incluye fotocélulas (no mostradas) que detectan la presencia de un contenedor en la región de escaneo 215, y la presencia de un contenedor dispara la fuente 222 para producir radiación, el módulo 224 de detección detecta la radiación que pasa a través del contenedor, y el sistema 220 de formación de imágenes genera la imagen volumétrica 226 y la radiografía bidimensional 228 a partir de la radiación detectada por el módulo 224 de detección. Así, en implementaciones en las que el aparato 210 de inspección
40 es un sistema de reconstrucción no continua de imágenes, la imagen volumétrica 228 y la radiografía bidimensional son creadas solo cuando un objeto está presente en la región de escaneo 215.

45 Con referencia a las figs. 3 y 4, se ha ilustrado un proceso 300 ejemplar que utiliza datos tridimensionales y datos bidimensionales para generar una imagen bidimensional, de alta resolución de un objeto de interés. El proceso 300 puede ser realizado por uno o más procesadores incluidos en un sistema de inspección tal como el sistema 100 o el sistema 200 tratados anteriormente con respecto a las figs. 1A, 1B, y 2. La imagen bidimensional generada por el proceso 300 incluye una representación de un objeto de interés pero no incluye una representación de objetos parásitos.

50 Una imagen volumétrica 405 y una imagen bidimensional 410 son adquiridas a partir del sistema (310) de inspección. La imagen volumétrica 405 y la radiografía bidimensional 410 pueden ser generadas a partir de una radiación detectada como se ha tratado anteriormente con respecto a las figs. 1A, 1B, y 2. Con referencia también a la fig. 4, la imagen volumétrica 405 es una representación tridimensional de una bolsa que está en la región de escaneo 215 del sistema de inspección, y la imagen bidimensional 410 es una representación bidimensional de los objetos dentro de la bolsa. La imagen volumétrica 405 puede ser "voxelizada" a la imagen volumétrica 420, en la que los objetos geométricos 405A-405D representados en la imagen volumétrica 405 son convertidos en representaciones de vóxel (por ejemplo, los
55 objetos 405A-405D son "voxelizados"). Un vóxel es una unidad cúbica de volumen que representa una unidad de volumen, y un vóxel puede ser considerado con el equivalente de un píxel que representa una unidad de área en una imagen bidimensional. La imagen volumétrica 420 puede ser referida como la reconstrucción "voxelizada" de la imagen volumétrica 405.

La bolsa de la que se ha formado una imagen en el ejemplo mostrado en la fig. 4 incluye cuatro objetos, una pelota 405A, un teléfono 405B, un asistente digital personal (PDA) 405C, y un peluche 405D son considerados objetos parásitos. En este ejemplo, el objeto de interés es la pelota 405A y un teléfono 405B, la PDA 405 C y el peluche 405D se consideran objetos parásitos. En otros ejemplos, puede haber más de un objeto de interés y más o menos objetos parásitos. Como se ha mostrado en la fig. 4, la imagen volumétrica 405 y la reconstrucción "voxelizada" 410 incluyen información en perspectiva sobre la colocación relativa de los objetos 405A-405D en la bolsa. Por ejemplo, la PDA 405C está enfrente de y ligeramente por debajo de la pelota 405A, y el teléfono 405B está por encima y a la izquierda de la PDA 405C.

En la radiografía bidimensional 410, los objetos 405A-405D se superponen. En contraste con la imagen volumétrica 405 y la reconstrucción "voxelizada" 420, la radiografía bidimensional 410 no muestra información de profundidad. Así, en la radiografía bidimensional 410, el teléfono 405B parece superponerse a la pelota 405A, y la pelota 405A parece superponerse a la PDA 405C. Sin embargo, aunque la radiografía bidimensional 410 no muestra la colocación relativa de los objetos en la bolsa, la radiografía bidimensional 410 puede ser una imagen de resolución espacial mayor que la imagen volumétrica 405. En otras palabras, un píxel de la radiografía bidimensional 410 puede representar un área física menor que un vóxel de la reconstrucción "voxelizada" 420. Así, cuando es visualizada, la radiografía bidimensional 410 puede parecer más nítida o más detallada para un operador humano en comparación con una visualización directa de la reconstrucción "voxelizada" 420. De manera similar, cuando es procesada mediante un proceso automatizado, la radiografía bidimensional 410 puede proporcionar más información, en algunos aspectos, que la reconstrucción "voxelizada" 420. Como se ha tratado a continuación, utilizando la información en la reconstrucción "voxelizada" 420, los objetos parásitos 405B-405D pueden ser eliminados de la radiografía 410 para producir una imagen bidimensional 450 de toda la pelota 405A (por ejemplo, el objeto de interés) sin los objetos 405B-405D (por ejemplo, los objetos parásitos). Las partes de la pelota 405A que son oscurecidas por el teléfono 405A en la radiografía 410 resultan visibles en la imagen bidimensional 450 después de que los objetos parásitos 405B-405D sean retirados de la radiografía 410 porque la representación en la radiografía 410 incluye una suma de la radiación de la pelota 405A y del teléfono 405A. Así, cuando la parte que representa el teléfono 405A es eliminada, solo la pelota 405A permanece en la imagen 450.

El objeto de interés (por ejemplo, la pelota 405A), es identificado en la reconstrucción "voxelizada" 420 (320). El objeto de interés puede ser identificado utilizando una variedad de técnicas de análisis. Por ejemplo, se puede saber que los objetos de interés son redondos, y se puede aplicar un detector de borde seguido por un filtro para detectar objetos que tienen contornos redondos a la imagen volumétrica 405 para encontrar objetos redondos. Adicional o alternativamente, se pueden utilizar características materiales de los objetos en la imagen volumétrica 405 para identificar posibles objetos de interés. Por ejemplo, en algunas aplicaciones de seguridad, es más probable que los materiales de alta densidad (tales como plomo y metal) sean objetos de interés que los materiales de baja densidad (tales como tela). En el ejemplo mostrado en la fig. 4, la imagen volumétrica 405, incluye vóxeles que representan la bolsa y los objetos 405A-405D de dentro de la bolsa. La imagen volumétrica 405 puede ser creada detectando la radiación de rayos x que ha pasado a través de la bolsa a un detector. Así, aunque la imagen volumétrica 405 incluye datos que representan toda la bolsa, solo los materiales de alta densidad son visibles en la imagen volumétrica 405. Debido a que los vóxeles que representan los materiales de alta densidad son los vóxeles son los más útiles para determinar si la bolsa incluye artículos de interés, los vóxeles que representan los materiales de baja densidad pueden ser ignorados como objetos parásitos y los vóxeles que representan materiales de alta densidad puede estar asociados con un objeto de interés. Específicamente, la imagen volumétrica puede ser una imagen de tomografía computarizada (CT) que incluye vóxeles que representan un objeto del que se ha formado una imagen (tal como la pelota 405A, el teléfono 405B, y la PDA 405C, y el peluche 405D). Los vóxeles están cada uno asociado con un valor que corresponde aproximadamente al peso atómico medio del objeto del que se ha formado una imagen. Los valores de vóxel pueden estar representados como valores de CT. Los valores de CT pueden ser expresados en unidades de Hounsfield, y los valores de vóxel pueden ser un valor relativo a un valor que representa una cantidad de energía que pasa a través de un volumen conocido de agua y detectada por un detector de rayos x. Los artículos de interés desde una perspectiva de detección de explosivos (y la detección de otros artículos de contrabando) tienden a tener una densidad mayor y un número atómico mayor en comparación con los artículos que no son de interés (tales como aire y ropa). Así, debido a que los artículos de interés tienden a ser materiales de alta densidad, se puede determinar un intervalo de valores conocidos por estar asociados con materiales de alta densidad. Los vóxeles que tienen valores dentro del intervalo de valores, o por encima de un valor son vóxeles que pueden representar artículos de interés. Por el contrario, los artículos de baja densidad, tales como tela, pueden estar representados por vóxeles que tienen valores por debajo del intervalo de valores conocidos por ser valores de vóxeles que representan materiales de alta densidad. Adicionalmente, los valores de los vóxeles de artículos de baja densidad tales como tela y aire tienden a ser mucho menores que los valores de los vóxeles que representan artículos de interés de alta densidad. Aunque los artículos de interés pueden ser artículos de mayor densidad, en algunos ejemplos los artículos de interés pueden tener una densidad más baja que los vóxeles antecedentes. En estas implementaciones, los vóxeles que tienen un intervalo de valores por debajo del intervalo de valores son vóxeles que representan artículos de interés.

Así, el objeto de interés puede ser identificado dentro de la reconstrucción "voxelizada" 420. Adicionalmente, debido a que las partes o regiones de la reconstrucción "voxelizada" 420 diferentes de las que incluyen el objeto de interés pueden ser consideradas parásitas, los objetos y regiones parásitos también son identificados.

Con referencia a la fig. 3, una región localizada de la reconstrucción "voxelizada" 420 que incluye el objeto de interés identificado es eliminada para crear una imagen volumétrica 430 (330) de objeto eliminado. La región localizada de la

reconstrucción "voxelizada" 420 puede incluir el objeto de interés identificado y los vóxeles en la proximidad del objeto de interés identificado. La proximidad del objeto de interés identificado puede ser, por ejemplo, vóxeles dentro de un límite entre el objeto de interés identificado o vóxeles justo fuera del límite del objeto de interés identificado. En algunas implementaciones, la proximidad puede incluir todos los vóxeles que caen dentro de una región definida por las coordenadas espaciales máximas y mínimas del objeto de interés identificado. En este ejemplo, la región puede aproximarse, por ejemplo, mediante un círculo, una elipse, o un rectángulo definido por las coordenadas. En algunas implementaciones la proximidad puede incluir vóxeles que son adyacentes a los vóxeles que forman un límite del objeto de interés identificado y/o vóxeles que están conectados al objeto de interés identificado.

La imagen volumétrica 430 de objeto eliminado es creada eliminando el objeto de interés identificado (cualquier volumen localizado que incluya el objeto de interés identificado) de la reconstrucción "voxelizada" 420. El objeto de interés identificado puede ser eliminado, por ejemplo, ajustando los vóxeles que constituyen la región localizada que incluye el objeto de interés a cero. Así, el objeto de interés identificado (la pelota 405A en este ejemplo) no está representado en la imagen volumétrica 430 de objeto eliminado, pero los objetos parásitos (el teléfono 405B, la PDA 405C, y el peluche 405D) están representados en la imagen volumétrica de objeto eliminado.

La imagen volumétrica 430 de objeto eliminado es proyectada hacia delante para crear una imagen 440 (340) de objeto eliminado bidimensional. La proyección hacia delante se refiere a la proyección de los datos en la reconstrucción "voxelizada" 420 sobre un espacio de proyección bidimensional. La proyección hacia delante de la reconstrucción "voxelizada" 420 puede ser considerada que es la imagen bidimensional que es percibida cuando se visualiza la reconstrucción "voxelizada" 420 en un módulo de visualización bidimensional. Así, la imagen volumétrica de objeto eliminado es una imagen bidimensional que incluye representaciones de los objetos parásitos 405B-405D, pero no incluye una representación del objeto de interés 405A (por ejemplo, la pelota).

La imagen bidimensional 440 de objeto eliminado y la radiografía bidimensional 410 adquirida son comparadas (350) de tal manera que los objetos parásitos son eliminados de la radiografía bidimensional 410 adquirida. La comparación de la imagen bidimensional 440 de objeto eliminado y la radiografía bidimensional 410 puede incluir sustraer la imagen bidimensional 440 de objeto eliminado de la radiografía bidimensional 410 (o viceversa). Como se ha mostrado en la fig. 4, la imagen bidimensional 440 de objeto eliminado incluye el teléfono 405B, la PDA 405C, y el peluche 405D (los objetos parásitos) pero no la pelota 405A (el objeto de interés). Así, la sustracción de la imagen bidimensional 440 de objeto eliminado de la radiografía bidimensional 410 da como resultado la eliminación de los objetos parásitos de la radiografía bidimensional 410. Antes de sustraer o de otra manera comparar la imagen bidimensional 440 de objeto eliminado y la radiografía bidimensional 410 adquirida, la imagen bidimensional 440 de objeto eliminado y la radiografía bidimensional 410 son registradas de tal manera que los objetos parásitos y el objeto de interés se alinean en las dos imágenes.

En algunas implementaciones, en lugar de identificar el objeto de interés, los objetos parásitos y/o las regiones parásitas pueden ser identificados en la reconstrucción "voxelizada". Los objetos parásitos o las regiones parásitas identificados pueden ser proyectados hacia delante y eliminado de la radiografía bidimensional.

En algunas implementaciones, la radiografía bidimensional 410 puede ser procesada antes de la eliminación de los objetos parásitos 405B-405D. Por ejemplo, se puede aplicar un filtro de paso bajo a todo lo que esté fuera de los límites del objeto de interés. Así, el filtro de paso bajo no se aplica al objeto de interés, pero el filtro se aplica a los objetos parásitos. La aplicación del filtro de paso bajo puede ayudar a reducir o eliminar la aparición de "espectros" que de otra manera pueden aparecer en la radiografía bidimensional. En algunas implementaciones, además de, o en lugar de, procesar la radiografía bidimensional 410 con un filtro de paso bajo, la imagen 440 de objeto eliminado puede ser procesada con el filtro de paso bajo.

Una imagen bidimensional 450 del objeto de interés es generada basándose en la comparación (360). Como se ha mostrado en la fig. 4, la imagen bidimensional 450 incluye una pelota 405A (por ejemplo, el objeto de interés), pero no el teléfono 405B, la PDA 405C, o el peluche 405D (por ejemplo, los objetos parásitos). En algunas implementaciones, la imagen bidimensional 450 es la radiografía bidimensional 410 con los objetos parásitos eliminados. En algunas implementaciones, la imagen bidimensional 450 es una imagen separada que es generada a partir de la imagen bidimensional 410. Así, se ha generado una imagen bidimensional, de alta resolución que incluye una representación del objeto de interés sin los objetos parásitos.

En algunas implementaciones, se pueden crear radiografías bidimensionales, de baja resolución que incluyen solo el objeto de interés en lugar de radiografías bidimensionales de alta resolución. En estas implementaciones, la proximidad volumétrica del objeto de interés identificado en (320, 330) tratada anteriormente es proyectada hacia delante para crear una imagen bidimensional del objeto de interés. Debido a que los vóxeles en la proximidad volumétrica son de la imagen "voxelizada" 420 de baja resolución, esta técnica tiende a producir una imagen con píxeles que representan un área mayor que los píxeles de la radiografía bidimensional 410. Así, esta implementación puede producir una imagen de resolución espacial mejor del objeto de interés en comparación con la imagen 450 tratada anteriormente. Sin embargo, esta implementación puede dar como resultado un rendimiento más rápido.

Se han descrito un número de implementaciones. Sin embargo, se comprenderá que pueden hacerse distintas modificaciones sin salirse del alcance de la descripción, como se ha definido por las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, se pueden producir múltiples imágenes volumétricas (tales como la imagen volumétrica 108) y/o múltiples

radiografías bidimensionales (tales como la radiografía bidimensional 109) por el dispositivo de inspección 101. Cada una de las múltiples imágenes volumétricas y de las radiografías bidimensionales puede representar una parte diferente de la región de escaneo 112.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) de inspección de materiales que comprende:
 - una región (212) de escaneo configurada para recibir un objeto;
 - una fuente (120) de radiación configurada para iluminar la región de escaneo;
 - 5 un sensor (125) configurado para detectar la radiación procedente de la región de escaneo;
 - un procesador;
 - un medio de almacenamiento legible por ordenador que almacena instrucciones para generar una imagen bidimensional del objeto de interés, haciendo las instrucciones, cuando son ejecutadas, que el procesador realice lo siguiente:
 - 10 generar una imagen volumétrica (108) de la región de escaneo basada en la radiación detectada, incluyendo la imagen volumétrica una representación de un objeto de interés y de otro objeto,
 - generar una radiografía bidimensional (109) de la región de escaneo basada en la radiación detectada, incluyendo la radiografía bidimensional una representación del objeto de interés y del otro objeto,
 - 15 analizar la imagen volumétrica para identificar el objeto de interés o el otro objeto en la imagen volumétrica,
 - basándose en la imagen volumétrica analizada, generar una imagen bidimensional que excluya el objeto de interés,
 - 20 caracterizado por que las instrucciones, cuando son ejecutadas, además hacen que el procesador realice los siguiente:
 - comparar la radiografía bidimensional y la imagen bidimensional que se generó basándose en la imagen volumétrica analizada y que excluye el objeto de interés identificado, y
 - generar una imagen bidimensional basándose en la comparación, incluyendo la imagen bidimensional el objeto de interés y excluyendo el otro objeto.
- 25 2. El sistema de la reivindicación 1, en el que la fuente (120) está configurada para producir una radiación de rayos x, y el sensor (125) está configurado para detectar la radiación de rayos x.
3. El sistema de la reivindicación 1, en el que la imagen volumétrica (108) es analizada para identificar el objeto de interés, y que comprende además eliminar el objeto de interés de la imagen volumétrica para generar una imagen volumétrica de objeto eliminado.
- 30 4. El sistema de la reivindicación 3, en el que las instrucciones que hacen que el procesador genere una imagen bidimensional que excluye el objeto de interés incluya instrucciones para proyectar hacia delante la imagen volumétrica de objeto eliminado.
5. El sistema de la reivindicación 1, en el que las instrucciones hacen que el procesador compare la radiografía bidimensional (109) y la imagen bidimensional que excluye el objeto de interés identificado son instrucciones que hacen
 - 35 que el procesador o bien
 - a) sustraiga la radiografía bidimensional de la imagen bidimensional que excluye el objeto de interés identificado o bien
 - b) sustraiga la imagen bidimensional que excluye el objeto de interés identificado de la radiografía bidimensional.
- 40 6. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además un módulo de visualización (142).
7. Un método para generar una imagen de un objeto de interés, comprendiendo el método:
 - adquirir, a partir de un sistema de formación de imágenes, una imagen volumétrica (108) de una región de escaneo, incluyendo la región de escaneo un objeto de interés y otro objeto e incluyendo la imagen volumétrica datos que representan el objeto de interés y el otro objeto;
 - 45 adquirir, a partir del sistema de formación de imágenes, una radiografía bidimensional (109) de la región de escaneo, incluyendo la radiografía bidimensional de la región de escaneo datos que representan el objeto de interés y el otro objeto;

analizar la imagen volumétrica para identificar el objeto de interés en la imagen volumétrica (108); y

basándose en la imagen volumétrica analizada, generar una imagen bidimensional de objeto eliminado eliminando el objeto de interés de la imagen volumétrica, caracterizado por que el método comprende además:

- 5 comparar, en el sistema de formación de imágenes, la radiografía bidimensional y la imagen bidimensional de objeto eliminado generada eliminando el objeto de interés de la imagen volumétrica; y
- generar una imagen bidimensional basada en la comparación, incluyendo la imagen bidimensional generada el objeto de interés y excluyendo el otro objeto.
8. El método de la reivindicación 7, que comprende además presentar la imagen bidimensional generada.
- 10 9. El método de la reivindicación 7,
- en el que comparar la radiografía bidimensional (109) y la imagen volumétrica (108) comprende o bien
- a) sustraer la imagen bidimensional de objeto eliminado de la radiografía bidimensional, o bien
- b) sustraer la radiografía bidimensional de la imagen bidimensional de objeto eliminado.
- 15 10. El método de la reivindicación 9, que comprende además registrar la imagen bidimensional de objeto eliminado y la radiografía bidimensional adquirida antes de sustraer la imagen bidimensional de objeto eliminado de la radiografía bidimensional adquirida.
11. El método de la reivindicación 7, que comprende además filtrar la imagen bidimensional de objeto eliminado.
12. El método de la reivindicación 7, en el que el objeto de interés identificado está representado en la imagen volumétrica por uno o más vóxeles, y
- 20 eliminar el objeto de interés identificado de la imagen volumétrica incluye ajustar los uno o más vóxeles iguales a cero.
13. El método de la reivindicación 7, en el que la radiografía bidimensional (109) adquirida tiene una resolución espacial mayor que la imagen volumétrica (108) adquirida.
14. El método de la reivindicación 7, en el que al menos una parte del objeto de interés oscurece al menos una parte del otro objeto en la radiografía bidimensional (109) adquirida.

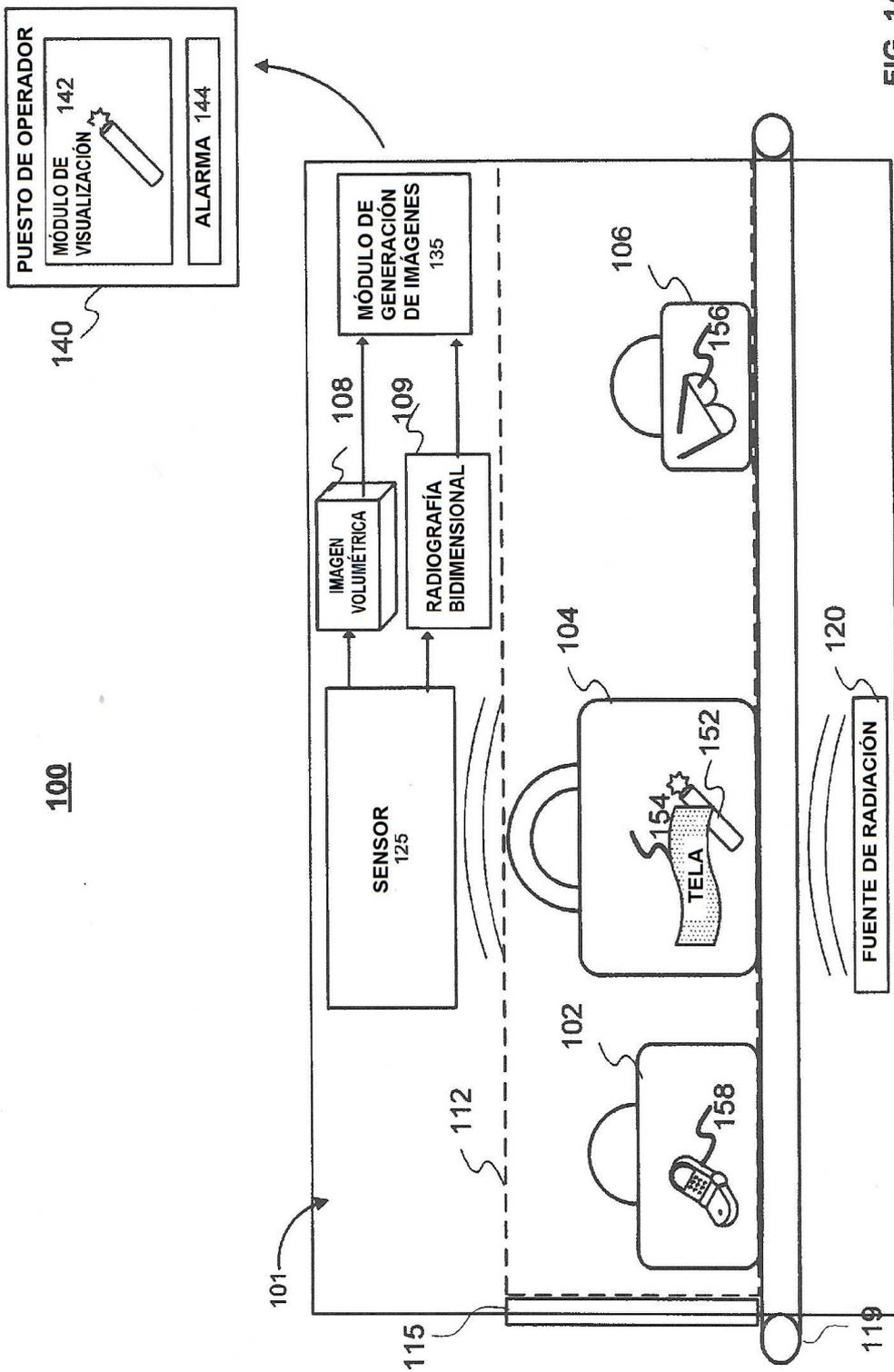


FIG. 1A

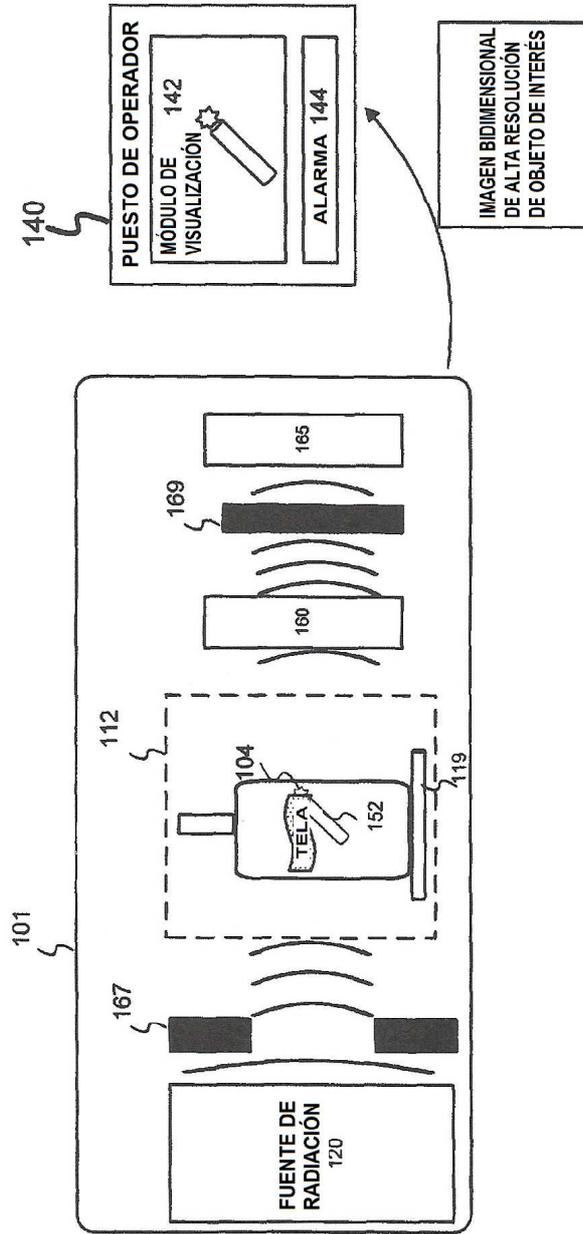


FIG. 1B

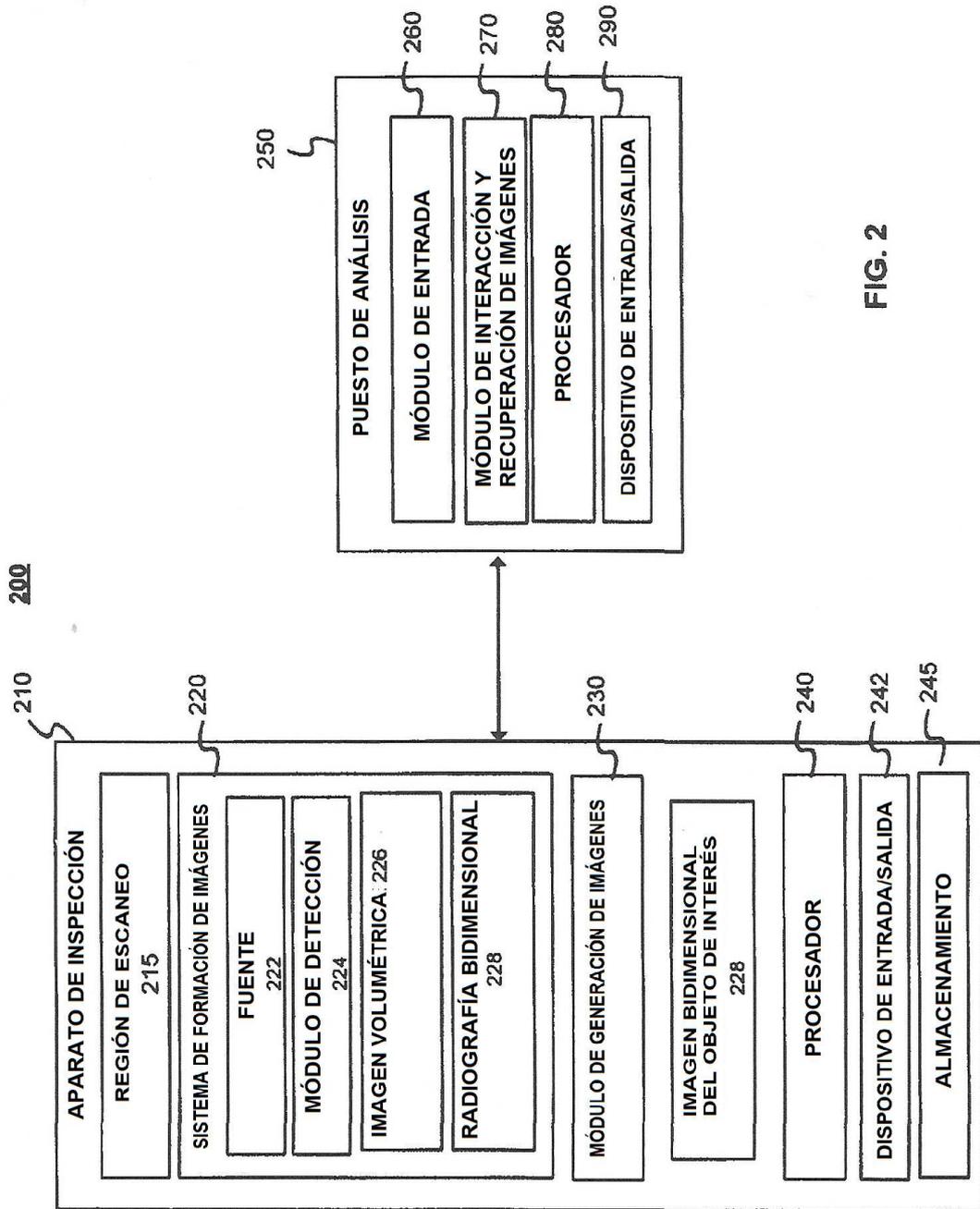


FIG. 2

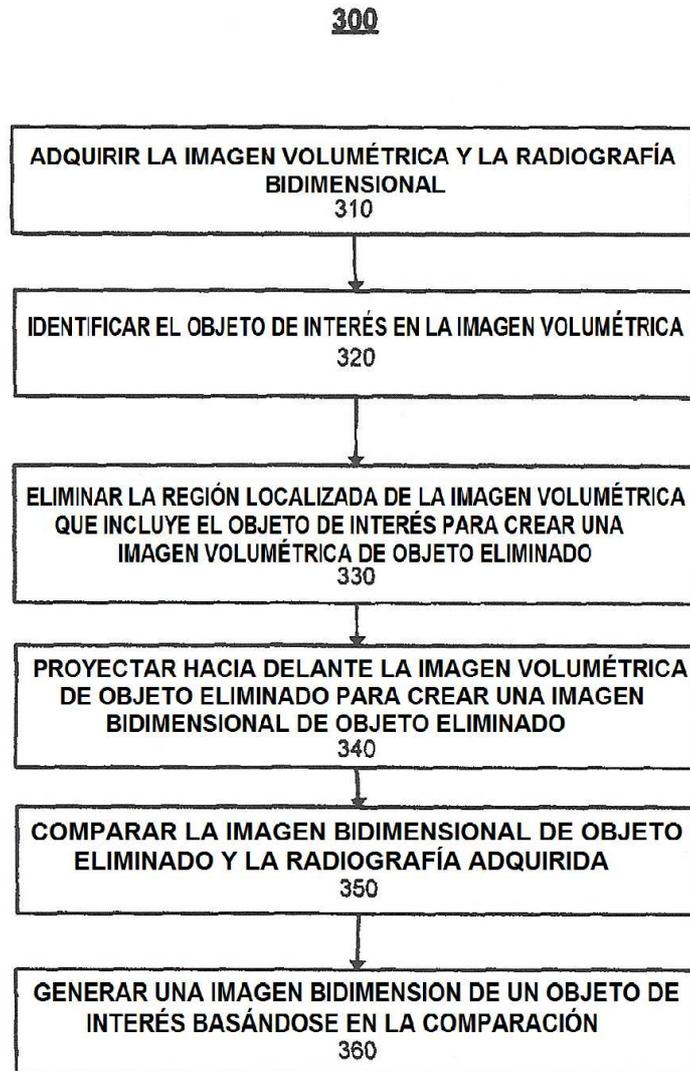


FIG. 3

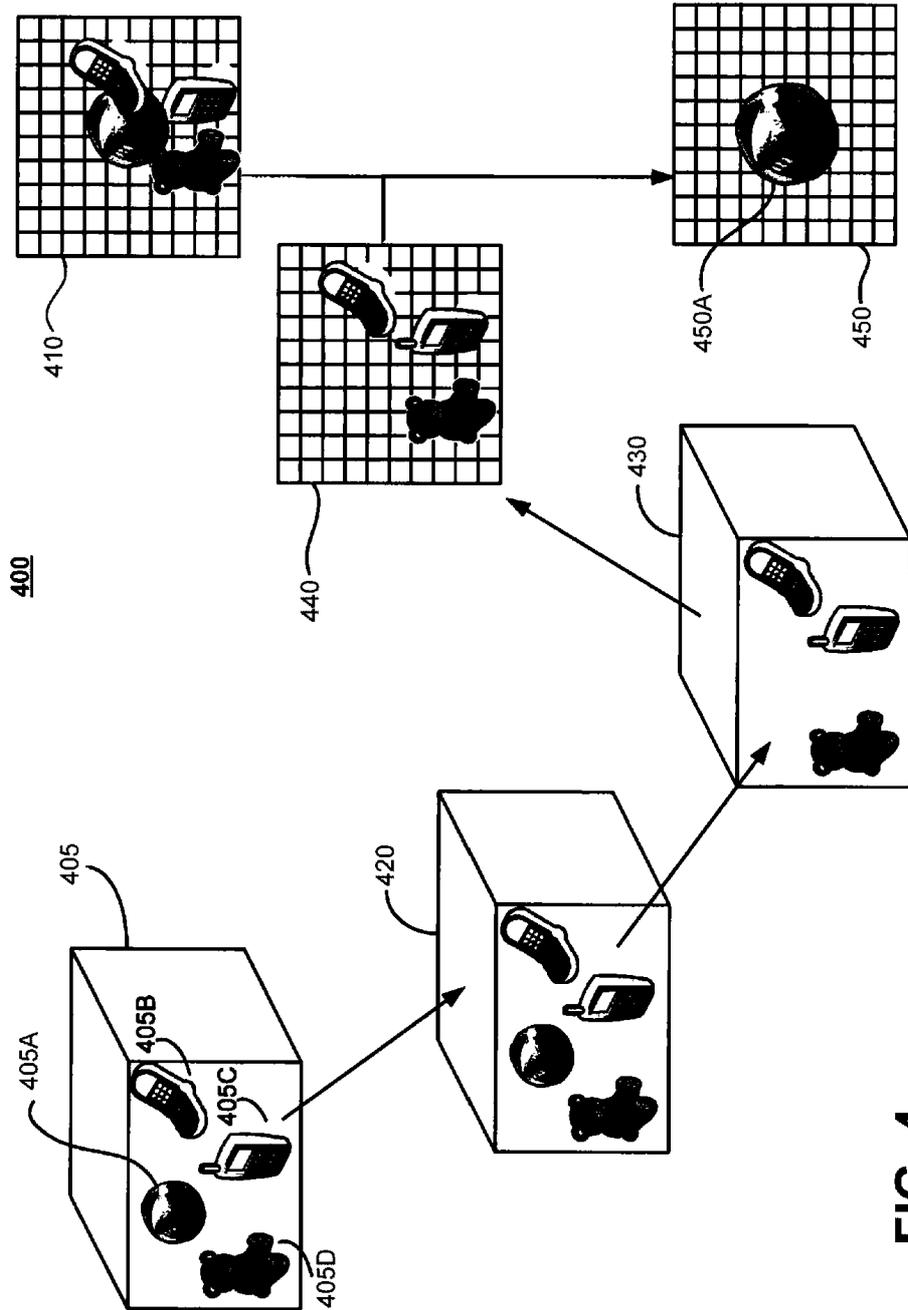


FIG. 4