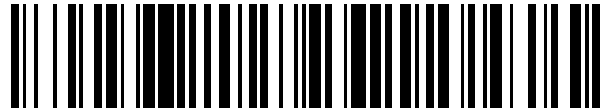


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 641 456**

51 Int. Cl.:

A61B 6/03

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.02.2013 PCT/US2013/025993**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.08.2013 WO13123091**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.02.2013 E 13749870 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.06.2017 EP 2814396**

54 Título: **Sistema y método para navegar por una pila de tomosíntesis usando datos de imágenes sintetizadas**

30 Prioridad:

13.02.2012 US 201261597958 P

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

10.11.2017

73 Titular/es:

**HOLOGIC, INC. (100.0%)
250 Campus Drive
Marlborough, MA 01752, US**

72 Inventor/es:

**CHEN, JIN-LONG;
CHUI, HAILI;
GKANATSIOS, NIKOLAOS;
KREEGER, KEVIN;
MARSHALL, JULIAN;
MISLAN, DAVID;
PRAZER, MARK A. y
ZHANG, XIANGWEI**

74 Agente/Representante:

MARTÍN DE LA CUESTA, Alicia María

ES 2 641 456 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 navegar por una pila de tomosíntesis usando datos de imágenes sintetizadas

5 **Datos de solicitud relacionada**

Esta solicitud reivindica el beneficio de prioridad según 35 U.S.C. §119 para la solicitud de patente estadounidense provisional n.º 61/597.958, presentada el 13 de febrero de 2012, y que se incorpora por la presente como referencia en su totalidad.

10

Campo

Las invenciones dadas a conocer en el presente documento pertenecen a la obtención de imágenes de mamas usando tomosíntesis, y más específicamente a un sistema y un método para guiar la navegación de un conjunto de datos de tomosíntesis, que emplea una imagen 2D sintetizada que se obtiene importando datos relevantes del conjunto de datos de tomosíntesis para dar la imagen sintetizada, y luego usando la imagen 2D para navegar por los datos de tomosíntesis.

15

20 **Antecedentes**

Se usa desde hace mucho tiempo la mamografía para detectar cáncer de mama y otras anomalías. De manera tradicional, se han formado las mamografías sobre película de rayos X. Más recientemente, se han introducido aparatos de obtención de imágenes digitales de pantalla plana que adquieren una mamografía en forma digital, y facilitan de ese modo el análisis y almacenamiento de las imágenes adquiridas, y también proporcionan otros beneficios. Además, se han dedicado una atención y un desarrollo tecnológico sustanciales para la obtención de imágenes tridimensionales de la mama, usando métodos tales como la tomosíntesis de mama. A diferencia de las imágenes 2D generadas por sistemas de mamografía tradicionales, los sistemas de tomosíntesis de mama construyen un volumen de imagen 3D a partir de una serie de imágenes de proyección 2D, obteniéndose cada imagen de proyección a un desplazamiento angular diferente de una fuente de rayos X con relación al detector de imagen a medida que se explora la fuente de rayos X por el detector. El volumen de imagen 3D construido se presenta normalmente como una pluralidad de cortes de datos de imagen, reconstruyéndose geoméricamente los cortes en planos paralelos al detector de obtención de imágenes. Los cortes de tomosíntesis reconstruidos reducen o eliminan los problemas provocados por el solapamiento de tejidos y el ruido estructural presentes en un único corte, obteniendo imágenes de mamografía bidimensionales, permitiendo que un profesional médico (por ejemplo, un radiólogo) se desplace por los cortes de imagen para visualizan estructuras subyacentes.

20

25

30

35

Recientemente, se han desarrollado sistemas de tomosíntesis para la detección y el diagnóstico de cáncer de mama. En particular, Hologic, Inc. (www.hologic.com), ha desarrollado un sistema de mamografía/tomosíntesis multimodal, fusionado que adquiere uno o ambos tipos de imágenes de mamografía y tomosíntesis, o bien mientras la mama permanece inmobilizada o bien en diferentes compresiones de la mama. Otras empresas han propuesto la introducción de sistemas que están dedicados a la obtención de imágenes de tomosíntesis; es decir, que no incluyen la capacidad para adquirir también una mamografía.

40

Sin embargo, los sistemas restringidos a la adquisición y la presentación visual de imágenes de tomosíntesis pueden presentar un obstáculo para la aceptación de la tecnología de obtención de imágenes de tomosíntesis, ya que los profesionales médicos se han habituado al examen y al análisis de imágenes de mamografía 2D convencionales. En particular, las mamografías proporcionan una buena visualización de microcalcificaciones, y pueden ofrecer una mayor resolución espacial en comparación con las imágenes de tomosíntesis. Aunque las imágenes de tomosíntesis proporcionadas por sistemas de tomosíntesis de mama dedicados tienen otras características deseables, por ejemplo, un mejor aislamiento y visualización de estructuras en la mama, tales sistemas no tienen influencia sobre las aptitudes de interpretación de los profesionales médicos.

45

50

Se describen ejemplos de sistemas y métodos que tienen influencia sobre las aptitudes de interpretación con el fin de facilitar la transición a la tecnología de tomosíntesis en la patente estadounidense n.º 7.760.924. En particular, la patente estadounidense n.º 7.760.924 describe un método de generación de una imagen 2D sintetizada, que puede presentarse visualmente junto con imágenes reconstruidas o de proyección de tomosíntesis, con el fin de ayudar en la detección y el diagnóstico.

55

El documento US2011/0110576 da a conocer un método para presentar visualmente imágenes de mama sintetizadas 2D en el que se forman bloques a partir de partes de cortes reconstruidos determinadas mediante detección asistida por ordenador (CAD, *computer aided detection*) en la ubicación correspondiente de dicha imagen 2D.

60

65 **Sumario**

El método y el sistema de la invención se definen respectivamente en las reivindicaciones independientes 1 y 8.

Según un aspecto de las invenciones dadas a conocer y descritas en el presente documento, se proporcionan un sistema y un método para procesar, presentar visualmente y navegar por información de tejido mamario, en los que el sistema está configurado para, y el método incluye: (i) obtener una pluralidad de imágenes 2D y/o 3D de la mama de una paciente; (ii) generar una imagen 2D sintetizada de la mama de la paciente a partir de las imágenes 2D y/o 3D obtenidas de la pluralidad; (iii) presentar visualmente la imagen 2D sintetizada; (iv) recibir una orden de usuario, o detectar de otro modo a través de una interfaz de usuario, una selección de usuario u otra indicación de un objeto o una región en la imagen 2D sintetizada; y (v) presentar visualmente al menos una parte de una o más imágenes de la pluralidad, incluyendo una imagen fuente y/o la representación más similar del objeto o la región indicados o seleccionados por el usuario.

De manera adicional y/o alternativamente, el sistema puede estar configurado para, y el método puede incluir, simultáneamente presentar visualmente una imagen fuente respectiva y/o la representación más similar de una estructura tisular o región que corresponde a una ubicación dada de un dispositivo de entrada móvil de usuario en la imagen 2D sintetizada presentada visualmente. Aunque pueden emplearse diversas técnicas de procesamiento de imágenes para proporcionar esta funcionalidad de navegación, en una realización preferida, el sistema está configurado preferiblemente para, y el método incluye además, generar un mapa de índices que comprende información de identificación de imágenes seleccionadas de la pluralidad de imágenes 2D y/o 3D que son imágenes fuente o que contienen de otro modo la representación más similar de objetos y/o regiones presentados visualmente en la imagen 2D sintetizada. El mapa de índices puede usarse después de eso por el sistema para reducir en gran medida el tiempo necesario para navegar a través de las imágenes, por ejemplo, una pila de volumen de tomosíntesis del volumen de imagen de mama.

La pluralidad de imágenes fuente puede incluir una o más de las imágenes de proyección de tomosíntesis, cortes de tomosíntesis reconstruidos, mamografías, mamografías realizadas por contraste e imágenes bidimensionales sintetizadas. En diversas realizaciones, la pluralidad de imágenes 2D y/o 3D de la mama de una paciente son cortes de coordenadas X,Y adquiridos o sintetizados en diferentes ubicaciones de eje z de la mama, teniendo las imágenes una o más ubicaciones de coordenadas X,Y correspondientes. En una realización, generar la imagen 2D sintetizada incluye construir una imagen fusionada importando uno o más objetos y/o regiones de las imágenes de la pluralidad a la imagen fusionada, en el que una imagen desde la que se importa un objeto o una región a la imagen fusionada comprende una imagen fuente para ese objeto o región. En tal realización, se importan preferiblemente objetos o regiones a la imagen fusionada en ubicaciones de coordenadas X,Y correspondientes a las ubicaciones de coordenadas X,Y de los objetos o las regiones respectivos en su imagen fuente. Además de tal realización, cada imagen de la pluralidad de imágenes 2D y/o 3D contiene preferiblemente una o más regiones definidas por sus ubicaciones de coordenadas X,Y que son comunes para todas las imágenes de la pluralidad, en el que una de cada una de dichas regiones comunes se importa de la pluralidad de imágenes a la imagen fusionada basándose en una comparación de una o más atributos del sistema y/o definidos por el usuario de la región común respectiva de cada imagen.

En una variación preferida de esta realización, un objeto o una región de interés identificados en una imagen dada tiene prioridad para la importación a la imagen fusionada con respecto a cualquier otro objeto o región de interés identificado que tenga ubicaciones de coordenadas X,Y iguales o solapantes en otros cortes de imagen basándose en un esquema de prioridades predefinido, por ejemplo, para reflejar la importancia clínica relativa de las diversas posibles estructuras tisulares. Los atributos preferidos pueden incluir atributos indicativos de regiones de interés, tales como cánceres, o alternativamente tales como una representación más precisa de la densidad de la mama o la anatomía de la mama, es decir, la verdadera aparición del límite de la mama/pezón, o la presencia de un agente de contraste en el caso de mamografía realizada por contraste. En general, puede ser relevante cualquier atributo que pueda suministrar una imagen de alta/mejor calidad.

En diversas realizaciones, un objeto o una región puede destacarse automáticamente en la imagen 2D sintetizada y/o presentarse visualmente al menos parte de la una o más imágenes de la pluralidad. De manera adicional y/o alternativamente, un objeto o una región en la imagen 2D sintetizada y/o presentada visualmente al menos parte de la una o más imágenes de la pluralidad puede destacarse en respuesta a una orden de usuario recibida adicional o a determinada actividad de usuario detectada a través de la interfaz de usuario. A modo de ejemplo no limitativo, un objeto o una región puede destacarse mediante una línea de contorno que representa un límite del objeto o la región destacados. Preferiblemente, el objeto o la región se destaca de manera que indica que el objeto o la región destacados es o contiene un tipo especificado de estructura tisular.

Según otro aspecto de las invenciones dadas a conocer y descritas en el presente documento, se proporcionan un sistema y un método para procesar, presentar visualmente y navegar por información de tejido mamario, en el que el sistema está configurado para, y el método incluye: (i) obtener una pluralidad de las imágenes de tomosíntesis que comprenden datos de imagen volumétricos de la mama de una paciente; (ii) generar una imagen 2D sintetizada de la mama de la paciente al menos en parte a partir de las imágenes de tomosíntesis; (iii) presentar visualmente la imagen 2D sintetizada; (iv) recibir una orden de usuario, o detectar de otro modo a través de una interfaz de usuario, una selección de usuario u otra indicación de un objeto o una región en la imagen 2D sintetizada; y (v) presentar visualmente al menos una parte de una o más las imágenes de tomosíntesis de la pluralidad, incluyendo una imagen fuente y/o la representación más similar del objeto o la región indicados o seleccionados por el usuario. De nuevo,

aunque pueden emplearse diversas técnicas de procesamiento de imágenes para proporcionar esta funcionalidad de navegación, en una realización preferida, el sistema está configurado preferiblemente para, y el método incluye además, generar un mapa de índices que incluye información de identificación de imágenes de tomosíntesis seleccionadas de la pluralidad que son imágenes fuente o que contienen de otro modo la representación más similar de objetos y/o regiones en la imagen 2D sintetizada.

Estos y otros aspectos y realizaciones de las invenciones dadas a conocer se describen con más detalle a continuación, junto con las figuras adjuntas.

Breve descripción de las figuras

La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra el flujo de datos a través de un sistema que incluye un sistema de adquisición de mamografía/tomosíntesis en combinación y/o un sistema de adquisición únicamente de tomosíntesis para adquirir imágenes de tomosíntesis y/o mamografía (incluyendo mamografía con contraste) de la mama de una paciente, e incluye además uno o más procesadores que implementan la tecnología de fusión de imágenes de las invenciones dadas a conocer en el presente documento para proporcionar una imagen sintetizada bidimensional importando los datos más relevantes de las imágenes fuente 2D y/o 3D adquiridas a una única imagen 2D fusionada para la presentación visual a un profesional médico;

la figura 2 es un diagrama que ilustra el flujo de datos de una serie de cortes de tomosíntesis y una mamografía 2D sintetizada a través de la tecnología de fusión de imágenes de las invenciones dadas a conocer en el presente documento para generar una imagen fusionada y un mapa de fusión (o "guiado") correspondiente;

la figura 3 representa una realización de una imagen fusionada presentada visualmente, en la que se identifican de manera dinámica determinados límites de región durante la creación de la imagen de fusión;

la figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra etapas a modo de ejemplo realizadas durante un procedimiento de fusión de imágenes según una realización de las invenciones dadas a conocer en el presente documento;

las figuras 5A y 5B ilustran una realización de una presentación visual de una imagen fusionada, y una presentación visual resultante de una imagen fuente en respuesta a la selección de una región en la imagen fusionada por un usuario;

la figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento a modo de ejemplo para recuperar y presentar un corte de imagen de tomosíntesis reconstruido en respuesta a la selección por el usuario de un objeto de interés en una imagen 2D sintetizada, según una realización de las invenciones dadas a conocer en el presente documento;

la figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra otro procedimiento a modo de ejemplo para recuperar y presentar un corte de imagen de tomosíntesis reconstruido en respuesta a la selección por el usuario de un objeto de interés en una imagen 2D sintetizada, según otra realización de las invenciones dadas a conocer en el presente documento;

la figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para construir un mapa de índices compuesto de una imagen 2D sintetizada para una pila de imágenes de tomosíntesis reconstruida correspondiente, según todavía otra realización de las invenciones dadas a conocer en el presente documento;

la figura 9 representa una interfaz de usuario a modo de ejemplo, que incluye un monitor en el lado izquierdo que presenta visualmente una imagen 2D sintetizada de la mama de una paciente, que incluye una estructura tisular destacada, en el que el destacado es en forma de una línea de contorno que representa un límite de la estructura tisular destacada, y un monitor en el lado derecho que presenta visualmente la imagen de tomosíntesis desde la que se importó la estructura tisular destacada a la imagen 2D, o que proporciona de otro modo la mejor vista de la estructura tisular destacada;

la figura 10 representa la interfaz de usuario de la figura 9, que presenta visualmente de nuevo una imagen 2D sintetizada de la mama de una paciente que incluye un bulto espiculado destacado en el monitor izquierdo, y un monitor en el lado derecho que presenta visualmente la imagen de tomosíntesis desde la que se importó el bulto espiculado representado a la imagen 2D, o que proporciona de otro modo la mejor vista del bulto espiculado; y

la figura 11 representa la interfaz de usuario de la figura 10, que incluye la misma imagen de la mama presentada visualmente en el monitor en el lado izquierdo, pero que destaca ahora una región que contiene microcalcificaciones, presentando visualmente el monitor en el lado derecho la imagen de tomosíntesis desde la que se importó la región destacada que contiene las microcalcificaciones a la imagen 2D, o que proporciona de otro modo la mejor vista de las microcalcificaciones.

Descripción detallada de las realizaciones ilustradas

Al describir las realizaciones representadas de las invenciones dadas a conocer ilustradas en las figuras adjuntas, se

emplea terminología específica por motivos de claridad y facilidad de descripción. Sin embargo, la divulgación de esta memoria descriptiva de patente no pretende limitarse a la terminología específica así seleccionada, y ha de entenderse que cada elemento específico incluye todos los equivalentes técnicos que actúan de manera similar. Además ha de entenderse que los diversos elementos y/o características de diferentes realizaciones ilustrativas pueden combinarse entre sí y/o sustituirse unos por otros siempre que sea posible dentro del alcance de esta divulgación y las reivindicaciones adjuntas.

Las siguientes abreviaturas tendrán las siguientes definiciones en la totalidad de esta memoria descriptiva de patente:

Mp se refiere a una mamografía convencional o mamografía realizada por contraste, que son imágenes de proyección bidimensionales (2D) de una mama, y abarcan tanto una imagen digital adquirida por un detector de pantalla plana u otro dispositivo de obtención de imágenes, como la imagen después del procesamiento convencional para prepararla para presentación visual y/o almacenamiento u otro uso.

Tp se refiere a una imagen que es de manera similar bidimensional (2D), pero se adquiere a un ángulo de tomosíntesis respectivo entre la mama y el origen de los rayos X de obtención de imágenes (normalmente, el punto focal de un tubo de rayos X), y abarca la imagen tal como se adquiere, así como los datos de imagen después de procesarse para presentación visual y/o almacenamiento u otro uso.

Tr se refiere a una imagen que se reconstruye a partir de las imágenes de proyección de tomosíntesis Tp, por ejemplo, de la manera descrita en una o más de la publicación de solicitud de patente estadounidense n.º 2010/0135558, y las patentes estadounidenses n.ºs 7.760.924, 7.606.801 y 7.577.282, cuyas divulgaciones se incorporan totalmente como referencia en el presente documento en su totalidad, en la que una imagen Tr representa un corte de la mama tal como aparecería en una imagen de rayos X de proyección de ese corte a cualquier ángulo deseado, no sólo a un ángulo usado para adquirir imágenes Tp o Mp.

Ms se refiere a imágenes 2D sintetizadas, que simulan imágenes de mamografía, tales como una imagen craneocaudal (CC) u oblicua mediolateral (MLO), y se construyen usando imágenes de proyección de tomosíntesis Tp, imágenes reconstruidas de tomosíntesis Tr, o una combinación de las mismas. Se describen ejemplos de métodos que pueden usarse para generar imágenes Ms en la publicación de solicitud de patente estadounidense n.º 2010/0135558 y la patente estadounidense n.º 7.760.924 incorporadas anteriormente.

I_{FUSIÓN} se refiere a una imagen 2D construida importando en una única imagen uno o más objetos y/o regiones de dos cualesquiera o más de las imágenes Mp, Ms, Tp o Tr de la mama de una paciente, en la que una imagen desde la que se importa un objeto o una región a la imagen fusionada comprende una imagen fuente para ese objeto o región, y en el que se importan objetos o regiones a la imagen fusionada en ubicaciones de coordenadas X,Y correspondientes a las ubicaciones de coordenadas X,Y de los objetos o las regiones en su imagen fuente respectiva.

Los términos I_{FUSIÓN}, Tp, Tr, Ms y Mp abarcan cada uno información, en cualquier forma, que es suficiente para describir la imagen respectiva para presentación visual, procesamiento adicional o almacenamiento. Las imágenes I_{FUSIÓN}, Mp, Ms, Tp y Tr respectivas se proporcionan normalmente en forma digital antes de presentarse visualmente, estando definida cada imagen por información que identifica las propiedades de cada píxel en una red bidimensional de píxeles. Los valores de píxel están relacionados normalmente con respuestas medidas, estimadas o calculadas respectivas a rayos X de volúmenes correspondientes en la mama, es decir, vóxeles o columnas de tejido. En una realización preferida, la geometría de las imágenes de tomosíntesis (Tr y Tp), imágenes de mamografía (Ms y Mp) y la imagen fusionada I_{FUSIÓN} se hacen corresponder en un sistema de coordenadas común, tal como se describe en la patente estadounidense n.º 7.702.142, cuya divulgación se incorpora por la presente como referencia en su totalidad. A menos que se especifique de otro modo, se supone que tal correspondencia de sistema de coordenadas se implementa con respecto a las realizaciones descritas en la siguiente descripción detallada de esta memoria descriptiva de patente.

La figura 1 ilustra el flujo de datos en un sistema de generación y presentación visual de imágenes a modo de ejemplo, que incorpora la tecnología de generación y presentación visual de imágenes fusionadas y las características de las invenciones dadas a conocer en el presente documento. Ha de entenderse que, aunque la figura 1 ilustra una realización particular de un diagrama de flujo con determinados procedimientos que tienen lugar en un orden seriado particular o en paralelo, diversas otras realizaciones de las invenciones dadas a conocer en el presente documento no se limitan a la realización de las etapas de procesamiento de imágenes en ningún orden particular, a menos que se especifique así.

Más particularmente, el sistema de generación y presentación visual de imágenes incluye un sistema 1 de adquisición de imágenes que adquiere datos de imagen de tomosíntesis para generar imágenes Tp de las mamas de una paciente, usando los métodos de adquisición de tomosíntesis y/o tridimensionales respectivos de cualquiera de los sistemas disponibles actualmente. Si el sistema de adquisición es un sistema de tomosíntesis/mamografía combinado, también pueden generarse imágenes Mp. Algunos sistemas de tomosíntesis dedicados o sistemas de

tomosíntesis/mamografía combinados también pueden estar adaptados para aceptar y almacenar imágenes de mamografía tradicionales, (indicadas mediante una línea discontinua y la leyenda $M_{p\text{tradicional}}$ en la figura 1) en un dispositivo 2 de almacenamiento, que es preferiblemente un dispositivo de almacenamiento de tipo sistema de archivado y comunicación de imágenes (PACS) conforme a DICOM. Tras la adquisición, las imágenes de proyección de tomosíntesis T_p también pueden transmitirse al dispositivo 2 de almacenamiento (tal como se muestra en la figura 1).

Las imágenes T_p se transmiten o bien desde el sistema 1 de adquisición, o bien desde el dispositivo 2 de almacenamiento, o bien desde ambos, a un sistema informático configurado como motor 3 de reconstrucción que reconstruye las imágenes T_p para dar "bloques" de imagen reconstruidos T_r , que representan cortes de mama de grosor seleccionado y en orientaciones seleccionadas, tal como se da a conocer en las patentes y publicación de solicitud incorporadas anteriormente. El sistema 1 de obtención y presentación visual de imágenes incluye además un sintetizador 2D que funciona sustancialmente en paralelo con el motor de reconstrucción para generar imágenes 2D que simulan mamografías tomadas en cualquier orientación (por ejemplo, CC o MLO) usando una combinación de una o más imágenes T_p y/o T_r . Las imágenes 2D sintetizadas pueden generarse de manera dinámica antes de presentarse visualmente (tal como se muestra en la figura 1) o pueden almacenarse en el sistema 2 de almacenamiento para su uso posterior. Se hace referencia a las imágenes 2D sintetizadas de manera intercambiable como T_{2d} y M_s . El motor 3 de reconstrucción y el sintetizador 2D se conectan preferiblemente a un sistema 5 de presentación visual a través de un enlace de transmisión rápida. Las imágenes M_p y/o T_p adquiridas originariamente también pueden reenviarse al sistema 5 de presentación visual para una visualización simultánea o alterna con las imágenes T_r y/o M_s respectivas por un profesional médico.

Filtros 7a, 7b de modo están dispuestos entre la adquisición de imágenes y la presentación visual de imágenes. Cada uno de los filtros 7a y 7b puede incluir de manera adicional filtros personalizados para cada tipo de imagen (es decir, T_p , M_p , T_r) dispuestos para identificar y destacar determinados aspectos de los tipos de imagen respectivos. De esta manera, cada modo de obtención de imágenes puede ajustarse o configurarse de forma óptima para un fin específico. El ajuste o la configuración puede ser automático, basándose en el tipo de imagen, o puede definirse mediante una entrada manual, por ejemplo, a través de una interfaz de usuario acoplada a una presentación visual. En la realización ilustrada de la figura 1, los filtros 7a y 7b se seleccionan para destacar características particulares de las imágenes que se presentan visualmente de la mejor manera en el modo de obtención de imágenes respectivo, por ejemplo, dirigido a destacar bultos o calcificaciones, o a producir la imagen fusionada (descrito a continuación) que parece ser de un tipo de imagen particular, tal como un corte 3D reconstruido, o una mamografía 2D.

Según un aspecto de las invenciones dadas a conocer, y tal como se describe en mayor detalle en el presente documento, el sistema 1 incluye un procesador 6 de fusión de imágenes que fusiona datos de imagen relevantes obtenidos a partir de un conjunto de imágenes fuente disponibles y sintetizadas de la mama de una paciente para proporcionar un imagen 2D fusionada $I_{\text{FUSIÓN}}$ para su presentación visual. El conjunto de imágenes disponibles usadas para generar la imagen fusionada $I_{\text{FUSIÓN}}$ puede incluir imágenes M_s , M_p , T_r y/o T_p filtradas y/o no filtradas. Aunque la figura 1 representa todos estos tipos de imágenes que se introducen en el procesador 6 de fusión de imágenes, también se prevé dentro del alcance de las invenciones dadas a conocer que la imagen fusionada pueda configurarse manualmente. Por ejemplo, puede proporcionarse una interfaz de usuario o configuración preestablecida y configurarse para permitir que un usuario seleccione un grupo particular de dos o más imágenes o tipos de imagen para generar una imagen 2D sintetizada $I_{\text{FUSIÓN}}$ para su presentación visual.

A modo de ilustración, un profesional médico, tal como un radiólogo, puede querer fusionar dos o más cortes (o bloques) de tomosíntesis reconstruidos para proporcionar una imagen fusionada que muestre las estructuras más fácilmente percibidas en los datos de imagen de tomosíntesis colectivos en una imagen 2D sintetizada presentada visualmente, que mapea esencialmente los cortes (o bloques) de tomosíntesis a una granularidad a nivel de los píxeles. De manera adicional o alternativamente, el radiólogo puede combinar una imagen de mamografía 2D, ya sea M_p o M_s , con una proyección 3D, o con imágenes reconstruidas seleccionadas, con el fin de obtener una imagen fusionada personalizada que destaca tanto calcificaciones como diversas estructuras tisulares en la mama. Los filtros aplicados a cada tipo de imagen pueden destacar además los tipos de estructuras o características en la imagen fusionada que son generalmente más prevalentes o que se perciben más fácilmente en el tipo de imagen fuente respectivo. Por tanto, puede aplicarse un tipo de filtro a imágenes de mamografía para destacar calcificaciones, mientras que puede aplicarse un filtro diferente a cortes de tomosíntesis para destacar bultos, lo que permite que se presenten visualmente tanto las calcificaciones destacadas como los bultos de tejido destacados en la imagen fusionada individual. Los filtros también pueden proporcionar la imagen fusionada con un aspecto y tacto deseados; es decir, hacer que la imagen fusionada se parezca más a una imagen de tomosíntesis o de mamografía.

El sistema 5 de presentación visual puede formar parte de una estación de trabajo de adquisición convencional (por ejemplo, del sistema 1 de adquisición), o de una estación de revisión (presentación visual múltiple) convencional que está alejada físicamente del sistema 1 de adquisición. En algunas realizaciones, puede usarse una presentación visual conectada mediante una red de comunicación, por ejemplo, una presentación visual de un ordenador personal o de una denominada tableta, teléfono inteligente u otro dispositivo portátil. En cualquier caso, la presentación 5 visual del sistema preferiblemente puede presentar visualmente imágenes $I_{\text{FUSIÓN}}$, M_s , M_p y T_r (y/o T_p)

simultáneamente, por ejemplo, en monitores independientes unos al lado de otros de una estación de revisión, aunque la invención todavía puede implementarse con un único monitor de presentación visual, alternando entre imágenes.

5 Para facilitar el procedimiento de detección/diagnóstico, se reconstruyen preferiblemente cortes de Tr todos al mismo tamaño para su presentación visual, que pueden ser del mismo tamaño que una imagen Mp o Ms de la mama, o pueden reconstruirse inicialmente a tamaños determinados por la forma en abanico del haz de rayos X usado en la adquisición, y luego convertirse más tarde al mismo tamaño mediante interpolación y/o extrapolación apropiadas. De esta manera, pueden presentarse visualmente imágenes de diferentes tipos y de diferentes fuentes
 10 en el tamaño y la resolución deseados. Por ejemplo, puede presentarse visualmente una imagen en (1) el modo Fit To View Port (ajustar a ventana de observación), en el que se maximiza en tamaño el tamaño de la imagen presentada visualmente de tal manera que es visible todo el tejido mamario del que se obtienen imágenes, (2) el modo True Size (tamaño real), en el que un píxel de presentación visual en la pantalla corresponde a un píxel de la imagen, o (3) el modo Right Size (tamaño adecuado), en el que se ajusta el tamaño de una imagen presentada
 15 visualmente de modo que corresponde al de otra imagen que simultáneamente se presenta visualmente, o con la que alterna o puede alternarse la imagen presentada visualmente.

Por ejemplo, si se toman dos imágenes de la misma mama y no son de igual tamaño, o no tienen la misma resolución, pueden establecerse disposiciones para aumentar o reducir automáticamente o de manera selectiva por
 20 el usuario la ampliación (es decir, "aumentar el zoom" o "reducir el zoom") de una o ambas imágenes, de tal manera que parezcan ser del mismo tamaño cuando se presentan visualmente de manera simultánea, o cuando un usuario alterna entre las imágenes. Pueden usarse técnicas de interpolación, extrapolación y/o ponderación conocidas para realizar el procedimiento de redimensionamiento, y también puede usarse una tecnología de procesamiento de imágenes conocida para producir otras características de las imágenes presentadas visualmente de manera similar
 25 de forma que se facilita la detección / el diagnóstico. Cuando se visualizan tales imágenes redimensionadas, según una realización de las invenciones dadas a conocer, la imagen fusionada I_{FUSIÓN} se redimensiona automáticamente, por consiguiente.

Por tanto, el sistema 1, que se describe en cuanto a fines de ilustración y no de limitación en esta memoria
 30 descriptiva de patente, puede recibir y presentar visualmente de manera selectiva las imágenes de proyección de tomosíntesis Tp, imágenes de reconstrucción de tomosíntesis Tr, una imagen de mamografía sintetizada Ms y/o imágenes de mamografía (incluyendo mamografía con contraste) Mp, o una cualquiera o una subcombinación de estos tipos de imagen. El sistema 1 emplea software para convertir (es decir, reconstruir) las imágenes de tomosíntesis Tp en imágenes Tr, software para sintetizar imágenes de mamografía Ms, y software para fusionar un
 35 conjunto de imágenes para proporcionar una imagen fusionada que presenta visualmente, para cada región de la imagen fusionada, la característica más relevante en esa región entre todas las imágenes en el conjunto de imágenes fuente. Para el fin de esta memoria descriptiva de patente, un objeto de interés o característica en una imagen fuente puede considerarse la característica "más relevante" para la inclusión en la imagen fusionada basándose en la aplicación de uno o más algoritmos CAD a las imágenes fuente colectivas, en los que los
 40 algoritmos CAD asignan valores numéricos, pesos o umbrales, a píxeles o regiones de las imágenes fuente respectivas basándose en objetos y características de interés identificados/detectados dentro de la región respectiva o entre características o, en los casos en los que se genera la imagen fusionada directamente a partir de la imagen sintetizada sin asistencia de CAD, simplemente el valor de píxel, peso u otro umbral asociado con un píxel o una región de la imagen. Los objetos y características de interés pueden incluir, por ejemplo, lesiones espiculadas, calcificaciones, y similares. Diversos sistemas y métodos se conocen bien actualmente para la detección
 45 computerizada de anomalías en imágenes radiográficas, tales como los dados a conocer por Giger *et al.* en RadioGraphics, mayo de 1993, págs. 647-656; Giger *et al.* en Proceedings of SPIE, vol. 1445 (1991), págs. 101-103; las patentes estadounidenses n.ºs 4.907.156, 5.133.020, 5.343.390, y 5.491.627, cada una de las cuales se incorpora por la presente como referencia en su totalidad.
 50

La figura 2 es un diagrama que ilustra gráficamente la fusión de datos de imagen a partir de datos de reconstrucción de tomosíntesis del conjunto de imágenes Tr, que comprende cortes 10A a 10N de tomosíntesis, con datos de imagen de una mamografía 20, en este caso una mamografía sintetizada Ms. Para facilidad de descripción, no se muestran filtros en este ejemplo. El conjunto de datos de imagen de tomosíntesis Tr y mamografía sintetizada Ms se retransmiten al procesador 6 de comparación de regiones y de fusión de imágenes, que evalúa cada una de las
 55 imágenes fuente para las que va a generarse una imagen fusionada (es decir, ya sea automáticamente, o basándose en una orden de usuario específica) con el fin de (1) identificar los objetos y las características de interés en cada imagen para la que puede considerarse la característica "más relevante" para la posible inclusión en la imagen fusionada basándose en la aplicación de uno o más algoritmos CAD (tal como se describió anteriormente), (2) identificar regiones de píxeles respectivas en las imágenes que contienen las características identificadas, y (3) después de eso comparar las imágenes región por región, buscando aquella imagen con los datos de presentación visual más deseables para cada región respectiva.
 60

Tal como se comentó anteriormente, la imagen con los datos de presentación visual más deseables puede ser una
 65 imagen con el valor de píxel más alto, el valor de píxel más bajo o a la que se le ha asignado un valor o peso umbral basándose en la aplicación de un algoritmo CAD a la imagen. Cuando se identifica la imagen con los datos de

presentación visual más deseables para esa región, los píxeles de esa región se copian en la región correspondiente de la imagen fusionada. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 2, la región 36M de la imagen Ms se escribe en la región 36I. La región 35 del corte 10A de tomosíntesis se copia en la región 35I de la imagen fusionada. Aunque las regiones de la figura 2 se muestran como regiones de rejilla predefinidas, no es necesario predefinir regiones de esta manera. En vez de eso, según un aspecto de las invenciones dadas a conocer, los límites de las regiones pueden identificarse de manera dinámica durante el procedimiento de comparación de regiones y generación de imágenes realizando comparaciones en granularidades de píxeles y de múltiples píxeles. A modo de ilustración, la figura 3 ilustra una imagen 50 fusionada, que se ha construido mediante las combinaciones de numerosas regiones de diferentes imágenes fuente, en límites de región arbitrarios, por ejemplo, que pueden identificarse según la detección de características particulares dentro de las imágenes fuente respectivas.

La figura 4 es un diagrama de flujo proporcionado para ilustrar etapas a modo de ejemplo que pueden realizarse en un procedimiento de fusión de imágenes llevado a cabo según una realización de las invenciones dadas a conocer. En la etapa 62, se adquiere un conjunto de datos de imagen. El conjunto de datos de imagen puede adquirirse mediante un sistema de adquisición de tomosíntesis, un sistema de tomosíntesis/mamografía de combinación, o recuperando datos de imagen preexistentes de un dispositivo de almacenamiento, ya esté ubicado de manera local o alejada con respecto a un dispositivo de presentación visual de imágenes. En la etapa 64, un usuario puede seleccionar opcionalmente un modo de fusión, en el que el usuario puede designar (1) qué imágenes han de usarse para el conjunto de imágenes fuente para generar la imagen fusionada, (2) si destacar determinadas características en la imagen fusionada, tales como calcificaciones, lesiones espiculadas o bultos, y (3) si presentar visualmente la imagen como imagen de tomosíntesis de menor resolución, etc. En la etapa 66, las imágenes que han de fusionarse para generar la imagen fusionada se mapean a un sistema de coordenadas común, por ejemplo, tal como se describe en la patente estadounidense n.º 7.702.142 incorporada anteriormente. Alternativamente pueden usarse otros métodos de hacer corresponder imágenes de diferentes sistemas de coordenadas. En la etapa 72, comienza el procedimiento de comparar regiones entre las diferentes imágenes. En la etapa 74, se rellena cada región $I_{\text{FUSIÓN}}$ con los píxeles de la región de una imagen del conjunto de imágenes fuente que tiene los píxeles, valor o patrón más deseables. El procedimiento de rellenar regiones continúa hasta que se determina, en la etapa 76, que se han evaluado todas las regiones, momento en el cual la imagen fusionada está lista para su presentación visual.

Una vez generada la imagen fusionada, puede usarse para ayudar en la navegación por una pila de datos de imágenes de tomosíntesis a partir de la cual se generó la imagen fusionada. Tal navegación es un procedimiento en dos etapas que comprende la selección de diversos objetos de interés, y la presentación visual de imágenes de tomosíntesis correspondientes que son la fuente de tales objetos de interés en la imagen fusionada. A modo de ejemplo, la figura 5A y la figura 5B ilustran dos vistas de una presentación 80 visual. La primera vista de la presentación 80 visual mostrada en la figura 5A ilustra una imagen 82 fusionada, que tiene regiones obtenidas mediante diferentes imágenes de un conjunto de imágenes adquiridas o sintetizadas. La figura 5B ilustra una característica particular permitida por las invenciones dadas a conocer en la presente invención, mediante la cual un usuario puede seleccionar una región o zona 83 dentro de la imagen 82 fusionada, y la fuente 84 de imagen resultante para esa zona se presenta al usuario.

Las invenciones dadas a conocer en la presente invención prevén muchos mecanismos diferentes para la selección de los objetos de interés y la presentación visual correspondiente de las imágenes fuente respectivas correspondientes; aunque ha de entenderse que las invenciones dadas a conocer no se limitan a las descritas en el presente documento. Por ejemplo, la selección de una región o zona dentro de la imagen fusionada puede incluir una selección de una marca de CAD, o alternativamente una selección de una característica de interés particular para el revisor. Aunque en ambos casos los cortes más relevantes se ponen a disposición del usuario, los mecanismos tras los procedimientos son diferentes. En la figura 2 se ilustra un mecanismo preferido de este tipo. A medida que se rellenan las regiones de la imagen fusionada, también se construye un mapa 40 de fusión (o "guiado"). El mapa de fusión almacena, para cada región de la imagen fusionada, un identificador de la imagen a partir de la cual se obtiene la región. Por tanto, tal como se muestra en la figura 2, el identificador Ms se almacena en la región 36, mientras que el identificador 10A de corte de TR se almacena en la región 35. Tal como se describirá con más detalle en el presente documento, el mapa fusionado puede usarse durante la presentación visual de la imagen fusionada para permitir una rápida visualización de la(s) imagen/imágenes fuente respectiva(s) para regiones u objetos de interés seleccionados por el usuario.

Selección usando marcas de CAD:

De manera adicional o alternativamente al uso de un mapa de fusión/guiado, si la imagen fusionada se presenta con una superposición de CAD, la superposición de CAD puede incluir o bien marcas de CAD derivadas de datos 3D, o bien marcas de CAD derivadas de datos 2D (si el sistema tiene la capacidad de obtener datos 2D). Las marcas de CAD derivadas de datos 3D incluyen generalmente, como parte del objeto de datos asociado con la marca, identificadores de uno o más cortes que contribuyeron a la generación de la marca 3D. Cuando en la imagen fusionada se superponen datos de CAD 3D, la selección de la marca de CAD da como resultado la recuperación de la serie de cortes que contribuyeron a la marca. En una realización, se presenta visualmente el corte de imagen central; en realizaciones alternativas, se presenta visualmente el corte de imagen que tiene el mayor peso; y en todavía una realización alternativa adicional, se presenta visualmente el corte de imagen que tiene el menor ruido

visual (es decir, la imagen más clara).

Selección mediante objetos de interés:

5 Como alternativa a la selección mediante marcas de CAD, se proporciona un mecanismo para permitir que un usuario seleccione cualquier objeto en una imagen fusionada, ya sea una marca de CAD o una característica de interés, tal como cualquier anomalía o irregularidad en la imagen. En una realización, el usuario o el sistema puede seleccionar una región, usando por ejemplo un clic de ratón para una zona de un único píxel, o una acción de hacer clic y arrastrar para seleccionar una región más grande. Alternativamente, al usuario se le puede proporcionar una
10 selección de tramas gráficas de tamaños diversos o variables, y tener la capacidad de mover la trama a diferentes ubicaciones dentro de la imagen fusionada para seleccionar zonas cuando se desea visualizar cortes de imagen de tomosíntesis adicionales. En respuesta a una selección de este tipo, el corte de imagen particular para la presentación visual inicial puede seleccionarse de una variedad de maneras.

15 Por ejemplo, puede seleccionarse un corte de imagen basándose en la ponderación de su píxel asociado dentro de la región seleccionada. O puede seleccionarse un corte de imagen particular porque una característica particular que se selecciona, o que está cerca de un píxel o una región que se selecciona, se ve mejor en el corte de imagen seleccionado, por ejemplo, proporciona la vista más clara de esa región. Por tanto, la identificación de un corte de imagen particular que es más relevante para un píxel o una región seleccionados puede usar información de píxel
20 que rodea al objeto seleccionado, por ejemplo, usando técnicas de crecimiento de regiones conocidas por los expertos en la técnica. Por tanto, píxeles que son circundantes al píxel o a la región seleccionados se incluyen en la evaluación para cortes relevantes si los píxeles tienen una característica que satisface un determinado umbral establecido por el usuario; por ejemplo, incluyendo, pero sin limitarse a, los píxeles que tienen un peso particular, o que están dispuestos en un patrón particular, etc.

25 Alternativamente, puede seleccionarse un grupo de cortes de imagen, por ejemplo, un orden sucesivo de cortes de imagen, presentándose en primer lugar un corte central o corte con el mayor peso. Tal como se describió anteriormente, de manera alternativa puede proporcionarse el corte de imagen dentro del grupo que tiene el menor ruido, es decir, el corte más claro. Además, la selección de un corte de imagen para la presentación también puede tener en cuenta un modo de visualización deseado. Por tanto, si el propósito especificado por el usuario es visualizar calcificaciones, puede presentarse un corte de imagen que tiene características de calcificación antes que otro corte dentro del grupo que tiene una característica de calcificación menor.

35 Se apreciará que los sistemas y métodos descritos y dados a conocer en esta memoria descriptiva de patente están diseñados para condensar la información de imagen que se pone a disposición a partir de un volumen (o "pila") de reconstrucción de tomosíntesis que contiene datos de imagen de mama 3D de una paciente hasta una única imagen 2D sintetizada, similar a una imagen mamográfica 2D convencional. Revisando esta imagen 2D sintetizada de manera simultánea con la pila de tomosíntesis3D, es posible proporcionar una revisión mucho más eficaz y precisa del tejido mamario de la paciente. Esto se debe a que la imagen fusionada 2D sintetizada puede actuar como mapa de guiado, de modo que el profesional médico que revisa las imágenes puede centrarse en la imagen 2D sintetizada para detectar cualquier objeto o región de interés que merezca una revisión adicional, y el sistema puede proporcionar una navegación inmediata, automatizada, hacia el "mejor" corte de imagen de tomosíntesis correspondiente (o un subconjunto de cortes de tomosíntesis adyacentes) para permitir que el profesional médico realice esta revisión adicional, verifique y evalúe el hallazgo. Por tanto, se prefiere, aunque no se requiere para
40 poner en práctica todas las realizaciones de las invenciones dadas a conocer, que el profesional médico emplee una interfaz de usuario que puede presentar visualmente una imagen fusionada 2D sintetizada respectiva junto a los cortes de imagen de volumen de tomosíntesis, para una visualización simultánea de ambos.

45 La figura 6 ilustra un procedimiento 180 a modo de ejemplo para recuperar y presentar un corte de imagen Tr en respuesta a una selección del usuario de un objeto de interés en una imagen fusionada, que puede implementarse usando un programa de software según una realización de las invenciones dadas a conocer en la presente invención. El procedimiento 180 funciona en respuesta a una selección de un objeto de interés en una imagen fusionada en la etapa 182. En la etapa 184, el procedimiento determina si el objeto seleccionado es una marca de CAD o una característica de interés distinta de marca de CAD. Si es una marca de CAD, en la etapa 185, se recuperan los cortes de Tr relacionados con la marca de CAD. En la etapa 189, se selecciona uno de los cortes de Tr y se presenta para su presentación visual basándose en al menos uno de su posición relativa en la pila, peso relativo del valor de vóxel del corte, un modo de visualización seleccionado, etc. Si, en la etapa 184, el procedimiento determina que el objeto seleccionado era una característica de interés distinta de marca de CAD, entonces, en la etapa 186, se evalúan las imágenes Tr fuente asociadas con la región seleccionada, y se selecciona una fuente de Tr particular para su presentación visual basándose en su valor de vóxel relativo en comparación con valores de vóxel en otras fuentes de Tr que se mapean en la región. Se observa que las fuentes de Tr que contribuyen a valores de píxel dentro de una región seleccionada pueden estar separadas de manera intermitente dentro del volumen de tomosíntesis 3D. Por tanto, cuando se selecciona la imagen fuente Tr más relevante, puede presentarse o bien sola o bien como parte de una pila de imágenes junto con una o más imágenes de corte Tr circundantes. La fuente de Tr más relevante puede ser la imagen presentada, o alternativamente puede presentarse
50 en primer lugar otra imagen en la pila asociada con la imagen más relevante, por ejemplo si esa imagen particular es

más clara.

La figura 7 representa otro procedimiento que puede implementarse por software para usar una imagen 2D sintetizada para navegar por una pila de imágenes de tomosíntesis 3D ("pila de tomosíntesis"), según otra realización de las invenciones dadas a conocer en la presente invención. Al inicio o en la activación 90, el procedimiento incluye, en la etapa 92, construir un mapa de índices de cortes de imagen de tomosíntesis, en el que las ubicaciones de píxel de la imagen 2D sintetizada se mapean a ubicaciones de píxel correspondientes en cortes de imagen pertinentes de la pila de tomosíntesis. En particular, el mapa de índices de pila de tomosíntesis incluye información de identificación de imágenes de corte de tomosíntesis seleccionadas de la pila de volumen de mama que son imágenes fuente o que contienen de otro modo la representación más similar de regiones y/u objetos presentados visualmente en la imagen 2D sintetizada. El mapa de índices de pila de tomosíntesis se genera preferiblemente antes de que un profesional médico esté listo para llevar a cabo su revisión de los datos de imagen de mama. A continuación se describen los detalles para construir el mapa de índices de pila de tomosíntesis, según una realización preferida, junto con la figura 8.

Se presenta visualmente la imagen 2D sintetizada al profesional médico (denominado de manera intercambiable "usuario" del sistema descrito), normalmente en una estación de trabajo que tiene monitores unos al lado de otros tal como se representa en las figuras 9-11. Dependiendo de cómo haya configurado el usuario la estación de trabajo, cuando se inicia la revisión de datos de imagen de mama de pacientes particulares, puede presentarse sólo la imagen 2D sintetizada, por ejemplo, en el monitor en el lado izquierdo, quedando el monitor en el lado derecho vacío, o quizás representando un primer corte de imagen o un corte de imagen central de la pila de tomosíntesis, preferiblemente dependiendo de una configuración que puede seleccionar el usuario. En una realización, el sistema inicialmente presentará visualmente la imagen 2D sintetizada en el monitor en el lado izquierdo, y la "más relevante" de las imágenes de corte de tomosíntesis en el monitor en el lado derecho, que se determinó por el sistema basándose en el corte de tomosíntesis presentado visualmente que tiene un aspecto más similar a la imagen 2D sintetizada, o que tiene los objetos relativamente más interesantes, de la pila de imágenes de tomosíntesis para todo el volumen de mama.

Después de eso, el profesional médico (usuario) puede usar la interfaz de usuario para activar la capacidad de navegación del sistema. En particular, en la etapa 94, el usuario puede introducir de manera afirmativa una orden para seleccionar un objeto o una región particular en la imagen 2D sintetizada presentada visualmente. De manera alternativa, el sistema puede estar configurado de modo que el usuario simplemente coloca un "puntero", por ejemplo, una cruz o flecha móvil que se controla usando un ratón o dispositivo de entrada similar, que se solapa con un objeto o una región en la imagen 2D sintetizada presentada visualmente, "indicando" de ese modo un interés en el elemento. En respuesta a la orden o indicación recibida, usando el mapa de índices, el sistema puede recuperar fácilmente, en la etapa 96, y presentar visualmente en el monitor en el lado derecho, en la etapa 98, el corte de tomosíntesis que es o bien la fuente directa del objeto o la región indicados/seleccionados por el usuario, o bien que contiene de otro modo la representación más similar del objeto o la región tal como se representa en la imagen 2D presentada visualmente. De manera adicional y/o alternativamente, el sistema puede estar configurado para simultáneamente presentar visualmente una imagen fuente respectiva y/o la representación más similar de una región o estructura tisular que corresponde a una ubicación dada de un dispositivo de entrada móvil de usuario en la imagen 2D sintetizada presentada visualmente.

La pluralidad de imágenes 2D y/o 3D a partir de las cuales se genera una imagen 2D sintetizada pueden incluir imágenes de proyección de tomosíntesis, cortes de reconstrucción de tomosíntesis, imágenes de mamografía, imágenes de mamografía realzada por contraste, imágenes 2D sintetizadas y combinaciones de los mismos. Se apreciará que la imagen 2D sintetizada incorpora ventajosamente la información más relevante de cada uno de los conjuntos de datos de imagen subyacentes, adquiridos y generados por ordenador, de la mama de la paciente. Por tanto, diferentes regiones de píxeles en la imagen 2D sintetizada presentada visualmente pueden obtenerse de diferentes imágenes correspondientes en el conjunto de datos de imagen subyacente, dependiendo de qué imagen subyacente es mejor para visualizar un objeto de interés, por ejemplo, un bulto o una calcificación, en la región respectiva. Las regiones particulares pueden identificarse de manera estática, es decir, dentro de una rejilla particular, o de manera dinámica, es decir, basándose en objetos de interés identificados, y pueden oscilar en cuanto a su granularidad entre tan sólo un píxel y todos los píxeles en la imagen respectiva. En una realización, se da prioridad a importar en primer lugar en una imagen fusionada en construcción aquellas regiones que contienen una o más estructuras tisulares específicas de interés en las imágenes de un conjunto de datos de imagen de tomosíntesis (o "pila"), y posteriormente rellenar las regiones restantes de la imagen fusionada con las regiones más relevantes de otro modo de las imágenes, tal como se describió anteriormente.

La interfaz de usuario puede incluir de manera adicional características para permitir que el profesional médico manipule los datos de tomosíntesis presentados, por ejemplo, para permitir que el profesional médico explore cortes de imagen adyacentes de la pila de tomosíntesis, o además haga zoom (ampliar) en una región seleccionada, coloque marcadores, o alternativamente aplique filtros u otras técnicas de procesamiento de imágenes a los datos de imagen. De esta manera, el profesional médico puede revisar rápidamente una pila grande de datos de tomosíntesis usando una imagen 2D sintetizada con fines de navegación, aumentando así el rendimiento y la eficacia de la detección y el diagnóstico de cáncer de mama. Según un aspecto adicional de las invenciones dadas a

conocer, se ha determinado o apreciado de otro modo que tipos particulares de imágenes pueden incluir o ser mejores para visualizar diferentes tipos de información relevante. Por ejemplo, las calcificaciones se visualizan normalmente mejor en mamografías 2D, mientras que los bultos se visualizan normalmente mejor usando imágenes reconstruidas 3D.

5 Por tanto, en una realización de las invenciones dadas a conocer, se aplican diferentes filtros a cada uno de los diferentes tipos de imágenes 2D y/o 3D subyacentes en el conjunto de datos de imagen usado para generar la imagen fusionada, seleccionándose los filtros para destacar características particulares de las imágenes que se presentan mejor visualmente en el modo de obtención de imágenes respectivo. Un filtrado apropiado de las
10 imágenes antes de generar la imagen fusionada ayuda a garantizar que la imagen fusionada final incluye la información más relevante que puede obtenerse a partir de todos los tipos de imagen subyacentes. De manera adicional y/o alternativamente, el tipo de filtrado realizado para las diversas imágenes puede definirse mediante entrada de usuario, lo que permite que un usuario seleccione un “modo de fusión”, por ejemplo, dirigido a destacar bultos, calcificaciones, o para hacer que la imagen fusionada parezca ser un tipo de imagen particular, tal como un
15 corte reconstruido 3D o una mamografía 2D.

La síntesis de la imagen 2D puede lograrse de una variedad de maneras. Por ejemplo, en una realización, se usan algoritmos de filtrado de imagen de uso general para identificar características dentro de cada una de las imágenes 2D y 3D respectivas, y un usuario puede seleccionar si usar datos filtrados 2D o datos filtrados 3D para generar la
20 imagen fusionada. Alternativamente, pueden seleccionarse automáticamente datos filtrados 2D o 3D según un modo de visualización particular que ha seleccionado el usuario; por ejemplo, pueden seleccionarse automáticamente datos filtrados 2D por el sistema para el modo de visualización de calcificaciones, mientras que pueden seleccionarse automáticamente datos filtrados 3D por el sistema para los modos de visualización de bultos. En una realización, pueden construirse dos imágenes fusionadas diferentes, una para cada modo; alternativamente, puede
25 construirse una única imagen fusionada que tiene en cuenta los resultados de datos de imagen filtrados respectivos de todos los tipos de imagen disponibles.

En una realización, se identifican características (que representan posibles objetos de interés) en las imágenes fuente disponibles y posteriormente se ponderan, por ejemplo, por píxel o región por región en cada imagen respectiva. Luego se construye una imagen 2D incorporando las regiones respectivas que tienen el peso más significativo en imágenes individuales de las imágenes fuente disponibles. El tamaño de la región puede variar en cuanto a la granularidad desde un píxel hasta muchos píxeles (o incluso todos) de la imagen respectiva, y puede predefinirse de manera estática o puede tener márgenes que varían según los umbrales variables de las imágenes fuente. La imagen sintetizada (también conocida como “fusionada”) puede procesarse previamente y almacenarse
30 como objeto DICOM tras la adquisición de tomosíntesis, y posteriormente reenviarse con los datos de reconstrucción para su revisión posterior por un profesional médico. Una disposición de este tipo elimina la necesidad de reenviar información de ponderación para cada corte reconstruido. Alternativamente, el objeto DICOM almacenado puede incluir la información de ponderación, permitiendo que la imagen fusionada se construya de manera dinámica en respuesta a una petición de una imagen 2D sintetizada en la estación de trabajo del profesional médico. En una
35 realización, pueden proporcionarse tanto la información de ponderación como la imagen 2D sintetizada en el objeto DICOM, permitiendo la presentación de una imagen fusionada por defecto, mientras que todavía se permite la personalización según el flujo de trabajo personal del revisor. Para que quede claro, la información de ponderación puede almacenarse con la propia imagen, y no es necesario que sea un archivo independiente.

45 Se constata que la visualización de las imágenes 2D sintetizadas puede tener algunos inconvenientes. Por ejemplo, puede haber regiones circundantes en la imagen fusionada que muestran calcificaciones brillantes, pero que de hecho se obtienen de cortes de imagen que están alejados unos de otros en el plano z. Por tanto, lo que puede parecer que es una agrupación de microcalcificaciones en la imagen 2D pueden ser, de hecho, calcificaciones individuales que están distribuidas (es decir, a lo largo del eje z) a través de la mama y por tanto no representan
50 realmente una agrupación de microcalcificaciones que requiere una revisión adicional. Por tanto, según un aspecto adicional de las invenciones dadas a conocer, puede proporcionarse un “indicador de extensión de agrupación” con la imagen 2D sintetizada, que indica visualmente la distribución de calcificaciones a lo largo del plano z, permitiendo que el profesional médico evalúe rápidamente si un grupo de calcificaciones comprende una agrupación de calcificaciones.

55 En algunos casos, el sistema puede determinar, basándose en la información de mapa de índices, que debe presentarse visualmente más de un corte de imagen de tomosíntesis para una región o un tipo de objeto seleccionado/indicado, por ejemplo, un bulto espiculado. En tales casos, se presenta visualmente una serie de dos o más cortes de tomosíntesis adyacentes, uno después del otro, en un intervalo de tiempo que preferiblemente
60 selecciona el usuario. Tal como se describirá de manera adicional en el presente documento, el usuario puede seleccionar o indicar más de un objeto o una región en una imagen 2D sintetizada dada. Una vez que el usuario ha completado su revisión del/de los corte(s) de tomosíntesis presentado(s) visualmente, el procedimiento se ha completado (en la etapa 100) para los datos de imagen de mama particulares.

65 Tal como se indicó anteriormente, aunque pueden emplearse diversas técnicas de procesamiento de imágenes para proporcionar esta funcionalidad de navegación, en una realización preferida, el sistema está configurado

preferiblemente para, y el método incluye además, generar un mapa de índices que comprende información de identificación de imágenes seleccionadas de la pluralidad de imágenes 2D y/o 3D que son imágenes fuente o que contienen de otro modo la representación más similar de regiones y/u objetos presentados visualmente en la imagen 2D sintetizada. El mapa de índices puede usarse posteriormente por el sistema para reducir en gran medida el tiempo necesario para navegar por las imágenes, por ejemplo, una pila de volumen de tomosíntesis del volumen de imágenes de mama.

Ahora se describirá una implementación de un procedimiento 102 preferido para generar un mapa de índices junto con el diagrama de flujo mostrado en la figura 8. Inicialmente se emplean dos procedimientos paralelos. En un procedimiento, se mapean los datos de imagen contenidos en la imagen 104 2D sintetizada a cortes de imagen de tomosíntesis seleccionados de un volumen 106 3D para construir un mapa 108 de índices "genérico". En particular, se mapean las ubicaciones de píxel en la imagen 104 2D a las ubicaciones de píxel en las imágenes 106 (de tomosíntesis) 3D respectivas basándose totalmente en la similitud de imagen, de manera similar a las piezas de un puzle de tipo rompecabezas. En otras palabras, el mapa 108 de índices genérico se basa totalmente en una correspondencia de mejor ajuste del aspecto de los datos en la imagen 2D con el aspecto de los datos en las imágenes 3D respectivas, en el que se seleccionan la identificación de corte y las coordenadas X,Y de una imagen 3D que tiene la región de píxel que parece más similar a una región X,Y correspondiente en la región 2D. No se tiene en cuenta la posible importancia de los objetos y las características respectivos en la imagen 2D sintetizada para construir el mapa 108 de índices genérico.

Sin embargo, en paralelo con la creación del mapa 108 de índices genérico, se genera un mapa 114 de índices de tipo de objeto, en el que se priorizan tipos de objeto individuales, designados como 110-1 a 110-n en la figura 8, en la imagen 2D sintetizada y se les asignan valores ponderados para influir en la selección del mejor corte de imagen de tomosíntesis 3D correspondiente. En particular, se genera un mapa de índices de tipo de objeto individual, designados como 112-1 a 112-n en la figura 8, para cada tipo de objeto identificado en la imagen 2D sintetizada, por ejemplo, densidad de masa amorfa, bultos espiculados, microcalcificaciones, etc. Luego se combinan los mapas 112-1 a 112-n de índices de tipo de objeto individual para construir el mapa 114 de índices de tipo de objeto completo, que luego se combina, en la etapa 116, con el mapa 108 de índices genérico para proporcionar un mapa 120 de índices compuesto, en el que se priorizan los datos de imagen de tipo de objeto con respecto a los datos de imagen genéricos. Luego se usa el mapa 120 de índices compuesto por el sistema para navegar por los cortes de imagen del volumen 106 3D en respuesta a una ubicación seleccionada o indicada en la imagen 104 2D. De esta manera, no obstante puede navegarse por separado por diferentes tipos de objeto que tienen coordenadas X,Y solapantes, es decir, debido a su ubicación en diferentes posiciones en el eje z en la imagen de mama volumétrica, para una visualización selectiva, dado que se proporcionan índices de mapeo independientes (véase a continuación por ejemplo con respecto a las figuras 10 y 11).

Tal como se indicó anteriormente, en diversas realizaciones, un objeto o una región puede destacarse automáticamente en la imagen 2D sintetizada y/o al menos parte presentada visualmente de las una o más imágenes de la pluralidad. De manera adicional y/o alternativamente, un objeto o una región en la imagen 2D sintetizada y/o al menos parte presentada visualmente de las una o más imágenes de la pluralidad puede destacarse en respuesta a una orden de usuario recibida adicional o a determinada actividad de usuario detectada a través de la interfaz de usuario. A modo de ejemplo no limitativo, un objeto o una región puede destacarse mediante una línea de contorno que representa un límite del objeto o la región destacados. Preferiblemente, el objeto o la región se destaca de una manera que indica que el objeto o la región destacados es o contiene un tipo especificado de estructura tisular.

A modo de ilustración, la figura 9 representa una presentación 122 visual de estación de trabajo a modo de ejemplo, que incluye un monitor 124 en el lado izquierdo ("C-View") que presenta visualmente una imagen 132 2D sintetizada de la mama de una paciente. La imagen 132 2D sintetizada incluye una estructura 134 tisular destacada, en la que el destacado es en forma de una línea de contorno que representa un límite de la estructura tisular. Tal como se indicó anteriormente, este destacado puede haberse realizado automáticamente por el sistema, por ejemplo, en el momento en el que inicialmente se presenta visualmente la imagen 132 2D, o sólo en respuesta a una indicación u orden específica del usuario, por ejemplo, pasando un puntero sobre el objeto 134 en la imagen 132 2D. La presentación 122 visual de estación de trabajo también incluye un monitor 126 en el lado derecho que presenta visualmente la imagen 136 de tomosíntesis respectiva (que es el corte n.º 18 de la pila de volumen de tomosíntesis, tal como se indica en la parte inferior derecha del monitor 126), que es la imagen fuente o que proporciona de otro modo la vista más similar de la estructura 134 tisular destacada tal como se observa en la imagen 132 sintetizada. En particular, la interfaz de usuario asociada con la presentación 122 visual permite que un usuario seleccione o indique de otro modo una ubicación en la imagen 132 2D sintetizada, por ejemplo, presentando visualmente un puntero, una cruz, un círculo u otro objeto geométrico similar, y luego introduzca un determinado tipo de orden (por ejemplo, clic de ratón) que se reconocerá por el sistema como petición del usuario de hacer que se presente visualmente la fuente correspondiente o corte(s) de tomosíntesis de otro modo más similar(es) que representan la región o el objeto subyacente al puntero en el monitor 126.

La figura 10 representa la presentación 122 visual de estación de trabajo, en la que se presenta visualmente una imagen 142 de mama 2D sintetizada diferente en el monitor 124 en el lado izquierdo C-View. La imagen 142 2D

sintetizada incluye una estructura 144 tisular destacada, en la que el destacado es en forma de una forma geométrica, en este caso un círculo, para indicar que el objeto 144 es un bulto espiculado. De nuevo, este destacado puede haberse realizado automáticamente por el sistema, por ejemplo, en el momento en el que inicialmente se presenta visualmente la imagen 142 2D, o sólo en respuesta a una indicación u orden específica del usuario, por ejemplo, pasando un puntero sobre el objeto 144 en la imagen 142 2D. El monitor 126 en el lado derecho está presentando visualmente la imagen 146 de tomosíntesis respectiva (que es el corte n.º 33 de la pila de volumen de tomosíntesis, tal como se indica en la parte inferior derecha del monitor 126), que es la imagen fuente o que proporciona de otro modo la vista más similar de la estructura 144 tisular destacada tal como se observa en la imagen 132 sintetizada.

Ha de apreciarse que habrá casos en los que el mapeo entre un objeto o una región en la imagen 2D fusionada y el objeto o la región respectivos en la imagen presentada visualmente (es decir, fuente o “mejor”) puede no ser necesariamente de 1 a 1, y posiblemente será de “1 a muchos” en determinadas circunstancias, por ejemplo, cuando se combinan entre sí múltiples estructuras lineales en diferentes cortes de imagen de tomosíntesis para formar estructuras de cruce de línea en la imagen 2D sintetizada. A modo de ejemplo, la figura 11 representa la presentación 122 visual de estación de trabajo de usuario, que incluye la misma imagen 142 de mama 2D sintetizada que la presentada visualmente en la figura 10, pero ahora destacando una región 154 que contiene microcalcificaciones, presentando visualmente el monitor en el lado derecho el corte 156 de imagen de tomosíntesis (que es el corte n.º 29 de la pila de volumen de tomosíntesis, tal como se indica en la parte inferior derecha del monitor 126), a partir del cual se importó la región 154 destacada a la imagen 142 2D, o que proporciona de otro modo la mejor vista de las microcalcificaciones. En particular, dado que la estructura 144 de bulto espiculado y la región 154 de microcalcificaciones están en muy estrecha proximidad en la figura 142, puede destacarse una diferente dependiendo de una orden específica del usuario (por ejemplo, destacar un determinado tipo de tejido), o mediante un ligero ajuste de la posición del puntero de la interfaz de usuario.

Tal como se explicó anteriormente, estos ejemplos descritos anteriormente con respecto a las figuras 9-11 se logran fácilmente mediante el mapa de índices construido al mismo tiempo (o después, dependiendo de la implementación de sistema) que se genera la imagen 2D sintetizada. Alternativamente, si no está disponible ningún mapa de índices, para cualquier punto/ubicación seleccionado/especificado por el usuario dado de este tipo en la imagen 2D presentada visualmente en el monitor 124 en el lado izquierdo, el sistema puede ejecutar un algoritmo para calcular automáticamente la mejor imagen correspondiente (es decir, X, Y y Z) dentro de la pila de tomosíntesis para la presentación visual en el monitor 126 en el lado derecho. Opcionalmente puede proporcionarse un “indicador de corte de tomosíntesis” en el monitor 124 en el lado izquierdo, que indica qué número (números) de corte de tomosíntesis se presentará visualmente en el monitor 126 en el lado derecho basándose en una ubicación actual de un cursor de usuario en la imagen 2D. Con esta característica, no es necesario que el revisor se distraiga cambiando constantemente las presentaciones visuales de imagen en el monitor 126 en el lado derecho, mientras que todavía se le proporciona al revisor una comprensión de la ubicación en el eje z en la pila de volumen de tomosíntesis de un objeto particular en la imagen 2D.

Según un aspecto adicional de las invenciones dadas a conocer, las características disponibles de la interfaz de usuario pueden extenderse para funcionar, no sólo basándose en el punto/ubicación de la imagen fusionada, sino también basándose de una manera similar en una estructura/objeto/región. Por ejemplo, pueden destacarse automáticamente objetos o región/regiones particulares en la imagen fusionada cuando se presenta visualmente, basándose en el reconocimiento por el sistema de posible interés en los objetos respectivos, o de objetos ubicados en la(s) región/regiones respectiva(s). En una realización, mostrada en la figura 8, este destacado es en forma de una línea 108 de contorno que representa un límite de una estructura tisular destacada. Puede usarse de manera similar una línea de contorno para destacar regiones de interés en la imagen presentada visualmente, por ejemplo, que contiene varias estructuras de calcificación. En algunas realizaciones, el sistema está configurado para permitir que el usuario “trace” una línea de contorno en la imagen fusionada como manera de seleccionar o indicar de otro modo un objeto o una región de interés para hacer que el sistema simultáneamente presente visualmente una o más imágenes fuente subyacentes del objeto o la región seleccionados o indicados.

En realizaciones preferidas, el sistema emplea técnicas de procesamiento de imágenes conocidas para identificar diferentes estructuras tisulares de mama en las diversas imágenes fuente, y destacarlas en la imagen fusionada, en particular, estructuras tisulares que comprenden o están relacionadas con objetos anómalos, tales como agrupaciones de microcalcificaciones, bultos redondos o lobulados, bultos espiculados, distorsiones de arquitectura, etc.; así como estructuras tisulares benignas que comprenden o están relacionadas con tejidos de mama normales, tales como tejidos lineales, quistes, ganglios linfáticos, vasos sanguíneos, etc. Además, un objeto o una región que consiste en, o que contiene, un primer tipo de estructura tisular puede destacarse de una primera manera en la imagen fusionada presentada visualmente, y un objeto o una región que consiste en, o que contiene, un segundo tipo de estructura tisular puede destacarse de una segunda manera diferente de la primera manera en la imagen fusionada presentada visualmente.

En diversas realizaciones, el usuario puede introducir una orden a través de la interfaz de usuario seleccionando o identificando de otro modo un determinado tipo de estructura tisular, y, en respuesta a la orden recibida, el sistema realiza uno o ambos de (i) destacar automáticamente en la imagen fusionada presentada visualmente objetos que

comprenden el tipo seleccionado de estructura tisular y/o regiones que contienen uno o más objetos que comprenden el tipo seleccionado de estructura tisular, y (ii) automática y simultáneamente presentar visualmente el corte fuente respectivo (o de lo contrario el corte con mejor representación) de una estructura tisular del tipo seleccionado en los datos de imagen de mama, por ejemplo, el más prominente del tipo de estructura tisular seleccionado basándose en una comparación, si se detecta más de uno en la pila de imágenes fuente. Por tanto, cuando el usuario hace "clic" en (o muy cerca de) un punto/agrupación de microcalcificaciones en la imagen 2D fusionada, y el sistema automática y simultáneamente presenta visualmente el corte de imagen de tomosíntesis fuente (o mejor de otro modo) que incluye la microcalcificación correspondiente en 3D. A modo de otro ejemplo, un usuario puede seleccionar (a través de la interfaz de usuario) una región en la imagen fusionada 2D que tiene el aspecto de patrones de líneas radiantes (con frecuencia una indicación de bultos espiculados), y el sistema simultáneamente presentará visualmente el corte de tomosíntesis 3D fuente (o mejor de otro modo), o quizás una serie de cortes de tomosíntesis consecutivos, para visualizar los patrones de líneas radiantes.

En diversas realizaciones, el usuario puede introducir una orden a través de la interfaz de usuario, activando una funcionalidad de presentación visual dinámica, en la que el sistema destaca automáticamente aquellos objetos y estructuras tisulares que corresponden (de manera dinámica) a la ubicación de un dispositivo de entrada móvil de usuario en la imagen fusionada presentada visualmente. En tales realizaciones, el sistema puede comprender además automática y simultáneamente presentar visualmente una imagen fuente respectiva de una estructura tisular seleccionada destacada que corresponde a una ubicación dada de un dispositivo de entrada móvil de usuario en la imagen fusionada presentada visualmente, de nuevo, de manera dinámica.

En una realización, el sistema puede activarse para proporcionar un cursor "paralelo" que se presenta visualmente en el monitor 126 en el lado derecho, en una ubicación correspondiente a la misma ubicación (x,y) que el cursor real del usuario en el monitor 124 en el lado izquierdo, de modo que mover el cursor por la imagen 2D mueve el cursor paralelo en la imagen de tomosíntesis en las mismas coordenadas X,Y. También puede implementarse lo inverso, es decir, pudiendo accionarse el cursor de usuario activo en el monitor 126 en el lado derecho, y el cursor paralelo en el monitor 124 en el lado izquierdo. En una implementación, esta característica de presentación visual dinámica permite que el sistema siga el punto de interés del usuario, por ejemplo la ubicación del cursor de ratón, en la imagen fusionada 2D, y presente visualmente/destaque de manera dinámica la(s) región/regiones más "significativa(s)" subyacente(s) en tiempo real. Por ejemplo, el usuario puede mover el ratón (sin hacer clic en ningún botón) sobre un vaso sanguíneo y el sistema destacará instantáneamente el contorno del vaso.

Ha de apreciarse que las invenciones dadas a conocer en la presente invención pueden extenderse de tal manera que, en vez de generar simplemente una imagen 2D sintetizada y mapa de índices/guideo asociado, los conceptos de mapeo descritos en el presente documento pueden extenderse para generar un volumen 3D completamente mapeado, almacenando cada uno de los vóxeles en el volumen mapeado información relacionada con el/los corte(s) de tomosíntesis asociado(s) del/de los que se obtiene el vóxel particular. Por ejemplo, en una realización, el volumen puede proyectarse sobre un sistema de coordenadas fijo, independientemente del volumen real de la mama. Proyectar el volumen en un sistema de coordenadas fijo de esta manera facilita el procesamiento de los datos de imagen, en particular, simplificando la correlación de vóxeles obtenidos durante diferentes adquisiciones. Por ejemplo, facilitar la correlación de vóxeles en un volumen 3D obtenido a partir de una adquisición CC de una mama con vóxeles en un volumen obtenido a partir de una adquisición MLO de la misma mama. En una disposición de este tipo, pueden proporcionarse uno o más mapas 3D, por ejemplo, para mapear a partir de vóxeles en un corte de un volumen 3D adquirido mediante CC a uno o más vóxeles correspondientes en otro volumen, por ejemplo adquirido a través de una vista MLO. Una disposición de este tipo facilita la comparación de cortes obtenidos a partir de diferentes adquisiciones que están relacionadas con una característica de interés similar dentro del volumen de mama, permitiendo esencialmente que el profesional médico obtenga una revisión en múltiples planos de una región de interés.

Habiéndose descrito realizaciones a modo de ejemplo, puede apreciarse que los ejemplos descritos anteriormente y representados en las figuras adjuntas sólo son ilustrativos, y que otras realizaciones y ejemplos también quedan abarcados dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, mientras que los diagramas de flujo proporcionados en las figuras adjuntas son ilustrativos de etapas a modo de ejemplo; el procedimiento de fusión de imágenes global puede lograrse de una variedad de maneras usando otros métodos de fusión de datos conocidos en la técnica. De manera similar, los diagramas de bloques de sistema son sólo representativos, ilustrando delineaciones funcionales que no han de considerarse como requisitos limitativos de las invenciones dadas a conocer. Por tanto, las realizaciones específicas anteriores son ilustrativas, y pueden introducirse muchas variaciones en esas realizaciones sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Método para procesar, presentar visualmente y navegar por imágenes de tejido mamario, que comprende:
 - 5 obtener una pluralidad de imágenes fuente 2D y/o 3D (Tp, Tr) de la mama de una paciente;
 - generar una imagen 2D sintetizada (T2d, Ms) de la mama de la paciente a partir de la pluralidad obtenida de imágenes (Tp, Tr) 2D y/o 3D;
 - 10 presentar visualmente la imagen 2D sintetizada (T2d, Ms);
 - detectar a través de una interfaz de usuario una ubicación de un dispositivo de entrada móvil de usuario en la imagen 2D sintetizada presentada visualmente (T2d, Ms); y
 - 15 simultáneamente presentar visualmente al menos una parte de una imagen fuente (Tp, Tr) respectiva que corresponde a una ubicación dada de un dispositivo de entrada móvil de usuario en la imagen 2D sintetizada presentada visualmente (T2d, Ms).
2. Método según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de imágenes 2D y/o 3D de la mama de una paciente comprende cortes de coordenadas X,Y adquiridos o sintetizados en diferentes ubicaciones de eje z de la mama, teniendo las imágenes una o más ubicaciones de coordenadas X,Y correspondientes.
3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que generar la imagen 2D sintetizada comprende construir una imagen fusionada (I_{FUSIÓN}) importando uno o más objetos y/o regiones de dos cualesquiera o más de las imágenes Mp, Ms, Tp o Tr de la mama de la paciente a la imagen fusionada, en el que una imagen desde la que se importa un objeto o una región a la imagen fusionada comprende una imagen fuente para ese objeto o región,
 - 30 en el que preferiblemente se importan objetos o regiones a la imagen fusionada en ubicaciones de coordenadas X,Y correspondientes a las ubicaciones de coordenadas X,Y de los objetos o las regiones respectivos en su imagen fuente,
 - en el que más preferiblemente cada imagen de la pluralidad de imágenes fuente 2D y/o 3D contiene una o más regiones definidas por sus ubicaciones de coordenadas X,Y que son comunes para todas las imágenes de la pluralidad, y en el que una de cada una de dichas regiones comunes se importa de dos cualesquiera o más de las imágenes Mp, Ms, Tp o Tr a la imagen fusionada (I_{FUSIÓN}) basándose en una comparación de uno o más atributos de la región común respectiva de cada imagen, y en el que incluso más preferiblemente al menos uno del uno o más atributos lo selecciona el usuario.
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además generar un mapa de índices que comprende información de identificación de imágenes fuente seleccionadas de la pluralidad de imágenes fuente 2D y/o 3D (Tr y/o Tp) que son imágenes fuente o que contienen de otro modo la representación más similar de objetos y/o regiones presentados visualmente en la imagen 2D sintetizada (T2d, Ms).
5. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 - en el que un objeto o una región se destaca automáticamente en la imagen 2D sintetizada (T2d, Ms) y/o en al menos la parte presentada visualmente de la una o más imágenes fuente de la pluralidad (Tr y/o Tp); y/o
 - que comprende además destacar un objeto o una región en la imagen 2D sintetizada (T2d, Ms) y/o en al menos la parte presentada visualmente de la una o más imágenes fuente (Tr y/o Tp) de la pluralidad en respuesta a una orden de usuario recibida adicional o a determinada actividad de usuario detectada a través de la interfaz de usuario, en el que preferiblemente el objeto o la región se destaca mediante una línea de contorno que representa un límite del objeto o la región destacados o en el que el objeto o la región se destaca de manera que indica que el objeto o la región destacados es o contiene un tipo especificado de estructura tisular.
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que obtener la pluralidad de imágenes fuente 2D y/o 3D comprende obtener sólo imágenes fuente de tomosíntesis (Tp, Tr) que comprenden datos de imagen volumétricos de la mama de una paciente.
7. Método según la reivindicación 6, que comprende además generar un mapa de índices, comprendiendo el mapa de índices información de identificación de imágenes de tomosíntesis seleccionadas de la pluralidad que son imágenes fuente o que contienen de otro modo la representación más similar de objetos y/o

regiones en la imagen 2D sintetizada.

8. Sistema para procesar, presentar visualmente y navegar por imágenes de tejido mamario, que comprende:

5 un ordenador de procesamiento de imágenes;

al menos un monitor (5) de presentación visual de imágenes; y

10 una interfaz de usuario acoplada operativamente al ordenador de procesamiento de imágenes,

en el que el ordenador de procesamiento de imágenes está configurado para generar una imagen 2D sintetizada de la mama de una paciente a partir de una pluralidad de imágenes fuente 2D y/o 3D (Tp, Tr) de la mama, y para presentar visualmente la imagen 2D sintetizada en el al menos un monitor de presentación visual de imágenes, y

15 en el que el ordenador de procesamiento de imágenes está configurado además para hacer que se presenten visualmente en un mismo monitor de presentación visual o en uno diferente del uno o más monitores de presentación visual al menos una parte de una o más imágenes fuente de la pluralidad de imágenes fuente 2D y 3D (Tp, Tr) de un objeto o una región indicados o seleccionados por el usuario en la imagen 2D sintetizada.

9. Sistema según la reivindicación 8,

25 - en el que la pluralidad de imágenes fuente 2D y/o 3D (Tp y/o Tr) comprenden cortes de coordenadas X,Y adquiridos o sintetizados en diferentes ubicaciones de eje z de la mama de la paciente, teniendo las imágenes fuente una o más ubicaciones de coordenadas X,Y correspondientes; y/o

30 - en el que el ordenador de procesamiento de imágenes genera la imagen 2D sintetizada construyendo una imagen fusionada importando uno o más objetos y/o regiones de dos cualesquiera o más de las imágenes Mp, Ms, Tp o Tr a la imagen fusionada, en el que preferiblemente se importan objetos o regiones a la imagen fusionada en ubicaciones de coordenadas X,Y correspondientes a las ubicaciones de coordenadas X,Y de los objetos o las regiones respectivos en su imagen fuente, en el que preferiblemente cada imagen fuente de la pluralidad de imágenes fuente 2D y/o 3D contiene una o más regiones definidas por sus ubicaciones de coordenadas X,Y que son comunes para todas las imágenes fuente de la pluralidad, y en el que una de cada una de dichas regiones comunes se importa de la pluralidad de imágenes a la imagen fusionada por el ordenador de procesamiento de imágenes basándose en una comparación de uno o más atributos de la región común respectiva de cada imagen, y en el que más preferiblemente al menos uno del uno o más atributos lo selecciona el usuario.

40 10. Sistema según la reivindicación 8 ó 9, estando configurado el ordenador de procesamiento de imágenes además para generar un mapa de índices que comprende información de identificación de imágenes seleccionadas de la pluralidad de imágenes fuente 2D y/o 3D que son imágenes fuente o que contienen de otro modo la representación más similar de objetos y/o regiones presentados visualmente en la imagen 2D sintetizada.

45 11. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 8-10, estando configurado el ordenador de procesamiento de imágenes además para destacar un objeto o una región de interés en la imagen 2D sintetizada, y/o

50 en el que el ordenador de procesamiento de imágenes está configurado para destacar objetos o regiones en la imagen 2D sintetizada presentada visualmente en respuesta a una orden de usuario recibida o a determinada actividad de usuario detectada a través de la interfaz de usuario,

55 en el que preferiblemente el ordenador de procesamiento de imágenes está configurado para destacar objetos o regiones en la imagen 2D sintetizada presentada visualmente con una línea de contorno que representa un límite del objeto o la región destacados o el ordenador de procesamiento de imágenes está configurado para destacar objetos o regiones en la imagen 2D sintetizada presentada visualmente de manera que indica que el objeto o la región destacados es o contiene un tipo especificado de estructura tisular.

60 12. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 8-11, en el que el ordenador de procesamiento de imágenes está configurado para generar una imagen 2D sintetizada (T2d, Ms) de la mama de una paciente sólo a partir de una pluralidad de imágenes fuente de tomosíntesis (Tp, Tr) que comprenden datos de imagen volumétricos de la mama de una paciente.

65 13. Sistema según la reivindicación 12, estando el ordenador de procesamiento de imágenes configurado además para generar un mapa de índices, comprendiendo el mapa de índices información de identificación

de imágenes de tomosíntesis seleccionadas de la pluralidad que son imágenes fuente o que contienen de otro modo la representación más similar de objetos y/o regiones en la imagen 2D sintetizada.

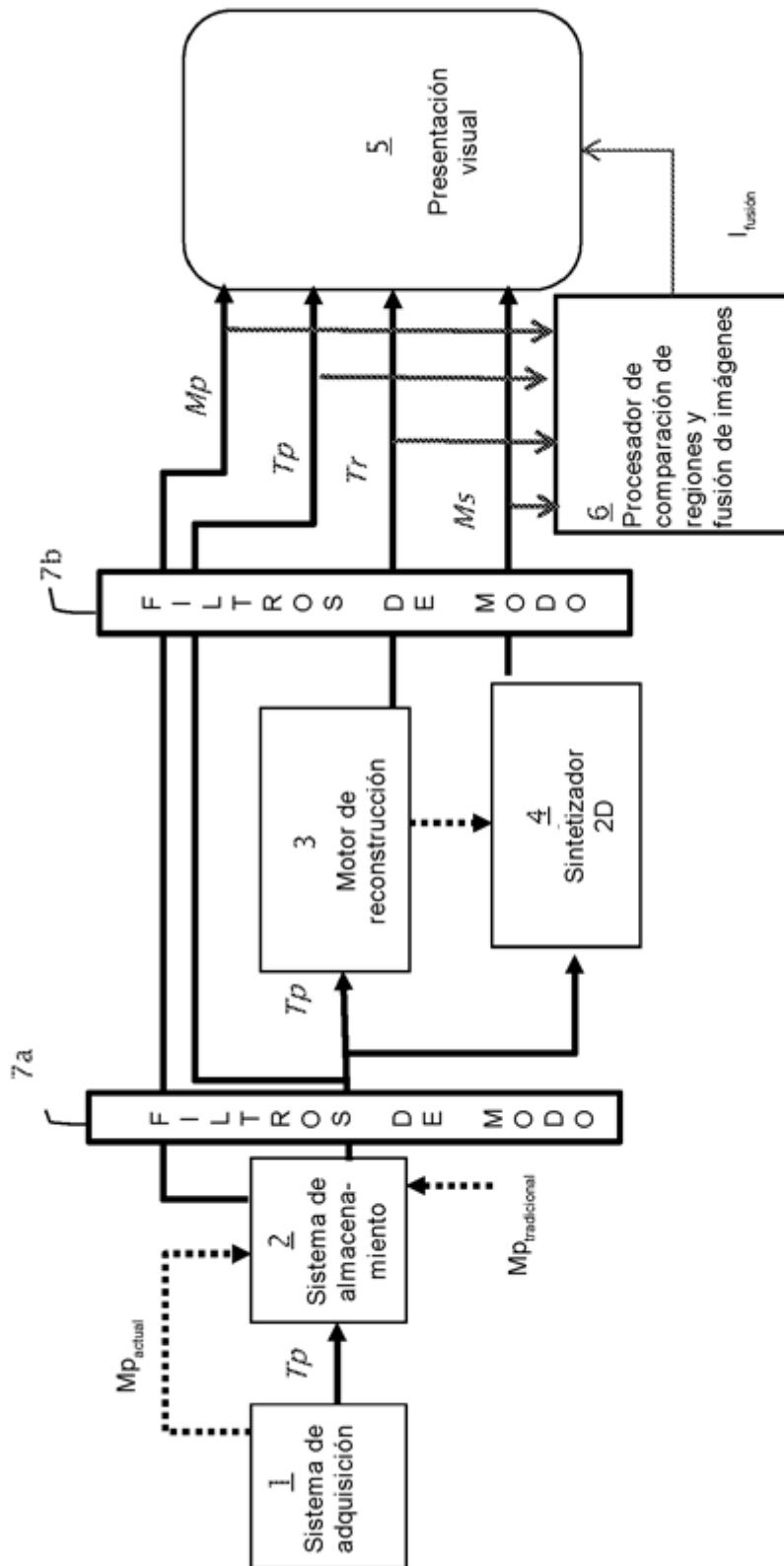


Figura 1

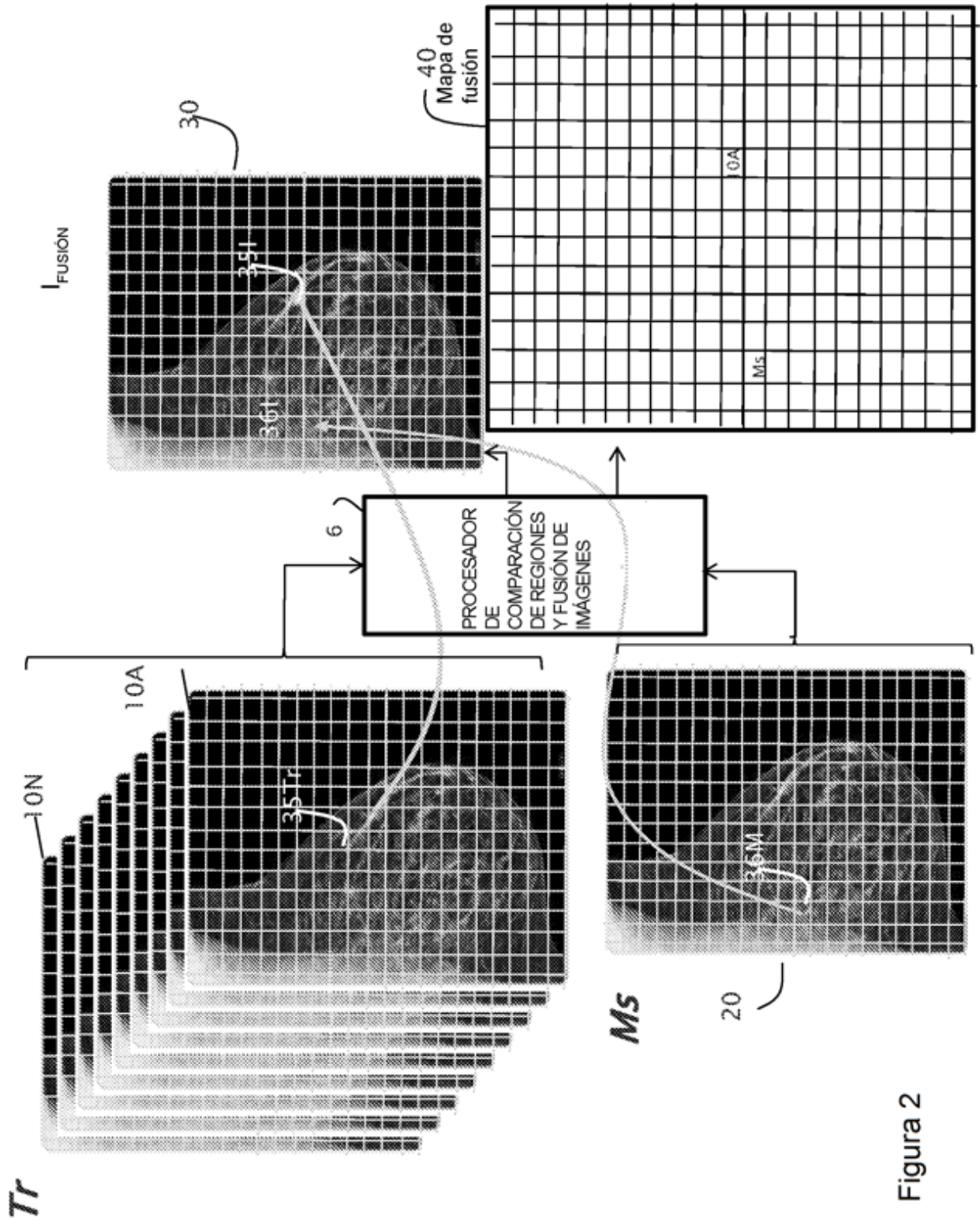


Figura 2

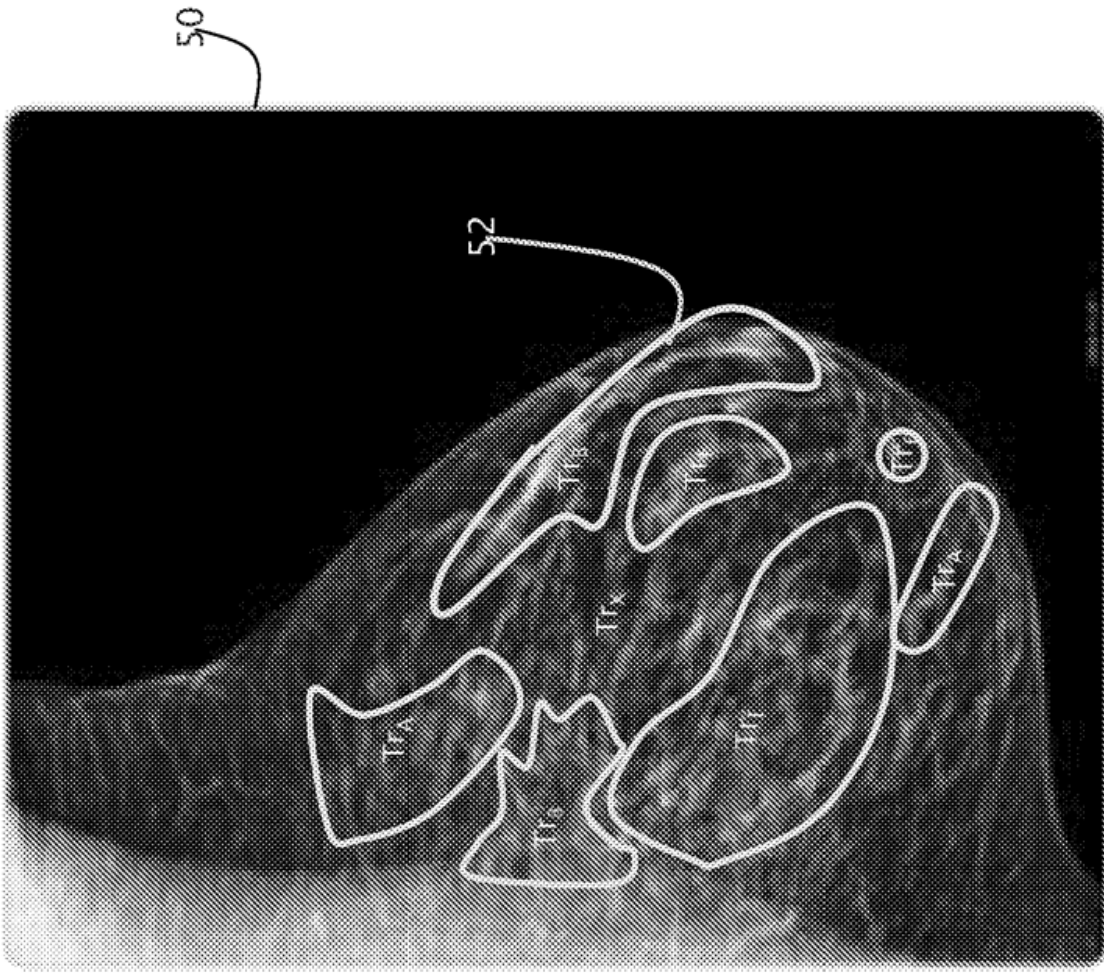


Figura 3

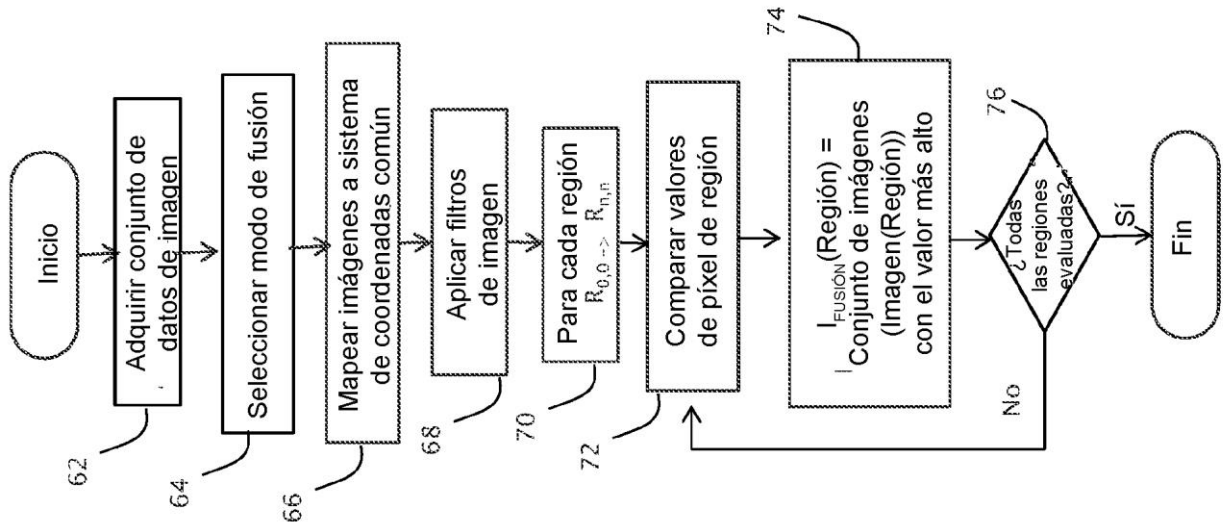


Figura 4

Figura 5A

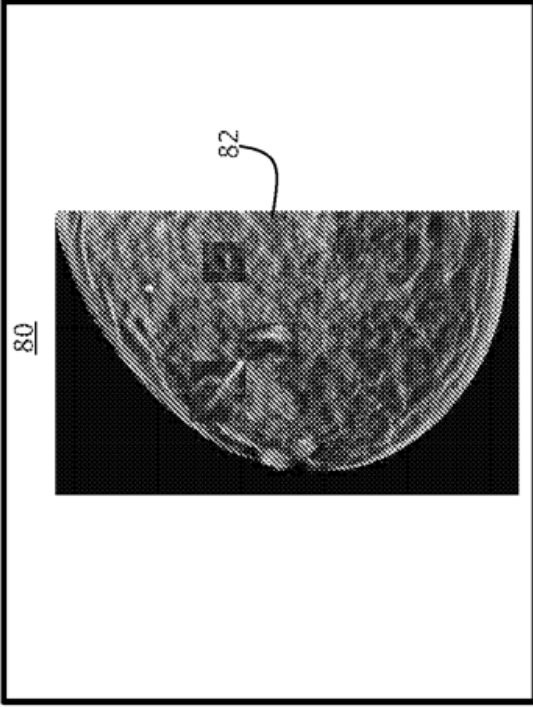
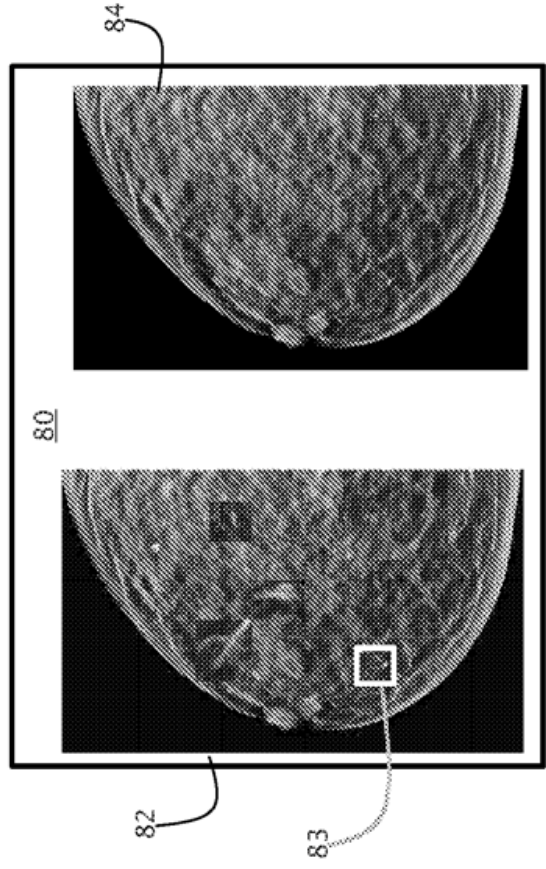


Figura 5B



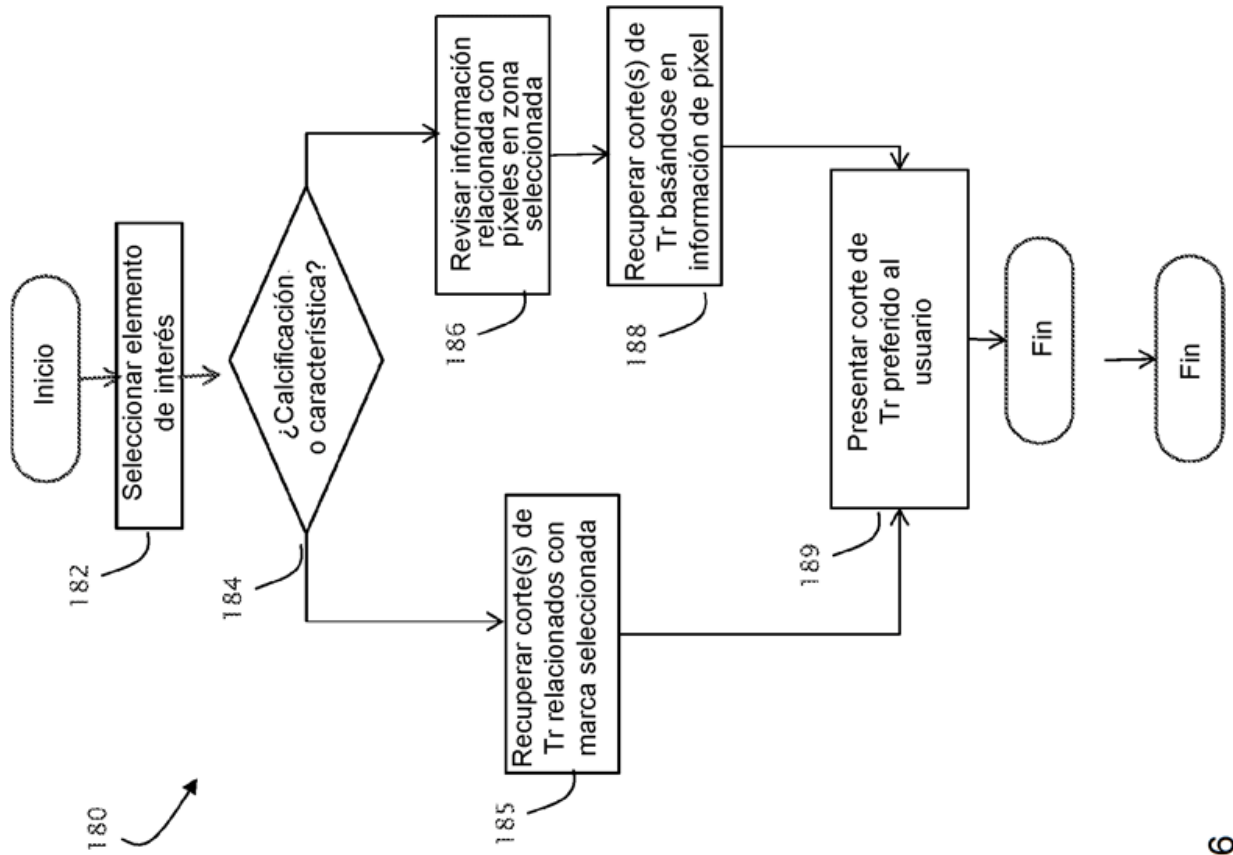


Figura 6

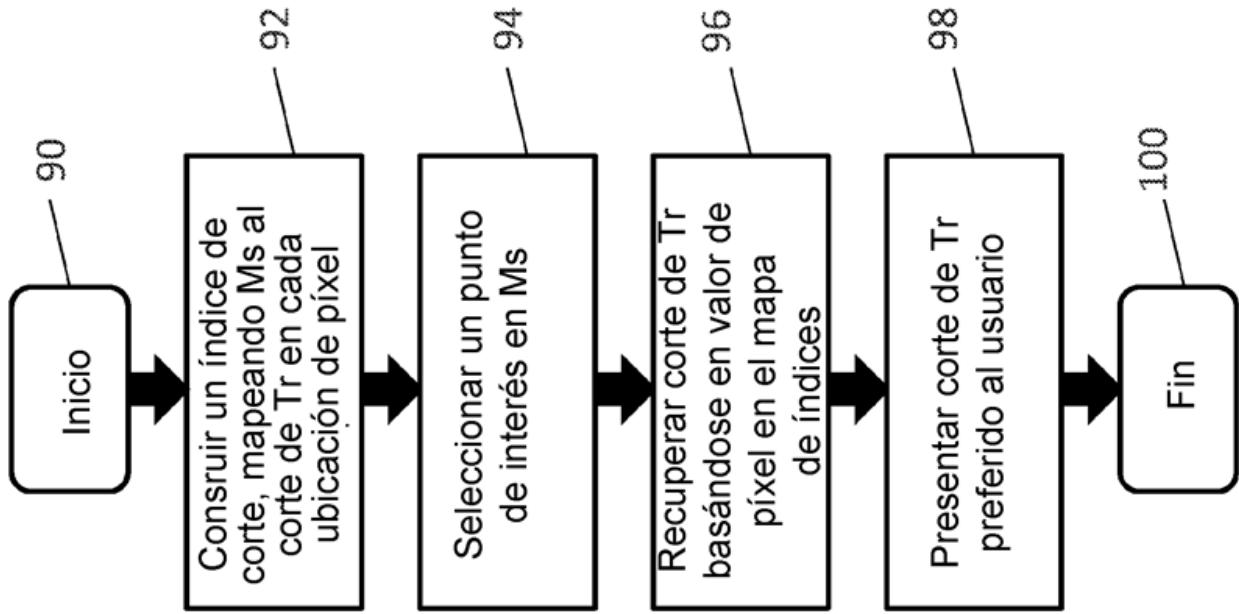


Fig. 7

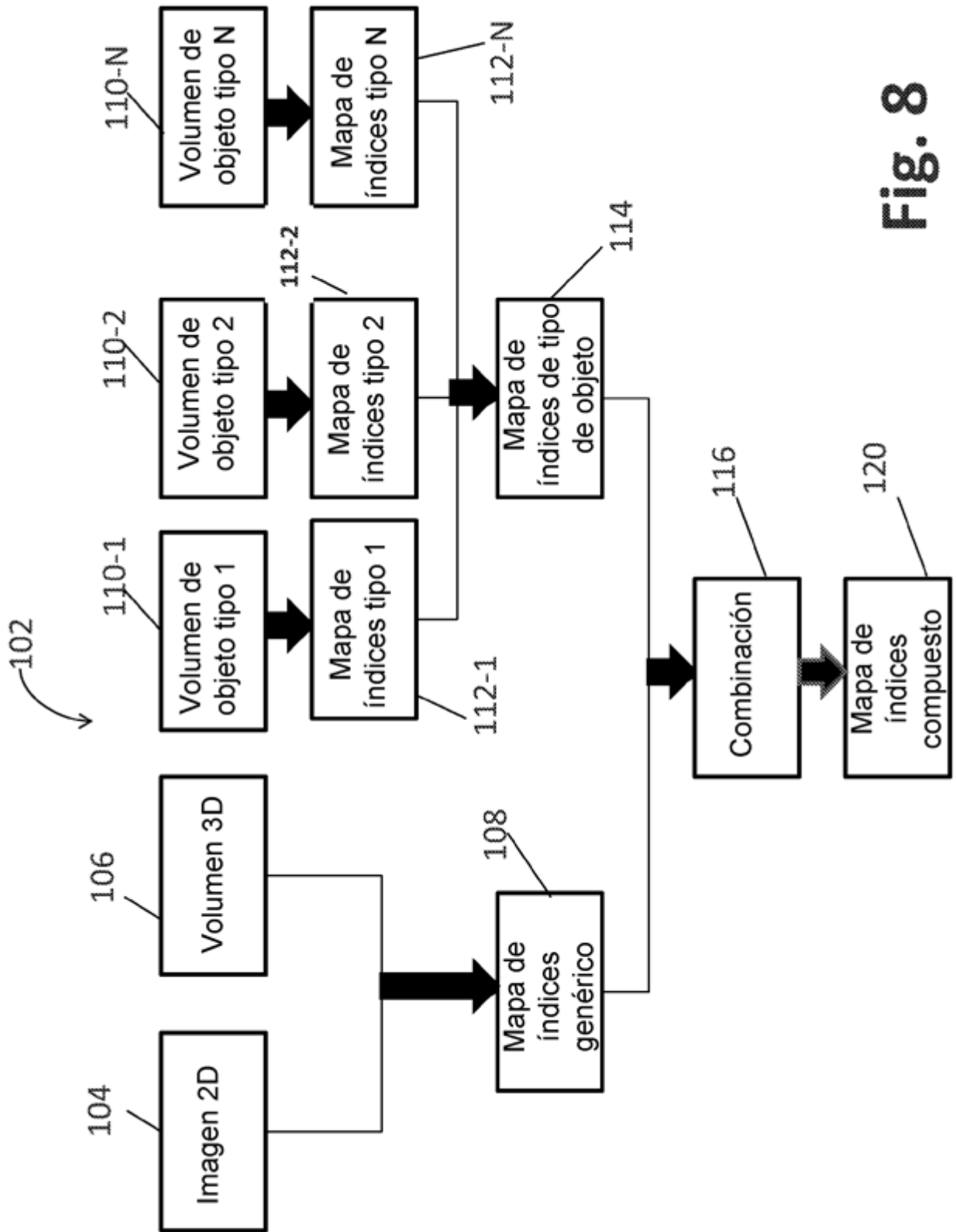


Fig. 8

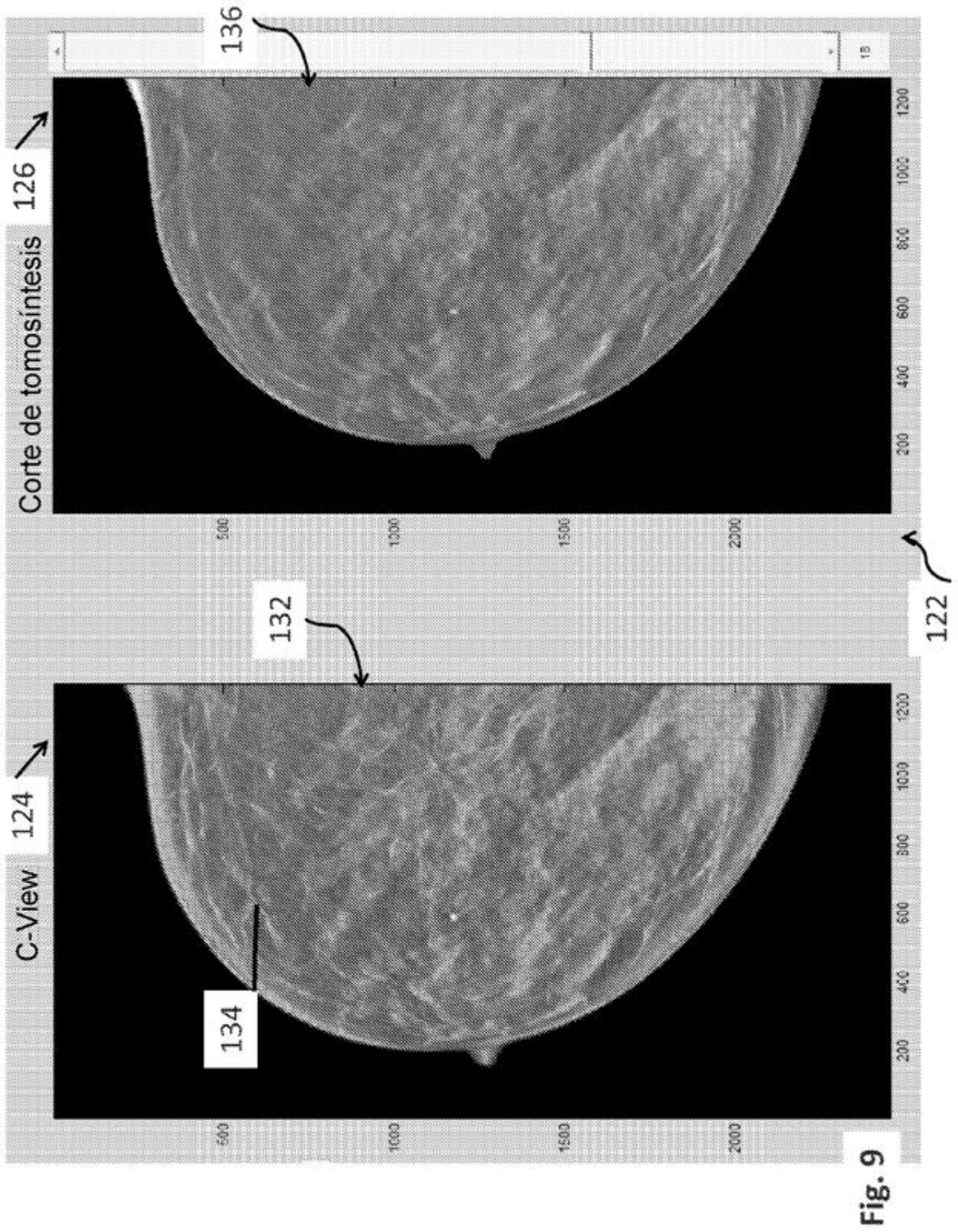


Fig. 9

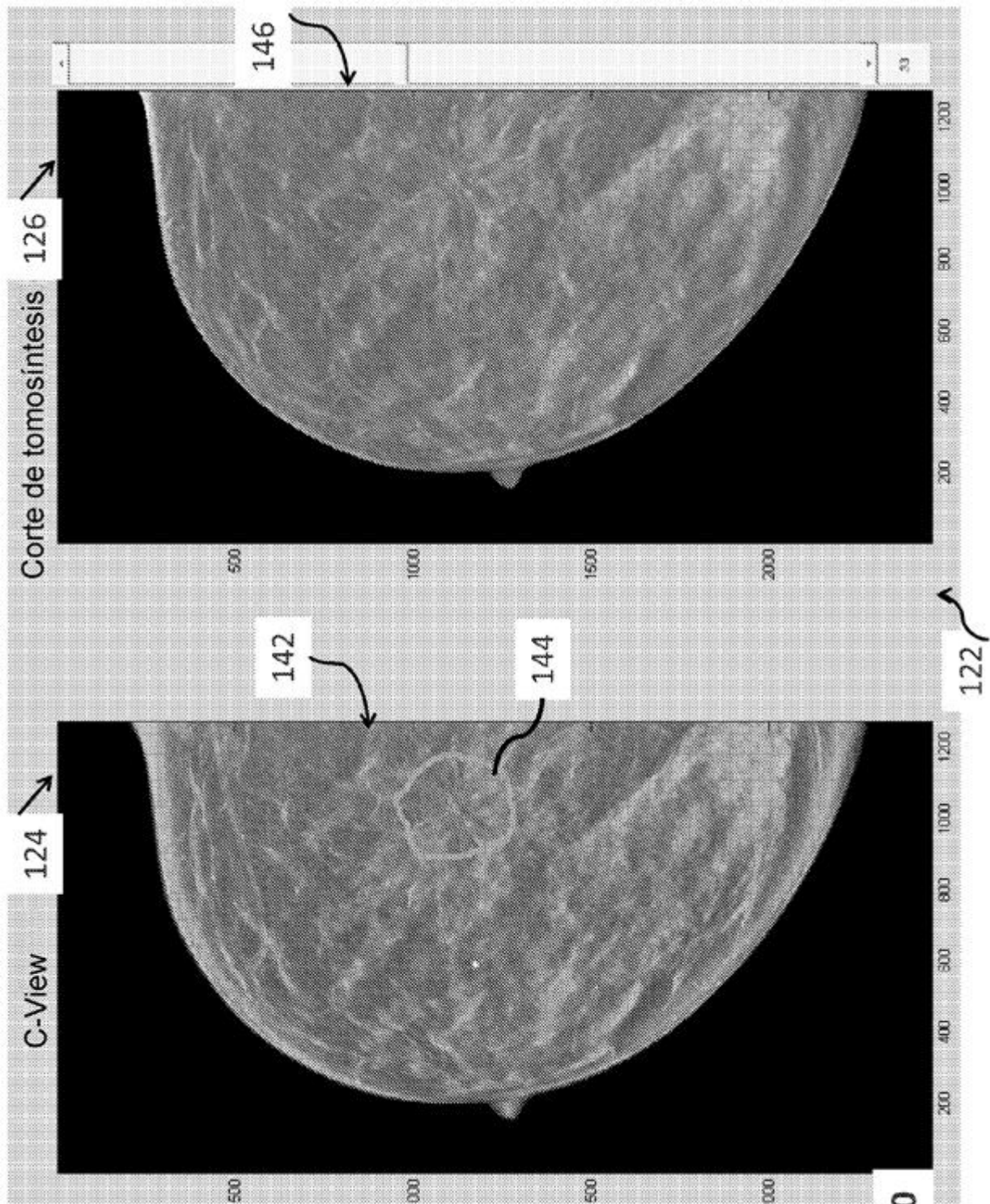


Fig. 10

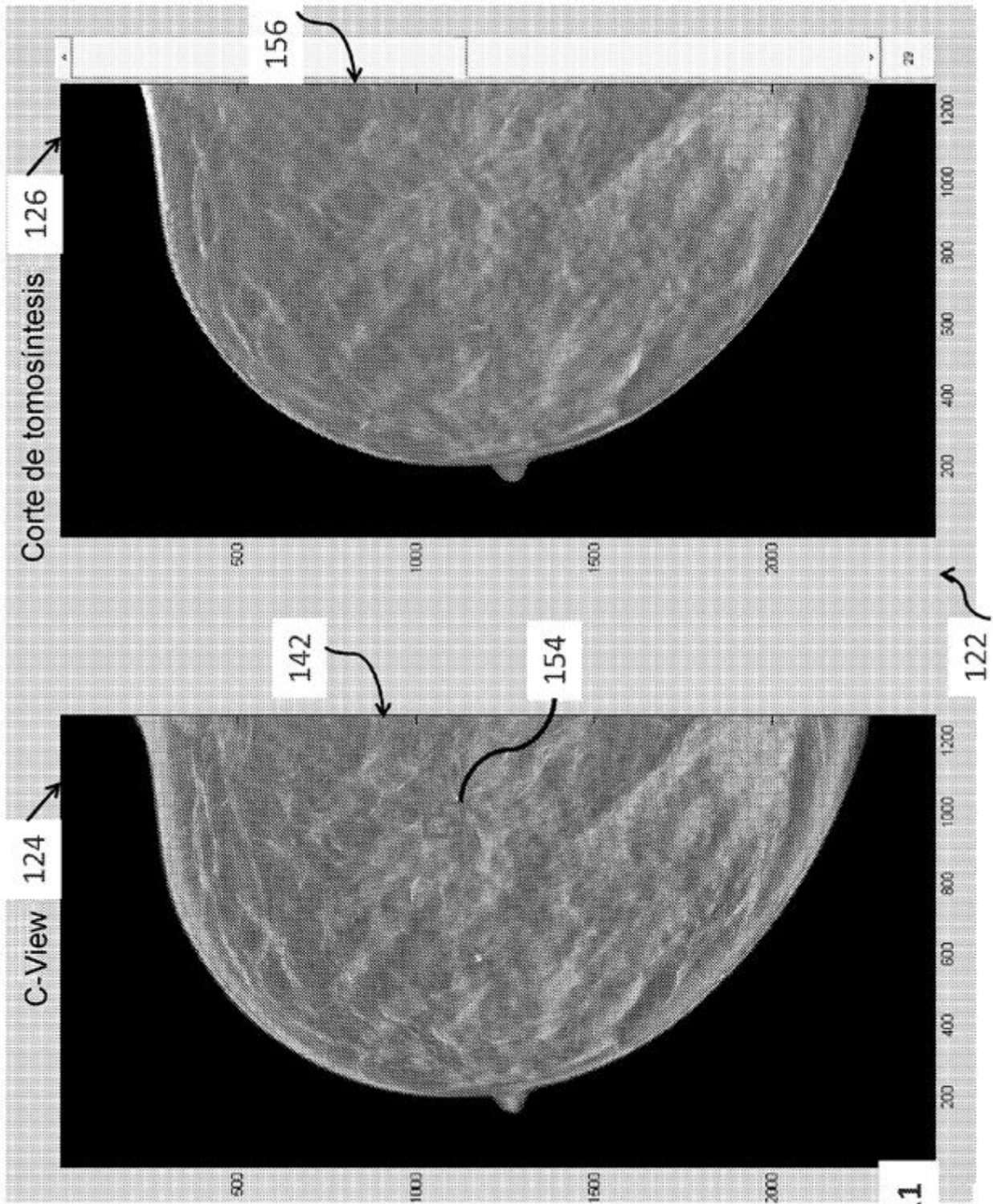


Fig. 11