

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 562 422**

51 Int. Cl.:

G01S 7/41 (2006.01)

G01S 13/90 (2006.01)

G01S 13/89 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.02.2012 E 12154539 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.02.2016 EP 2523016**

54 Título: **Identificación de blancos para una imagen de radar**

30 Prioridad:

10.05.2011 US 201113104243

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

04.03.2016

73 Titular/es:

**RAYTHEON COMPANY (100.0%)
870 Winter Street
Waltham MA 02451, US**

72 Inventor/es:

**SATHYENDRA, HARSHA MODUR y
STEPHAN, BRYAN D.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 562 422 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

Identificación de blancos para una imagen de radar

Antecedentes

5 El reconocimiento automático de blancos para imágenes de radar se puede utilizar para diferenciar blancos comerciales y no comerciales (por ejemplo, embarcaciones marítimas, aviones, etcétera); para facilitar la identificación de blancos en fronteras; y para identificar blancos amigos o enemigos. No obstante, debido a que existen muchos tipos posibles de blancos, la identificación correcta de todos los blancos conocidos constituye un desafío, cuando no un logro imposible. Además, los intentos anteriores de identificación de blancos han utilizado datos simulados para entrenar la tecnología con el fin de identificar blancos. Estos intentos anteriores no tienen en cuenta problemas de las imágenes de radar del mundo real, tales como picos de ruido, retornos de ecos parásitos, dispersión de distancia y Doppler, y turbulencias atmosféricas. Por lo tanto, existe en la técnica una necesidad de una identificación mejorada de blancos para una imagen de radar.

15 Se remite a “Automatic Recognition of ISAR Ship Images”, de Musman et al, *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, *IEEE Service Center*, vol. 32, n.º 4; y a “Ship Silhouette Recognition Using Principal Componentes Analysis”, de Gouailler et al., *Proceedings of SPIE, International Novelty for Optical Engineering*, vol. 3.164, 1 de enero de 1997, págs. 59 a 69. Estos documentos se refieren al reconocimiento de blancos.

Sumario

Uno de los enfoques proporciona un sistema de identificación de blancos según se cita en la reivindicación 1.

Otro enfoque proporciona un método según se cita en la reivindicación 6.

20 Otro enfoque proporciona un programa de ordenador según se cita en la reivindicación 12.

En otros ejemplos, cualquiera de los enfoques anteriores puede incluir una o más de las siguientes características.

25 En algunos ejemplos, el sistema incluye un módulo de proyección de dimensiones configurado para proyectar características de blancos bidimensionales de la imagen de radar sobre un vector de características de blancos unidimensionales para la imagen de radar; y estando configurado además el módulo de puntos de interés para determinar por lo menos un punto de interés del blanco a partir de la imagen de radar basándose en la longitud del blanco, el perfil de distancia, la imagen de radar, el parámetro o parámetros adaptativos, y un procesado de Líneas de Hough.

30 En otros ejemplos, el sistema incluye un módulo de entrenamiento de clases configurado para generar la pluralidad de clases de identificación sobre la base de una pluralidad de imágenes de radar pre-identificadas, incluyendo cada una de la pluralidad de imágenes de radar pre-identificadas una longitud pre-identificada y por lo menos un punto de interés pre-identificado.

35 En algunos ejemplos, el sistema incluye un módulo de proyección de dimensiones configurado para proyectar características de blancos bidimensionales de cada una de la pluralidad de imágenes de radar pre-identificadas en un vector de características de blancos unidimensionales para cada una de la pluralidad de imágenes de radar pre-identificadas.

En otros ejemplos, el blanco es un objeto marítimo.

En otros ejemplos, el método incluye repetir las etapas (a), (b), y (c) para determinar otras identificaciones de blancos para cuadros sucesivos de la pluralidad de imágenes de radar.

40 En algunos ejemplos, el método incluye aislar por lo menos una línea horizontal o vertical en la imagen de radar utilizando el perfil de distancia y/o el procesado de líneas de Hough.

En otros ejemplos, el parámetro o parámetros adaptativos incluyen un parámetro de ángulo de aspecto, un parámetro de coeficiente de alineamiento (*warping*), y/o un parámetro de peso del punto de interés.

En otros ejemplos, la imagen de radar es una imagen de radar de apertura sintética inversa.

45 Las técnicas descritas en la presente pueden proporcionar una o más de las siguientes ventajas. Una ventaja de la tecnología es que la extracción de características del blanco (por ejemplo, determinación de la longitud, identificación de puntos de interés, etcétera) puede cribar las posibles clases de identificación, aumentando así la eficiencia de la tecnología y reduciendo las clasificaciones erróneas del blanco. Otra ventaja de la tecnología es que cada clase de identificación incluye un conjunto de parámetros clasificadores (por ejemplo, longitud, puntos de interés, etcétera) que se pueden utilizar para diferenciar blancos similares (por ejemplo, blancos de una longitud similar, blancos con puntos de interés similares, etcétera), reduciéndose así las clasificaciones erróneas del blanco e incrementándose los usos aplicables de la tecnología. Otra ventaja de la tecnología es el uso de clases de

identificación seleccionadas, basándose en el entorno del blanco, de manera que se incrementa el nivel de clasificación correcta de los blancos al eliminar clases de identificación no relevantes para el entorno del blanco (por ejemplo, nivel de identificación correcta de blancos del 96%, nivel de identificación correcta de blancos del 77%, etcétera).

5 Breve descripción de los dibujos

Los objetivos, características y ventajas anteriores y otros adicionales se pondrán de manifiesto a partir de la siguiente descripción más particular de las realizaciones, según se ilustra en los dibujos adjuntos en los cuales los caracteres de referencia iguales se refieren a las mismas partes en la totalidad de las diferentes vistas. Los dibujos no están necesariamente a escala, poniéndose énfasis por el contrario en la ilustración de los principios de las realizaciones.

La FIG. 1 es un diagrama de un entorno ejemplificativo de identificación de blancos;

las FIGS. 2A a 2D son diagramas de imágenes de radar ejemplificativas procesadas por un sistema de identificación de blancos;

la FIG. 3 es un diagrama de bloques de un sistema ejemplificativo de identificación de blancos; y

15 la FIG. 4 es un diagrama de flujo de un proceso ejemplificativo de identificación de blancos.

Descripción detallada

La identificación de blancos para una imagen de radar incluye tecnología que, en general, clasifica un blanco (por ejemplo, embarcación marítima, vehículo, avión, etcétera) a partir de clases de identificación sobre la base de la longitud del blanco (por ejemplo, 55 metros, 98 metros, etcétera) y de puntos de interés del blanco (por ejemplo, ubicación de superestructuras, mástil de radiocomunicaciones, reflector, etcétera). La tecnología puede incrementar de manera ventajosa la precisión de identificación al separar el blanco en secciones y utilizar los puntos de interés situados dentro de cada sección para clasificar el blanco, incrementándose así el índice de precisión al aumentarse los criterios de coincidencia para cada clase (por ejemplo, desde tres puntos de interés coincidentes en todo el blanco a un punto de interés coincidente en cada una de las tres secciones, etcétera). En otras palabras, un blanco que coincida con una clase de identificación requerirá no solamente la coincidencia de los puntos de interés para la clase de identificación, sino que requerirá también la coincidencia de las divisiones en secciones y de los puntos de interés respectivos dentro de cada sección.

La tecnología clasifica el blanco basándose en una o más imágenes de radar del blanco (por ejemplo, imágenes de radar independientes, cuadros independientes de una imagen de radar, etcétera), reduciéndose así de forma ventajosa la clasificación errónea del blanco al aumentar las vistas del mismo. La tecnología puede generar las clases de identificación basándose en datos de radar del tiempo real que se pre-identifican y/o identifican dinámicamente. La tecnología permite seleccionar las clases de identificación basándose en el entorno de identificación del blanco dentro del cual está funcionando dicha tecnología, lo cual hace que aumente ventajosamente el nivel de clasificación correcta al reducir el número de clases de identificación con el que la tecnología intenta encontrar coincidencias. Por ejemplo, si la tecnología funciona en un entorno de pesca comercial, las clases de identificación se limitan a embarcaciones de pesca comerciales (por ejemplo, 20 clases de embarcaciones de pesca comerciales de entre 2.000 clases de embarcaciones marítimas). En este ejemplo, cualquier otro blanco se clasifica como desconocido y un operador puede determinar manualmente la clasificación del blanco.

La FIG. 1 es un diagrama de un entorno ejemplificativo 100 de identificación de blancos. El entorno 100 incluye una consola 110 de radar, un sistema 120 de identificación de blancos, y un sistema 130 de radar. Durante el funcionamiento, un operador 115 de radar rastrea una pluralidad de blancos 142, 144, 146, y 148 utilizando el sistema 100. Tal como se ilustra en la FIG. 1, la pluralidad de blancos 142, 144, 146, y 148 son objetos marítimos (por ejemplo, un buque marítimo, una boya baliza, cualquier objeto identificable por un radar, etcétera). El sistema 130 de radar transmite ondas electromagnéticas al blanco y recibe reflexiones de las ondas electromagnéticas desde el mismo. El sistema 130 de radar comunica datos de radar (por ejemplo, radar de alta resolución en distancia, radar de apertura sintética, radar de apertura sintética inversa, etcétera) de las reflexiones de las ondas electromagnéticas a la consola 110 de radar y/o el sistema 120 de identificación de blancos. El sistema 120 de identificación de blancos procesa los datos de radar (por ejemplo, imagen de radar, grupo de imágenes de radar, etcétera) para identificar uno o más blancos. Aunque la FIG. 1 ilustra objetos marítimos en calidad de blancos 142, 144, 146 y 148, el sistema 120 de identificación de blancos puede identificar cualquier tipo de objeto (por ejemplo, aviones, vehículos, edificios, etcétera).

La FIG. 2A es un diagrama de una imagen 210 de radar ejemplificativa procesada por un sistema de identificación de blancos (por ejemplo, el sistema 120 de identificación de blancos de la FIG. 1). Se ilustra un blanco 220 (en este ejemplo, una embarcación marítima) dentro de la imagen 210 de radar. El sistema 120 de identificación de blancos determina una longitud 230 del blanco 220 (por ejemplo, usando un perfil de distancia normalizado por suma, usando un procesado de líneas Hough, etcétera) sobre la base de un perfil de distancia, la imagen 210 de radar, y

uno o más parámetros adaptativos. La longitud 230 del blanco 220 permite que la tecnología cribe el número de posibles clases de identificación y/o permite que la tecnología concentre la disponibilidad del procesador en los datos de radar asociados al blanco en lugar de datos de radar periféricos.

5 El sistema 120 de identificación de blancos identifica dos puntos de interés, A 222a (en este ejemplo, una chimenea) y B 222b (en este ejemplo, una superestructura), sobre la base de la longitud, el perfil de distancia, la imagen de radar, y el parámetro o parámetros adaptativos. Los puntos de interés, A 222a y B 222b, permiten que la tecnología se centre en las diferencias entre las clases de identificación y características de identificación, incrementando así el índice de clasificación correcta para la tecnología. En algunos ejemplos, el sistema 120 de identificación de blancos gira y/o voltea la imagen de radar con vistas a la congruencia de la identificación de los puntos de interés (por ejemplo, girar una imagen de radar 180 grados, girar una imagen de radar 90 grados, etcétera).

10 El sistema 120 de identificación de blancos determina la identificación de un blanco (en este ejemplo, un crucero Alpha Tango) de entre una pluralidad de clases de identificación (por ejemplo, crucero Alpha Tango, crucero Beta Tango, crucero Alpha Beta, etcétera), basándose en la longitud 230 y los puntos de interés (A 222a y B 222b). Las Tablas 1 y 2 ilustran la identificación de blancos usando respectivamente, la longitud y puntos de interés. Tal como se ilustra en las Tablas 1 y 2, la identificación de traza de blanco Traza ABC001 se identifica como Arrastrero BC y la identificación de traza de blanco Traza GHA001 se identifica como Arrastrero CD.

Tabla 1. Identificación ejemplificativa por medio de la longitud

Identificación de Traza de Blanco	Longitud del Blanco	Clase de Identificación	Longitud de la Clase	Coincidencia
Traza ABC001	45 metros	Arrastrero AB	85 metros	No
		Arrastrero BC	45 metros	Sí
		Arrastrero CD	62 metros	No
		Arrastrero BD	46 metros	Sí
Traza GHA001	72 metros	Arrastrero AB	85 metros	Sí
		Arrastrero BC	45 metros	No
		Arrastrero CD	62 metros	Sí
		Arrastrero BD	46 metros	No

Tabla 2. Identificación Ejemplificativa por Medio de Puntos de Interés

Identificación de Traza de Blanco	Punto de Interés	Clase de Identificación	Punto de Interés	Coincidencia
Traza ABC001	Superestructura a 1-9 metros desde el lado derecho del blanco	Arrastrero AB	Superestructura a 11-56 metros desde el lado izquierdo del blanco	No
		Arrastrero BC	Superestructura a 1-9 metros desde el lado derecho del blanco	Sí
		Arrastrero CD	Superestructura a 11-25 metros desde el lado derecho del blanco	No
		Arrastrero BD	Superestructura a 26-56 metros desde el lado derecho del blanco	No
Traza GHA001	Mástil de radiocomunicaciones a 2 metros desde el lado derecho del blanco	Arrastrero AB	Mástil de radiocomunicaciones a 5 metros desde el lado derecho del blanco	No
		Arrastrero BC	Mástil de radiocomunicaciones a 8 metros desde el lado derecho del blanco	No
		Arrastrero CD	Mástil de radiocomunicaciones a 2 metros desde el lado derecho del blanco	Sí
		Arrastrero BD	Mástil de radiocomunicaciones a 11 metros desde el lado derecho del blanco	No

20 La FIG. 2B es un diagrama de la imagen 210 de radar ejemplificativa procesada por el sistema 120 de identificación de blancos. Tal como se ilustra en la FIG. 2B, el sistema 120 de identificación de blancos separa la imagen 210 de radar del blanco 220 en secciones (A 224a, B 224b, y C 224c). La separación de la imagen 210 de radar permite ventajosamente que el sistema 120 de identificación de blancos incremente los puntos de coincidencia para las clases de identificación (es decir, un aumento del número de puntos de interés para el blanco).

25

La FIG. 2C es un diagrama de una fracción de la imagen 210 de radar ejemplificativa procesada por el sistema 120 de identificación de blancos. El sistema 120 de identificación de blancos identifica el punto de interés (A 222a) dentro de la sección (B 224b) basándose en la longitud, el perfil de distancia, la imagen de radar, y el parámetro o parámetros adaptativos.

5 La FIG. 2D es un diagrama de la imagen 210 de radar ejemplificativa procesada por el sistema 120 de identificación de blancos. El sistema 120 de identificación de blancos aísla líneas verticales A 226a y B 226b y la línea horizontal C 226c utilizando el perfil de distancia y/o el procesado de líneas Hough. La determinación de líneas verticales permite ventajosamente diferenciar puntos de interés (por ejemplo, superestructuras, mástiles, chimeneas, etcétera) con respecto a otros puntos de interés (por ejemplo, rotadores, reflectores, etcétera), en primer lugar por la dispersión Doppler y en segundo lugar por la frecuencia de aparición cuando se realiza un rastreo de una exploración a otra. La determinación de líneas horizontales permite ventajosamente la identificación correcta de la plataforma de un blanco y/o la misma se puede usar para mejorar la precisión de cualquier estimación inicial de la longitud del blanco.

15 La FIG. 3 es un diagrama de bloques de un sistema ejemplificativo 310 de identificación de blancos. El sistema 310 de identificación de blancos incluye un módulo 311 de comunicaciones, un módulo 312 de estimación de longitudes, un módulo 313 de puntos de interés, un módulo 314 de identificación, un módulo 315 de proyección de dimensiones, un módulo 316 de entrenamiento de clases, un dispositivo 391 de entrada, un dispositivo 392 de salida, un dispositivo 393 de visualización, un procesador 394, y un dispositivo de almacenamiento. Los módulos y dispositivos descritos en la presente pueden utilizar, por ejemplo, el procesador 394 para ejecutar instrucciones ejecutables por ordenador y/o pueden incluir un procesador para ejecutar instrucciones ejecutables por ordenador (por ejemplo, una unidad de procesado de cifrado, una unidad de procesado de matriz de puertas programables in situ, etcétera). Debería entenderse que el sistema 310 de identificación de blancos puede incluir, por ejemplo, otros módulos, dispositivos, y/o procesadores conocidos en la técnica y/o variantes de los módulos, dispositivos, y/o procesadores ilustrados.

25 El módulo 311 de comunicaciones comunica información hacia/desde el sistema 310 de identificación de blancos. El módulo 312 de estimación de longitudes determina una longitud de un blanco (por ejemplo, objeto marítimo, objeto terrestre, objeto orbital, etcétera) a partir de una imagen basándose en un perfil de distancia, en la imagen de radar (por ejemplo, imagen de un radar de apertura sintética inversa, imagen de un radar de apertura sintética, imagen de un radar de alta resolución en distancia, datos de radar no procesados, datos de radar pre-procesados, etcétera), y en uno o más parámetros adaptativos. La longitud determinada del blanco se puede usar para cribar el número de posibles clases de identificación. Por ejemplo, el número de posibles clases de identificación incluye 212 clases que van desde longitudes de 25 metros a 125 metros y, basándose en la longitud determinada de 30 metros, las posibles clases de identificación se criban a 35 clases que van desde longitudes de 25 metros a 45 metros. Los parámetros adaptativos incluyen un parámetro de ángulo de aspecto (por ejemplo, 66 grados, 45 grados, -44 grados, etcétera), un parámetro de coeficiente de alineamiento (*warping*), y/o un parámetro de peso de los puntos de interés (por ejemplo, superestructura = 4, reflector = 1, etcétera). El parámetro de coeficiente de alineamiento (*warping*) se puede utilizar cuando se ajustan estimaciones de longitud aparentes en la dimensión de la distancia en situaciones en las cuales el ángulo de aspecto del blanco no es favorable para estimaciones de longitud (por ejemplo, menos de -60 grados, más de 60 grados, etcétera). El parámetro de coeficiente de alineamiento (*warping*) reduce ventajosamente la subestimación o sobreestimación aproximada de la longitud del blanco debido a ángulos de aspecto del mismo menos favorables.

La Tabla 3 ilustra longitudes determinadas ejemplificativas para una pluralidad de blancos.

Tabla 3. Longitudes Ejemplificativas

Identificación de Traza de Blanco	Longitud Determinada	Identificación de Imagen de Radar	Perfil de Distancia	Parámetros Adaptativos
Traza ABC001	45 metros	Imagen DEG33	10.000 metros	Ángulo de Aspecto = + 32 grados Coeficiente de alineamiento = 3
Traza D32001	25 metros	Imagen TR342	50.000 metros	Ángulo de Aspecto = - 15 grados
Traza A001	62 metros	Imagen IU324	100.000 metros	Ángulo de Aspecto = - 50 grados Coeficiente de alineamiento = 8

45 El módulo 313 de puntos de interés identifica por lo menos un punto de interés (por ejemplo, mástil de radiocomunicaciones, superestructura, mástil de bandera, una matriz de radar, una antena parabólica, etcétera) del blanco a partir de la imagen de radar basándose en la longitud, el perfil de distancia, la imagen de radar, y el parámetro o parámetros adaptativos. El punto de interés puede ser cualquier parte distinguible del blanco (por ejemplo, una torreta, altura por encima de la línea de flotación, tipo de construcción, etcétera). En otros ejemplos, el

módulo 313 de puntos de interés determina por lo menos un punto de interés del blanco a partir de la imagen de radar basándose en la longitud, el perfil de distancia, la imagen de radar, el parámetro o parámetros adaptativos, un procesado de Líneas de Hough, y/o líneas horizontales y verticales aisladas. La Tabla 4 ilustra puntos de interés ejemplificativos para una pluralidad de blancos.

5 **Tabla 4. Puntos de Interés Ejemplificativos**

Identificación de Traza de Blanco	Longitud Determinada	Punto de Interés
Traza ABC001	45 metros	Mástil de Radiocomunicaciones a 1/6 desde el lado izquierdo del blanco; Superestructura a 1-9 metros desde el lado derecho del blanco; Superestructura a 32-44 metros desde el lado izquierdo del blanco
Traza D32001	25 metros	Mástil de Radiocomunicaciones a 1/12 desde el lado derecho del blanco; Superestructura a 10-14 metros desde el lado izquierdo del blanco
Traza A001	62 metros	Matriz de radar a 3 metros desde el lado izquierdo del blanco; Antena parabólica a 5 metros desde el lado derecho del blanco; Superestructura 12-24 metros desde el lado izquierdo del blanco

10 El módulo 314 de identificación determina una identificación de blanco a partir de una pluralidad de clases de identificación basándose en la longitud y el por lo menos un punto de interés. La Tabla 5 ilustra clases de identificación ejemplificativas. La Tabla 6 ilustra identificaciones de blancos ejemplificativas sobre la base de las clases de identificación ejemplificativas de la Tabla 5.

Tabla 5. Clases de Identificación Ejemplificativas

Clase de Identificación	Longitud	Punto de Interés
Arrastrero AB	85 metros	Mástil de Radiocomunicaciones a 1/8 desde el lado izquierdo/derecho del blanco; Superestructura a 1-9 metros desde el lado izquierdo/derecho del blanco; Superestructura a 80-85 metros desde el lado derecho/izquierdo del blanco
Arrastrero BC	45 metros	Mástil de Radiocomunicaciones a 1/6 desde el lado izquierdo/derecho del blanco; Superestructura a 32-44 metros desde el lado izquierdo del blanco
Arrastrero CD	62 metros	Matriz de Radar a 2 metros desde el lado izquierdo/derecho del blanco; Antena Parabólica a 4 metros desde el lado derecho/izquierdo del blanco; Superestructura a 12-24 metros desde el lado izquierdo del blanco

Tabla 6. Identificaciones de Blanco Ejemplificativas

Identificación de Traza de Blanco	Identificación de Blanco
Traza ABC001	Arrastrero BC
Traza D32001	Desconocido – Ninguna Identificación Sobre la Base de las Clases de Identificación
Traza A001	Arrastrero CD

15 El módulo 315 de proyección de dimensiones proyecta características de blancos bidimensionales de la imagen de radar sobre un vector de características de blancos unidimensionales para la imagen de radar. El vector de características de blancos unidimensionales incluye la longitud del blanco, y para cada sección del blanco, la ubicación (por ejemplo, en distancia) de cada punto de interés designado, con una designación (por ejemplo, mástil, superestructura, rotador, reflector, etcétera) y una ponderación respectivas. Si en una sección particular se encuentra más de un punto de interés, el vector de características de blancos unidimensionales incluye la característica con la mayor ponderación. En otros ejemplos, si se utilizan ambos puntos de interés para diferenciar entre clases, el blanco se separa en más secciones con el fin de crear una separación por distancia entre dichos puntos de interés mencionados anteriormente. En algunos ejemplos, el módulo 315 de proyección de dimensiones proyecta características de blancos bidimensionales de cada una de la pluralidad de imágenes de radar pre-identificadas en un vector de características de blancos unidimensionales para cada una de la pluralidad de imágenes de radar pre-identificadas.

30 El módulo 316 de entrenamiento de clases genera la pluralidad de clases de identificación basándose en una pluralidad de imágenes de radar pre-identificadas. Cada una de la pluralidad de imágenes de radar pre-identificadas incluye una longitud pre-identificada y por lo menos un punto de interés pre-identificado. Las imágenes de radar pre-identificadas pueden ser de imágenes de radar del mundo real con problemas de datos del mundo real, tales como

5 picos de ruido, retornos de eco parásito, dispersión de distancia y Doppler, y turbulencias atmosféricas. El módulo 316 de entrenamiento de clases puede utilizar un Modelo de Mezcla de Gaussianas basado en una Red Neuronal y/o cualquier otro tipo de clasificador (por ejemplo, Modelos Ocultos de Markov, Cuantificadores Vectoriales, Redes Neuronales, Funciones de Base Radial, etcétera) para llevar a cabo el entrenamiento y/o las pruebas de la clasificación. El módulo 316 de entrenamiento de clases puede utilizar una técnica de esperanza-maximización y/o cualquier otra técnica de entrenamiento algorítmicamente iterativa para designar un blanco con la probabilidad de la clase de datos más alta. La Tabla 3, antes descrita, ilustra clases de identificación ejemplificativas.

10 El dispositivo 391 de entrada recibe información asociada al sistema 310 de identificación de blancos (por ejemplo, instrucciones de un usuario, instrucciones de otro dispositivo informático, etcétera) proveniente de un usuario (no mostrado) y/o de otro sistema informático (no mostrado). El dispositivo 391 de entrada puede incluir, por ejemplo, un teclado, un escáner, etcétera. El dispositivo 392 de salida da salida a información asociada al sistema 310 de identificación de blancos (por ejemplo, información para una impresora (no mostrada), información para un altavoz, etcétera).

15 El dispositivo 393 de visualización visualiza información asociada al sistema 310 de identificación de blancos (por ejemplo, información del estado, información de configuración, etcétera). El procesador 394 ejecuta el sistema operativo y/o cualesquiera otras instrucciones ejecutables por ordenador para el sistema 310 de identificación de blancos (por ejemplo, ejecuta aplicaciones, etcétera).

20 El dispositivo 395 de almacenamiento almacena datos de radar y/o datos de identificación de blancos. El dispositivo 395 de almacenamiento puede almacenar información y/o cualesquiera otros datos asociados al sistema 310 de identificación de blancos. El dispositivo 395 de almacenamiento puede incluir una pluralidad de dispositivos de almacenamiento y/o el sistema 310 de identificación de blancos puede incluir una pluralidad de dispositivos de almacenamiento (por ejemplo, un dispositivo de almacenamiento de entradas de radar, un dispositivo de almacenamiento de identificaciones de blancos, un dispositivo de almacenamiento de entrenamiento de blancos, etcétera). El dispositivo 395 de almacenamiento puede incluir, por ejemplo, medios de almacenamiento de largo plazo (por ejemplo, una unidad de disco duro, un dispositivo de almacenamiento en cinta, memoria *flash*, etcétera), medios de almacenamiento de corto plazo (por ejemplo, una memoria de acceso aleatorio, una memoria gráfica, etcétera.), y/o cualquier otro tipo de medios legibles por ordenador.

30 La FIG. 4 es un diagrama de flujo de un proceso ejemplificativo 400 de identificación de blancos que utiliza, por ejemplo, el sistema 310 de identificación de blancos de la FIG. 3. El módulo 312 de estimación de longitudes determina (410) una longitud de un blanco a partir de una imagen de radar (por ejemplo, una imagen de radar de apertura sintética inversa, una imagen de radar de apertura sintética, etcétera) basándose en un perfil de distancia, en la imagen de radar, y en uno o más parámetros adaptativos. El módulo 313 de puntos de interés identifica (420) por lo menos un punto de interés del blanco a partir de la imagen radar basándose en la longitud, el perfil de distancia, la imagen de radar, y el parámetro o parámetros adaptativos. El módulo 314 de identificación determina (430) una identificación de un blanco a partir de una pluralidad de clases de identificación basándose en la longitud y el por lo menos un punto de interés.

35 En algunos ejemplos, el módulo 313 de puntos de interés separa (422) la imagen de radar en por lo menos dos secciones sobre la base de la longitud del blanco. En otros ejemplos, el módulo 313 de puntos de interés identifica (424) por lo menos un punto de interés del blanco para por lo menos una de las por lo menos dos secciones de la imagen de radar basándose en el perfil de distancia, en la imagen de radar, y en el parámetro o parámetros adaptativos. La Tabla 7 ilustra secciones ejemplificativas y el punto de interés correspondiente.

Tabla 7. Puntos de Interés Ejemplificativos

Identificación de Traza del Blanco	Sección	Punto de Interés
Traza GA	A	Superestructura a 1-9 metros desde el lado izquierdo del blanco
	B	Mástil de Radiocomunicaciones a 1/2 desde el lado izquierdo del blanco
	C	Superestructura a 32-44 metros desde el lado izquierdo del blanco
Traza HA	A	Superestructura a 4-45 metros desde el lado izquierdo del blanco
	B	Mástil de Radiocomunicaciones a 60 metros desde el lado izquierdo del blanco
	C	Superestructura a 100-115 metros desde el lado izquierdo del blanco
	D	Matriz de Radar a 1/100 desde el lado derecho del blanco

45 En algunos ejemplos, el sistema 310 de identificación de blancos y/o los módulos asociados repiten (440) las etapas (410, 420 y 430) para determinar otra identificación de blanco para otro cuadro de la imagen de radar. Por ejemplo, el sistema de identificación de blancos identifica un primer cuadro de la imagen de radar como un arrastrero AB, un segundo cuadro de la imagen radar como un arrastrero BC, y un tercer cuadro de la imagen de radar como el arrastrero AB. La Tabla 8 ilustra cuadros ejemplificativos y las identificaciones de blanco correspondientes.

Tabla 8. Cuadros Ejemplificativos

Identificación de Trazas de Blanco	Cuadro	Tiempo	Identificación de blanco
Trazas ABC001	A	3:34.12	Barco de Recreo AB
	B	3:34.22	Barco de Recreo BC
	C	3:34.32	Barco de Recreo AB

	X	4:21.22	Barco de Recreo AB
	W	4:21.42	Barco de Recreo CD
	Z	4:21.54	Barco de Recreo AB
Trazas A001	A	3:34.23	Barco de Recreo CD
	B	3:34.24	Barco de Recreo CD
	C	3:34.35	Barco de Recreo AB

	X	3:35.12	Barco de Recreo CD
	W	3:35.13	Barco de Recreo CD
	Z	3:35.14	Barco de Recreo CD

En otros ejemplos, el módulo 314 de identificación rastrea las identificaciones de blancos a partir de los cuadros. El dispositivo 393 de visualización puede visualizar las identificaciones de los blancos para un usuario (por ejemplo, para el operador 115 de radar). La Tabla 9 ilustra recuentos ejemplificativos para trazas de blancos.

Tabla 9. Recuentos Ejemplificativos

Identificación de Trazas de Blanco	Cuadros	Identificación de Blanco	Recuento de Identificaciones
Trazas ABC001	150	Barco de Recreo AB	112
		Barco de Recreo BC	28
		Barco de Recreo CD	10
Trazas A001	450	Barco de Recreo AB	17
		Barco de Recreo BC	23
		Barco de Recreo CD	410

En algunos ejemplos, el módulo 314 de identificación determina (430) una identificación de blanco de entre una pluralidad de clases de identificación basándose en la longitud y el por lo menos un punto de interés utilizando un Modelo de Mezcla de Gaussianas (GMM) y/o cualquier otra técnica similar. El GMM se puede basar en parámetros tales como el número de componentes de mezcla o centros en el modelo, el tipo de modelo (por ejemplo, esférico, cuadrado, etcétera), y/o la dimensionalidad del modelo.

En algunos ejemplos, el módulo 312 de estimación de longitudes aísla por lo menos una línea horizontal o vertical de la imagen de radar utilizando el perfil de distancia y/o un procesamiento de líneas de Hough. En otros ejemplos, el módulo 312 de estimación de longitudes compara las líneas verticales con las posiciones de picos asociados a un perfil de distancia normalizado por suma, de la imagen de radar, y designa como posiciones de los puntos de interés cualquiera que aparezca en la misma región.

En otros ejemplos, la longitud de un blanco se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$L_{true} = \frac{L_a}{\cos(\theta_{asp})}$$

donde:

L_{true} = longitud real del blanco;

L_a = longitud aparente del blanco; y

θ_{asp} = ángulo formado por la Línea Visual del radar y el ángulo longitudinal del blanco.

Los sistemas y métodos antes descritos se pueden implementar en circuitería electrónica digital, en hardware de ordenador, en microprogramas y/o en software. La implementación puede ser en forma de un producto de programa de ordenador. La implementación puede ser, por ejemplo, en un dispositivo de almacenamiento legible por máquina, para su ejecución por parte de aparatos de procesamiento de datos o para controlar el funcionamiento de estos últimos. La implementación puede ser, por ejemplo, un procesador programable, un ordenador, y/o múltiples ordenadores.

Un programa de ordenador se puede escribir en cualquier forma de lenguaje de programación, incluyendo lenguajes compilados y/o interpretados, y el programa de ordenador se puede desplegar en cualquier forma, incluyendo un programa autónomo o una subrutina, elemento, y/u otra unidad adecuada para su uso en un entorno informático. Un programa de ordenador se puede desplegar para ser ejecutado en un ordenador o en múltiples ordenadores en un emplazamiento.

Las etapas de método pueden ser llevadas a cabo por uno o más procesadores programables que ejecutan un programa de ordenador para llevar a cabo funciones de la invención actuando sobre datos de entrada y generando una salida. Las etapas de método también pueden ser llevadas a cabo por una circuitería lógica de propósito especial y un aparato se puede implementar en forma de esta última. La circuitería puede ser, por ejemplo, una FPGA (matriz de puertas programable in situ) y/o un ASIC (circuito integrado de aplicación específica). Las subrutinas y agentes de software pueden remitir a partes de programa de ordenador, al procesador, a la circuitería especial, al software y/o al hardware que implementan esa funcionalidad.

Los procesadores adecuados para la ejecución de un programa de ordenador incluyen, a título de ejemplo, microprocesadores de propósito tanto general como especial, y uno cualquiera o más procesadores de cualquier tipo de ordenador digital. En general, un procesador recibe instrucciones y datos de una memoria de solo lectura o de una memoria de acceso aleatorio o de ambas. Los elementos esenciales de un ordenador son un procesador para ejecutar instrucciones y uno o más dispositivos de memoria para almacenar instrucciones y datos. En general, un ordenador puede incluir, puede estar acoplado operativamente para recibir datos desde y/o transferir datos hacia, uno o más dispositivos de almacenamiento masivo destinados a almacenar datos (por ejemplo, discos magnéticos, magneto-ópticos, u ópticos).

La transmisión de datos y las instrucciones también se pueden producir a través de una red de comunicaciones. Los portadores de información adecuados para materializar instrucciones y datos de programas de ordenador incluyen toda forma de memoria no volátil, incluyendo a título de ejemplo dispositivos de memoria de semiconductores. Los portadores de información pueden ser, por ejemplo, EPROM, EEPROM, dispositivos de memoria *flash*, discos magnéticos, discos duros internos, discos extraíbles, discos magneto-ópticos, CD-ROM, y/o discos de DVD-ROM. El procesador y la memoria se pueden complementar con circuitería lógica de propósito especial y/o se pueden incorporar en esta última.

Para proporcionar interacción con un usuario, las técnicas antes descritas se pueden implementar en un ordenador que tenga un dispositivo de visualización. El dispositivo de visualización puede ser, por ejemplo, un tubo de rayos catódicos (CRT) y/o un monitor de pantalla de cristal líquido (LCD). La interacción con un usuario puede ser, por ejemplo, una visualización de información para el usuario y un teclado y un dispositivo señalador (por ejemplo, un ratón o un control de *trackball*) por medio de los cuales el usuario puede proporcionar una entrada al ordenador (por ejemplo, interactuar con un elemento de interfaz de usuario). Se pueden usar otros tipos de dispositivos para proporcionar interacción con un usuario. Otros dispositivos pueden ser, por ejemplo, retroalimentación proporcionada al usuario en cualquier forma de retroalimentación sensorial (por ejemplo, retroalimentación visual, auditiva o táctil). La entrada proveniente del usuario se puede recibir, por ejemplo, en cualquier forma, incluyendo una entrada acústica, de voz, y/o táctil.

Las técnicas antes descritas se pueden implementar en un sistema informático distribuido que incluye un componente de fondo (*back-end*). El componente de fondo puede ser, por ejemplo, un servidor de datos, un componente de software intermedio (*middleware*), y/o un servidor de aplicaciones. Las técnicas antes descritas se pueden implementar en un sistema informático de distribución que incluya un componente de etapa frontal (*front-end*). El componente de etapa frontal puede ser, por ejemplo, un ordenador de cliente que tenga una interfaz gráfica de usuario, un navegador web a través del cual un usuario pueda interactuar con una implementación de ejemplo, y/u otras interfaces gráficas de usuario para un dispositivo de transmisión. Los componentes del sistema se pueden interconectar mediante cualquier forma o soporte de comunicaciones de datos digitales (por ejemplo, una red de comunicaciones). Los ejemplos de redes de comunicación incluyen una red de área local (LAN), una red de área extensa (WAN), Internet, redes por cables, y/o redes inalámbricas.

El sistema puede incluir clientes y servidores. Un cliente y un servidor son en general remotos uno con respecto a otro y típicamente interactúan a través de una red de comunicaciones. La relación de cliente y servidor surge como consecuencia de programas de ordenador que se ejecutan en los ordenadores respectivos y que presentan una relación mutua de cliente-servidor.

Las redes basadas en paquetes pueden incluir, por ejemplo, Internet, una red portadora del Protocolo de Internet (IP) (por ejemplo, una red de área local (LAN), una red de área extensa (WAN), una red de área de campus (CAN), una red de área metropolitana (MAN), una red de área doméstica (HAN), una red de IP privada, una centralita privada de IP (IPBX), una red inalámbrica (por ejemplo, una red de acceso de radiocomunicaciones (RAN), una red 802.11, una red 802.16, una red del servicio general de radiocomunicaciones por paquetes (GPRS), una HiperLAN), y/u otras redes basadas en paquetes. Las redes basadas en circuitos pueden incluir, por ejemplo, la red telefónica pública conmutada (PSTN), una centralita privada (PBX), una red inalámbrica (por ejemplo, RAN, bluetooth, red de acceso múltiple por división de código (CDMA), una red de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), una red del sistema global para comunicaciones de móviles (GSM)), y/u otras redes basadas en circuitos.

5 El dispositivo de transmisión puede incluir, por ejemplo, un ordenador, un ordenador con un dispositivo navegador, un teléfono, un teléfono IP, un dispositivo móvil (por ejemplo, teléfono celular, dispositivo de asistente personal digital (PDA), un ordenador portátil, un dispositivo de correo electrónico), y/u otros dispositivos de comunicación. El dispositivo navegador incluye, por ejemplo, un ordenador (por ejemplo, ordenador de sobremesa, ordenador portátil) con un navegador para la red informática mundial (por ejemplo, Internet Explorer(R) de Microsoft(R) disponible en Microsoft Corporation, Firefox Mozilla(R) disponible en Mozilla Corporation). El dispositivo informático móvil incluye, por ejemplo, una Blackberry(R).

10 Comprender, incluir, y/o las diversas formas de cada una de las mencionadas son términos de interpretación abierta e incluyen las partes enumeradas y pueden incluir partes adicionales que no se han enumerado. Y/o es una expresión de interpretación abierta e incluye una o más de las partes enumeradas y combinaciones de las partes enumeradas.

15 Aquellos versados en la materia percibirán que la invención se puede materializar en otras formas específicas sin desviarse con respecto a sus características esenciales. Por tanto, las anteriores realizaciones deben considerarse en todos sus aspectos como ilustrativas más que limitativas de la invención que se describe en la presente. El alcance de la invención queda indicado por tanto por las reivindicaciones adjuntas, más que por la descripción anterior, y por esa razón todos los cambios que se sitúan dentro del significado y el alcance de equivalencia de las reivindicaciones están destinados a quedar abarcados por las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema (120) de identificación de blancos, comprendiendo el sistema:
- 5 un módulo (312) de estimación de longitudes configurado para determinar una longitud (230) de un blanco (220) a partir de una imagen (210) de radar sobre la base de un perfil de distancia, la imagen de radar, y uno o más parámetros adaptativos;
- 10 un módulo (313) de puntos de interés configurado para separar la imagen de radar en por lo menos dos secciones (244a, 244b) sobre la base de la longitud del blanco; e identificar por lo menos un punto de interés del blanco, el perfil de distancia, la imagen de radar, el parámetro o parámetros adaptativos, y un procesado de Líneas de Hough; y
- un módulo (314) de identificación configurado para determinar una identificación de un blanco a partir de una pluralidad de clases de identificación sobre la base de la longitud del blanco y el por lo menos un punto de interés del blanco.
2. Sistema de la reivindicación 1, que comprende además:
- 15 un módulo (315) de proyección de dimensiones configurado para proyectar características de blancos bidimensionales de la imagen de radar sobre un vector de características de blancos unidimensionales para la imagen de radar; y
- 20 estando configurado además el módulo de puntos de interés para determinar por lo menos un punto de interés del blanco a partir de la imagen de radar basándose en la longitud del blanco, el perfil de distancia, la imagen de radar, el parámetro o parámetros adaptativos, y un procesado de Líneas de Hough.
3. Sistema de la reivindicación 1, que comprende además un módulo (316) de entrenamiento de clases configurado para generar la pluralidad de clases de identificación sobre la base de una pluralidad de imágenes de radar pre-identificadas, comprendiendo cada una de la pluralidad de imágenes de radar pre-identificadas una longitud pre-identificada y por lo menos un punto de interés pre-identificado.
- 25 4. Sistema de la reivindicación 3, que comprende además un módulo (315) de proyección de dimensiones configurado para proyectar características de blancos bidimensionales de cada una de la pluralidad de imágenes de radar pre-identificadas en un vector de características de blancos unidimensionales para cada una de la pluralidad de imágenes de radar pre-identificadas.
- 30 5. Sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el blanco es un objeto marítimo (142, 144, 146, 148).
6. Método para identificación de blancos de una imagen de radar, comprendiendo el método:
- (a) determinar (410) una longitud de un blanco a partir de una imagen de radar sobre la base de un perfil de distancia, la imagen de radar, y uno o más parámetros adaptativos;
- 35 (b) separar (422) la imagen de radar en por lo menos dos secciones sobre la base de la longitud del blanco; identificar (424) por lo menos un punto de interés del blanco para por lo menos una de las por lo menos dos secciones de la imagen de radar sobre la base de la longitud del blanco, el perfil de distancia, la imagen de radar, el parámetro o parámetros adaptativos, y un procesado de Líneas de Hough; y
- (c) determinar una identificación de un blanco (430) a partir de una pluralidad de clases de identificación sobre la base de la longitud del blanco y el por lo menos un punto de interés del blanco.
- 40 7. Método de la reivindicación 6, que comprende además repetir las etapas (a), (b), y (c) para determinar otras identificaciones de blancos para cuadros sucesivos de la pluralidad de imágenes de radar.
8. Método de la reivindicación 6 ó la reivindicación 7, que comprende además aislar (412) por lo menos una línea horizontal o vertical en la imagen de radar utilizando el perfil de distancia, el procesado de líneas de Hough, o cualquier combinación de los mismos.
- 45 9. Método de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que el parámetro o parámetros adaptativos comprenden un parámetro de ángulo de aspecto, un parámetro de coeficiente de alineamiento (*warping*), un parámetro de peso de los puntos de interés, o cualquier combinación de los mismos.
10. Método de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en el que la imagen de radar es una imagen de radar de apertura sintética inversa.
- 50 11. Método de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, en el que el blanco es un objeto marítimo (142, 144,

146, 148).

12. Programa de ordenador que comprende instrucciones que se pueden hacer funcionar para conseguir que un aparato de procesado de datos lleve a cabo las etapas del método de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11.

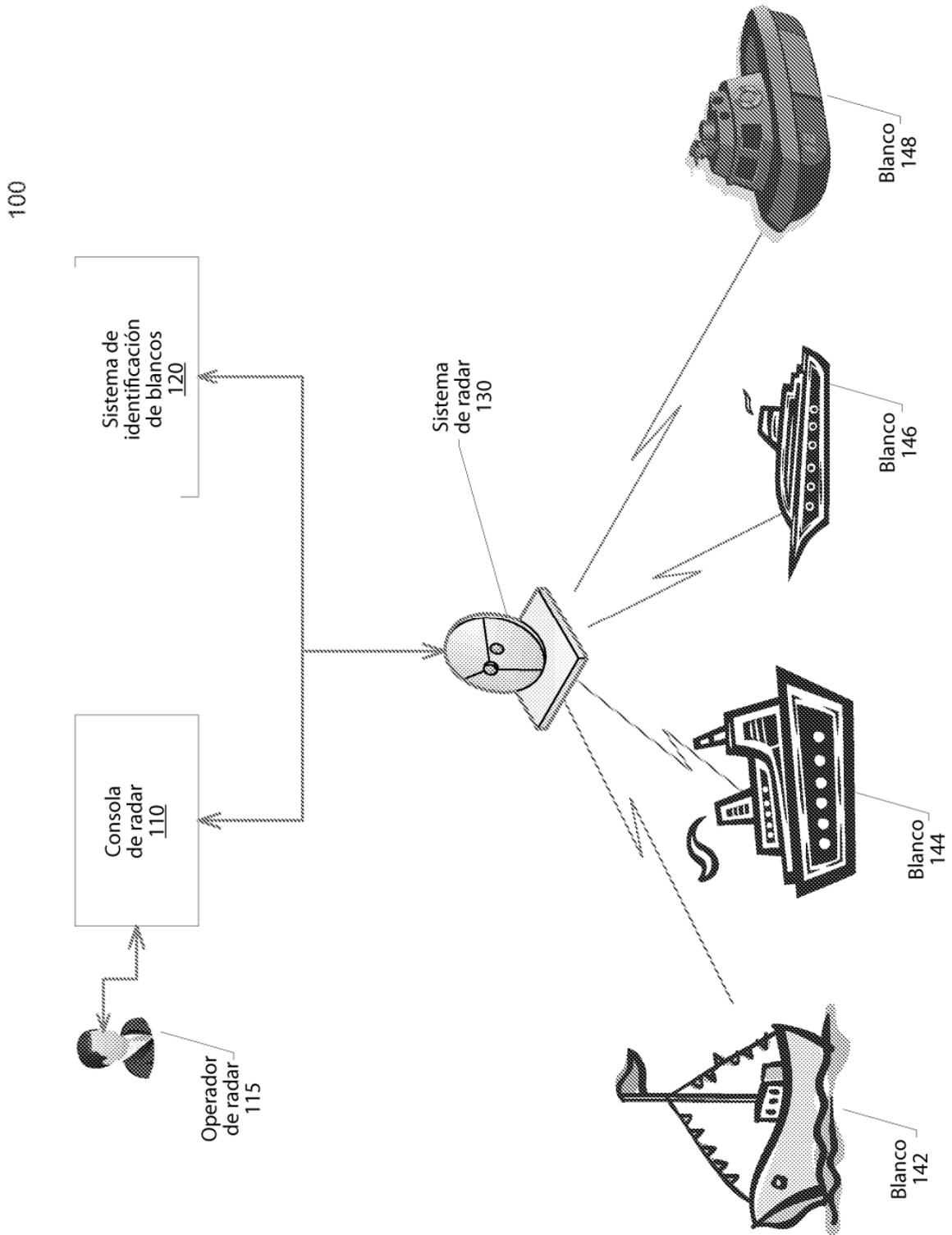


FIG. 1

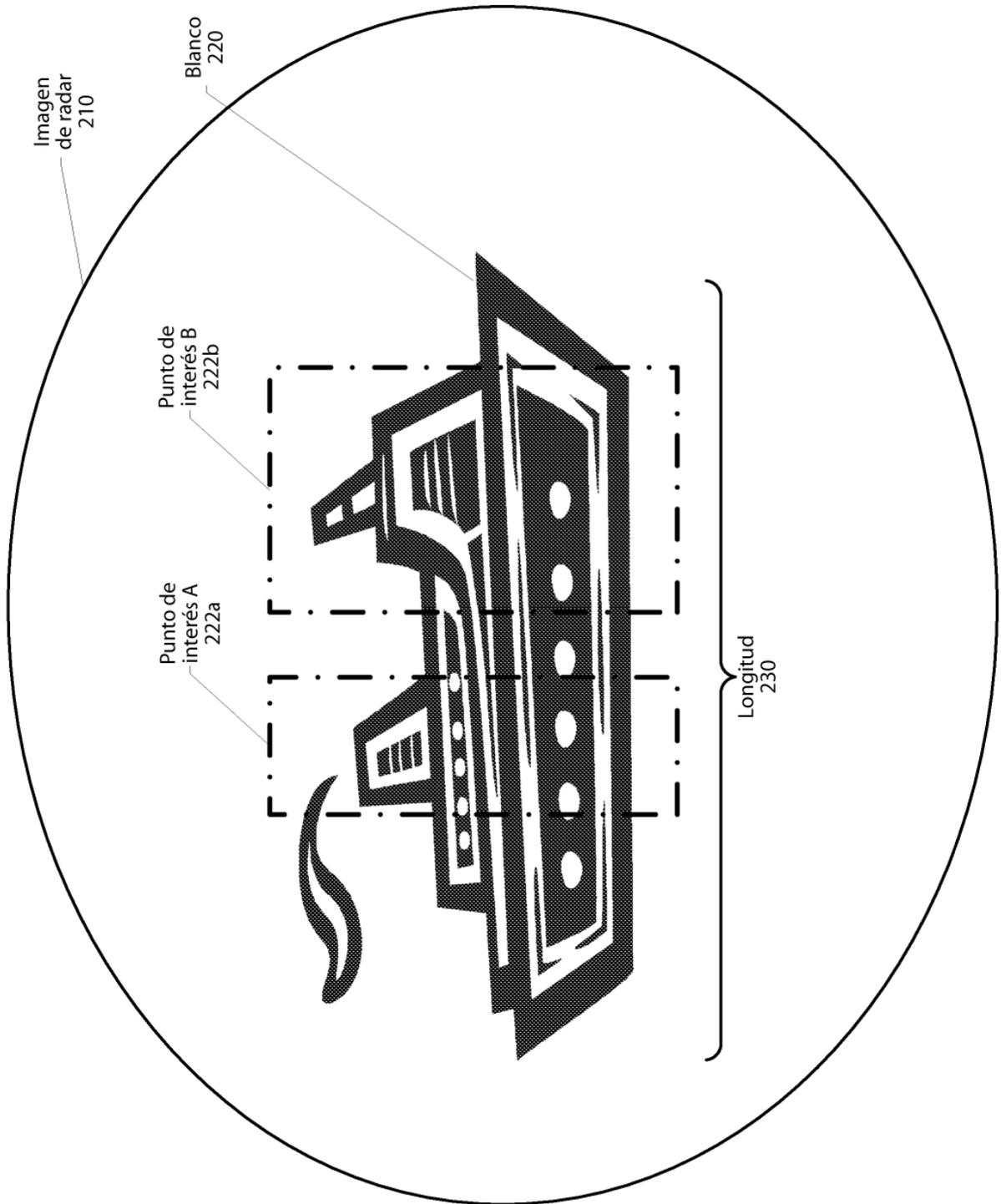


FIG. 2A

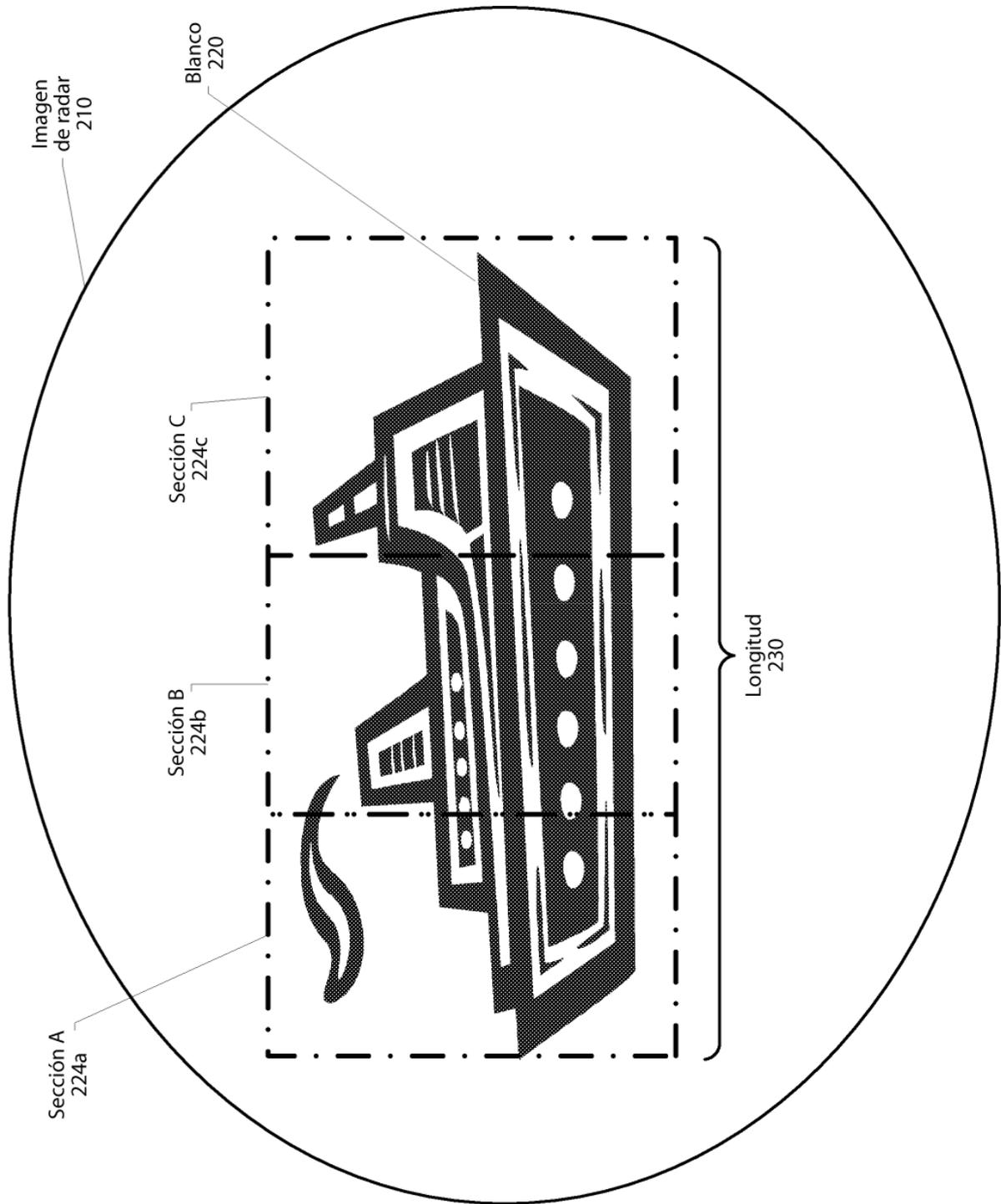


FIG. 2B



FIG. 2C

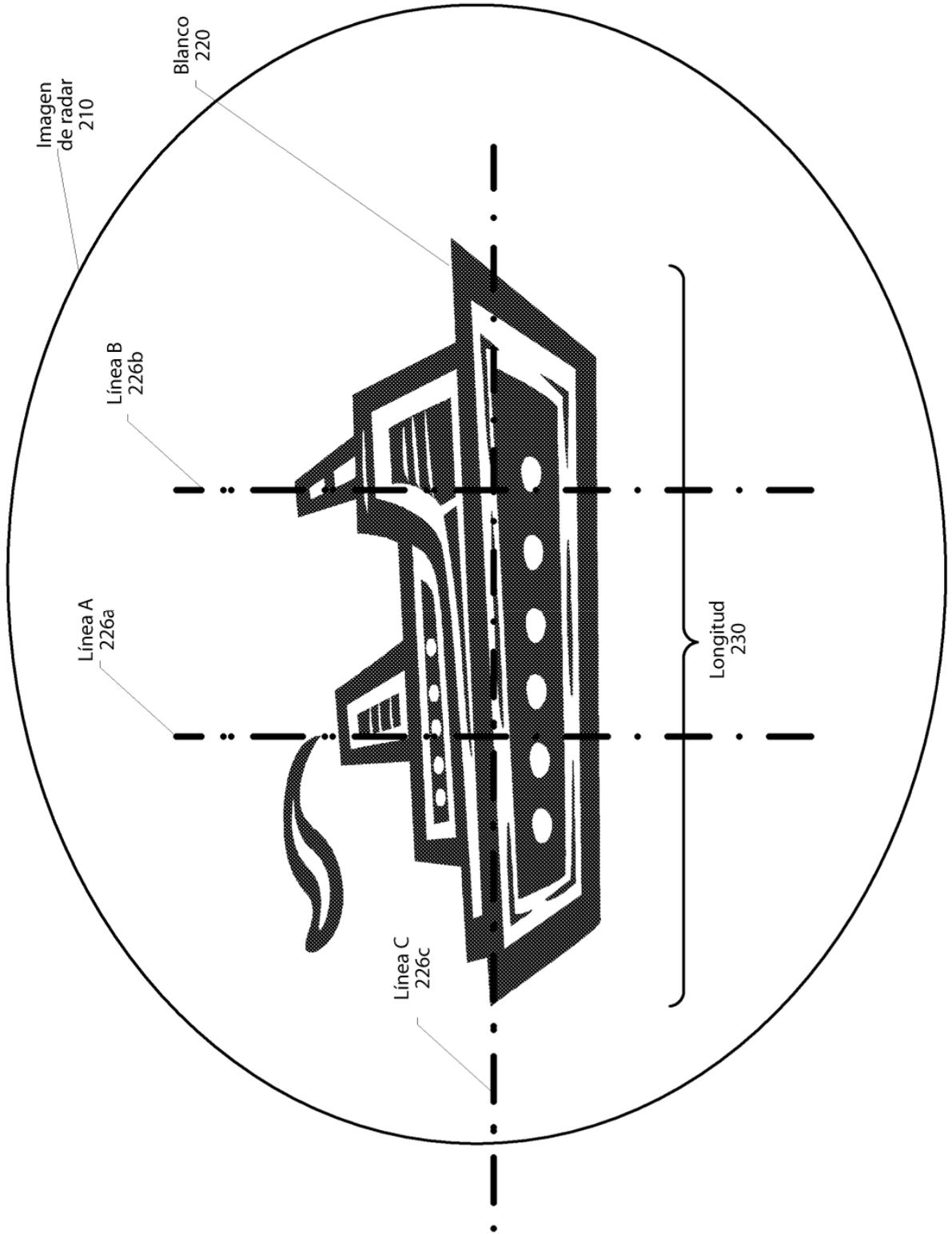


FIG. 2D

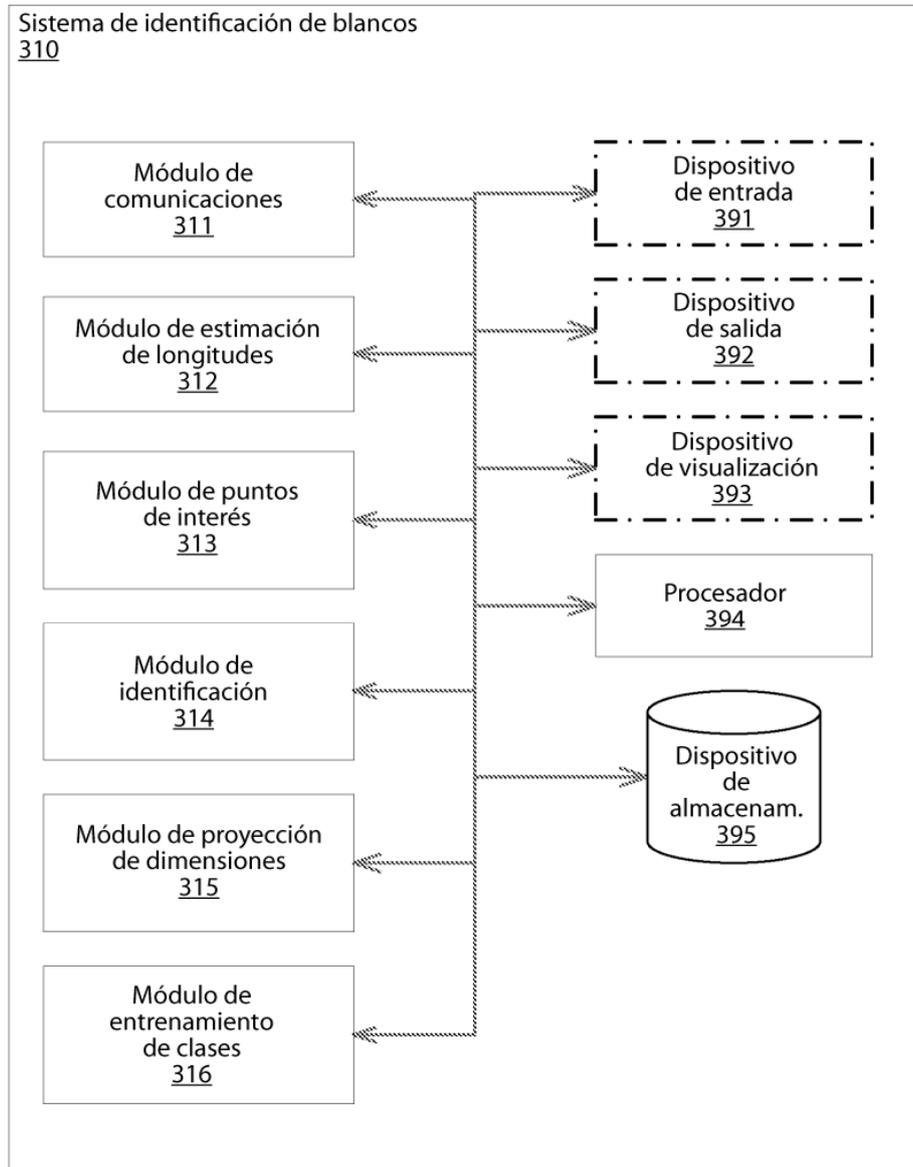


FIG. 3

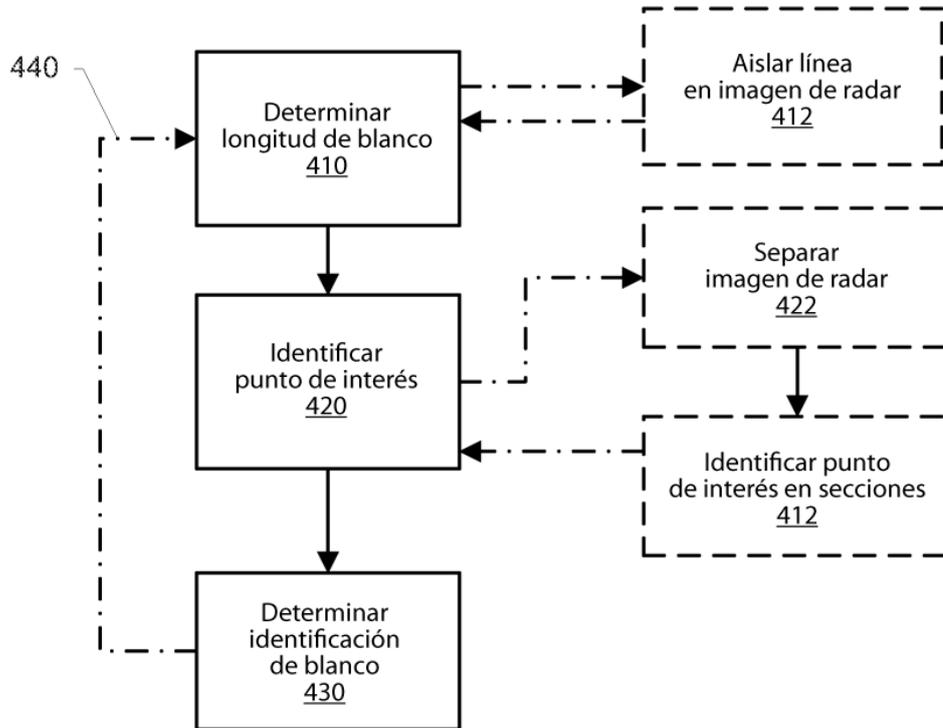


FIG. 4