

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 608 077**

51 Int. Cl.:

G01S 7/00 (2006.01)

G01S 7/12 (2006.01)

G01S 7/295 (2006.01)

G01S 13/87 (2006.01)

G01S 13/93 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.05.2009 PCT/EP2009/055725**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.11.2010 WO10130286**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2009 E 09779452 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.10.2016 EP 2430472**

54 Título: **Combinar datos de múltiples señales de radar en un único visualizador de presentación panorámica (PPI)**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.04.2017

73 Titular/es:
RAYTHEON ANSCHÜTZ GMBH (100.0%)
Zeyestrasse 16-24
24106 Kiel, DE

72 Inventor/es:
REITER, CARSTEN

74 Agente/Representante:
ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 608 077 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

Combinar datos de múltiples señales de radar en un único visualizador de presentación panorámica (PPI).

5 CAMPO TÉCNICO

Esta invención se refiere, en general, a sistemas de radar y, más en particular, a combinar datos de múltiples señales de radar en un único visualizador de PPI.

10 ANTECEDENTES

Los radares de navegación de a bordo ayudan a los pilotos de buques a evitar colisiones permitiendo a los pilotos localizar tierra y objetos (por ejemplo, buques, boyas) más allá de lo que se puede ver desde el buque propiamente dicho. En los radares de navegación de a bordo anteriores se usaban circuitos analógicos para generar una imagen bidimensional (por ejemplo, un PPI) en un visualizador de tubo de rayos catódicos (CRT). Los circuitos analógicos formaban la imagen impulsando la rotación del rayo catódico alrededor del CRT en sincronización con la rotación de la antena de radar, volviendo a centrar el rayo catódico con cada activación del transmisor de radar (o transceptor) y regulando el barrido del rayo catódico con los ecos de radar procesados por el receptor de radar (o transceptor). Este tipo de imagen se barría en tiempo real, usando la persistencia de fósforos en el CRT para mantener la imagen en el visualizador lo suficiente para que fuera útil en navegación.

Con la llegada de visualizadores de CRT y visualizadores de pantalla plana de gran tamaño para televisión económicos, los ingenieros de radares pasaron de generar imágenes de presentación panorámica (PPI) en circuitos analógicos a generarlas en circuitos electrónicos digitales y firmware. No obstante, dado que los visualizadores de CRT y los visualizadores de pantalla plana están diseñados para televisión, generan imágenes usando una exploración de tramas. Es decir, los visualizadores de CRT y los visualizadores de pantalla plana generan imágenes usando datos formateados en coordenadas cartesianas en lugar de datos formateados en coordenadas polares (alcance y ángulo acimutal) normales para radares. La adaptación de radar a monitores con exploración de tramas se puede lograr convirtiendo los datos formateados en polares (generados por antenas de radar) a coordenadas cartesianas (que se pueden visualizar en visualizadores de CRT de exploración de tramas y visualizadores de pantalla plana).

RESUMEN

35 La presente invención, según la reivindicación 1, puede reducir o eliminar inconvenientes y problemas asociados a técnicas anteriores para combinar datos de múltiples señales de radar en un único visualizador de PPI.

En determinadas realizaciones, un procedimiento para combinar datos de múltiples señales de radar en una única PPI incluye recibir, de un primer dispositivo de radar que tiene un primer alcance angular de visibilidad, primeros datos de señal de radar correspondientes al primer alcance angular de visibilidad. El procedimiento incluye además recibir, de un segundo dispositivo de radar que tiene un segundo alcance angular de visibilidad, segundos datos de señales de radar correspondientes al segundo alcance angular de visibilidad. El procedimiento incluye además llevar a cabo un procesamiento de compensaciones en al menos una parte de los segundos datos de señal de radar para formar segundos datos de señal de radar modificados que son correlativos a los primeros datos de señal de radar. El procedimiento incluye además combinar al menos una parte de los primeros datos de señal de radar con al menos una parte de los segundos datos de señal de radar modificados para formar datos de señal de radar combinados y generar, en función de los datos de señal de radar combinados, una visualización en un visualizador de PPI de radar.

50 Determinadas realizaciones de la presente invención pueden proporcionar una o más ventajas técnicas. Con frecuencia, antes de abandonar el puerto, se exige a los buques que lleven al menos dos dispositivos de radar. Como consecuencia de este requisito, con frecuencia dichos buques llevan dos dispositivos de radar independientes. Cada dispositivo de radar puede tener una o más zonas ciegas que resultan de estructuras del buque (por ejemplo, un mástil de buque). Las técnicas convencionales para eliminar zonas ciegas (es decir, proporcionar un alcance angular total de visibilidad de trescientos sesenta grados, o al menos mejorado, a un piloto/radarista) pueden incluir proporcionar dos visualizaciones de PPI independientes, una visualización de PPI generada en función de la señal de radar de cada uno de los dos dispositivos de radar independientes. No obstante, tener dos visualizadores de PPI independientes puede ser desaconsejable, dado que no es un uso óptimo del espacio de visualización en el puente lleno de mandos de un buque.

Combinar los datos de señal de radar de múltiples dispositivos de radar en una única tabla de memoria intermedia para generar datos de señal de radar combinados permite la generación de una visualización de PPI en función de los datos de señal de radar combinados. Generar una visualización de PPI en función de los datos de señal de radar combinados puede reducir o eliminar zonas ciegas asociadas a cada dispositivo de radar (por ejemplo, se puede proporcionar una vista completa de trescientos sesenta grados a pesar de las zonas ciegas asociadas a cada dispositivo de radar) a la vez que se elimina la necesidad de múltiples visualizadores de PPI (uno para cada dispositivo de radar, como se usaba en determinadas técnicas convencionales). Por consiguiente, se puede reducir la cantidad de espacio para los visualizadores de PPI de radar en el puente lleno de mandos de un buque

- 5
- 10 Las técnicas convencionales pueden incluir además visualizar seguimientos de blancos asociados a datos de cada señal de radar en un único visualizador de PPI de manera que un piloto/radarista pueda ver la imagen de seguimiento completa en el único visualizador de PPI. No obstante, dado que los seguimientos de blancos están asociados a datos de señal de radar independientes, se debe llevar a cabo una transferencia de seguimiento cuando el seguimiento de un blanco pasa de un dispositivo de radar al otro dispositivo de radar. No obstante, con frecuencia
- 15 la transferencia de seguimiento es imprecisa, especialmente cuando el seguimiento de un blanco grande pasa de un dispositivo de radar al otro dispositivo de radar en un alcance relativamente próximo.

- Combinar datos de múltiples señales de radar generadas por múltiples dispositivos de radar en una única tabla de memoria intermedia para generar datos de señal de radar combinados y llevar a cabo un seguimiento en función de los datos de señal de radar combinados puede permitir a un piloto/radarista ver la imagen de seguimiento completa en único visualizador de PPI a la vez que se eliminan problemas asociados a la transferencia de seguimiento.
- 20

- Adicionalmente, un buque puede llevar dos dispositivos de radar distintos, como se muestra en el documento GB2093306A. Por ejemplo, un buque puede llevar un dispositivo de radar de banda X (alta resolución) y un dispositivo de radar de banda S (alta penetración en lluvia). Los dispositivos de radar de banda X normalmente proporcionan alta resolución, pero normalmente los ecos parásitos del mar o de la lluvia afectan mucho a los X. Los dispositivos de radar de banda S normalmente proporcionan menor resolución que los dispositivos de radar de banda X, pero proporcionan mayor penetración en lluvia. Combinar datos de señal de radar del dispositivo de radar de banda X con datos de señal de radar del dispositivo de radar de banda S en una única tabla de memoria intermedia para generar datos de señal de radar combinados puede permitir la generación de una visualización de PPI en la que el dispositivo de radar de banda X se utiliza para generar la parte de la visualización de PPI para alcances cortos (para los que la alta resolución es más importante y la penetración en lluvia es menos importante) y el dispositivo de radar de banda S se utiliza para generar la parte de la visualización de PPI para alcances largos (para los que la alta resolución es menos importante y una mayor penetración en lluvia más importante).
- 25
- 30
- 35

Determinadas realizaciones de la presente invención pueden incluir algunas, todas o ninguna de las ventajas anteriores. Una o más ventajas técnicas distintas pueden resultar fácilmente evidentes para los expertos en la materia gracias a las figuras, las descripciones y las reivindicaciones que se incluyen en este documento.

40 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para proporcionar un entendimiento más completo de la presente invención y de las características y ventajas de la misma, se hace referencia a la siguiente descripción tomada conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los que:

- 45 la figura 1 ilustra un sistema de ejemplo para combinar datos de múltiples señales de radar en un único visualizador de PPI, según determinadas realizaciones de la presente invención;

- las figuras 2A a 2C ilustran un buque que tiene componentes de un sistema de ejemplo para combinar datos de múltiples señales de radar en un único visualizador de PPI, según determinadas realizaciones de la presente invención;
- 50

las figuras 3A y 3B ilustran un buque de ejemplo que tiene componentes de un sistema de ejemplo que combina datos de múltiples señales de radar en un único visualizador de PPI, según determinadas realizaciones de la presente invención y

- 55 la figura 4 ilustra un procedimiento de ejemplo para combinar datos de múltiples señales de radar en un único visualizador de PPI, según determinadas realizaciones de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES DE EJEMPLO

La figura 1 ilustra un sistema de ejemplo 100 para combinar datos de múltiples señales de radar en un único visualizador de PPI, según determinadas realizaciones de la presente invención. El sistema 100 puede incluir una pluralidad de dispositivos de radar 102, un sistema de procesamiento de radar 104 y una red 106. Si bien se ilustra y se describe principalmente esta implementación específica del sistema 100, la presente invención contempla cualquier implementación adecuada del sistema 100, según las necesidades específicas.

El sistema 100 puede incluir un primer dispositivo de radar capaz de funcionar para generar primeros datos de señal de radar y un segundo dispositivo de radar capaz de funcionar para generar segundos datos de señal de radar. En general, el sistema 100 es capaz de funcionar para llevar a cabo un procesamiento de compensaciones en al menos una parte de los segundos datos de señal de radar para formar segundos datos de señal de radar modificados que son correlativos a los primeros datos de señal de radar. Posteriormente, los primeros datos de señal de radar y los segundos datos de señal de radar modificados se pueden combinar para formar datos de señal de radar combinados que se pueden usar para generar una visualización en un único visualizador de PPI de radar. Genera una visualización en un único visualizador de PPI de radar a partir de los datos de señal de radar combinados puede permitir la eliminación de zonas ciegas (por ejemplo, se puede proporcionar una vista completa de trescientos sesenta grados a pesar de las zonas ciegas que pueden estar asociadas al primer y al segundo dispositivo de radar) a la vez que se elimina la necesidad de múltiples visualizadores de PPI de radar. Por consiguiente, se puede reducir la cantidad de espacio para los visualizadores de PPI de radar en el puente lleno de mandos de un buque. Adicionalmente, se pueden llevar a cabo seguimientos de blancos en función de los datos de señal de radar combinados, eliminando los problemas de transferencia de seguimiento asociados a la combinación de datos de seguimiento de blancos asociados a datos de señal de radar independientes en un único visualizador de PPI de radar.

Cada dispositivo de radar 102 del sistema 100 puede incluir una antena de radar 108 y un transceptor de radar 110. Los dispositivos de radar 102 pueden incluir cualquier dispositivo que use impulsos de ondas electromagnéticas para identificar el alcance, la altitud, la dirección y/o la velocidad de objetos en movimiento y/o fijos. Por ejemplo, los dispositivos de radar 102 pueden ser dispositivos que usan impulsos de ondas electromagnéticas para identificar el alcance, la altitud, la dirección y/o la velocidad de aviones, buques, automóviles, formaciones meteorológicas y/o terreno. Si bien se ilustran y se describen principalmente dispositivos de radar específicos 102 que tienen componentes específicos, la presente invención contempla cualquier dispositivo de radar 102 adecuado que tenga componentes adecuados, según las necesidades específicas.

La antena de radar 108 puede ser una antena monoestática capaz de funcionar para emitir y recibir impulsos de ondas electromagnéticas generados por el transceptor 110. El transceptor 110 puede generar impulsos de ondas electromagnéticas que tienen una frecuencia específica. Como ejemplo específico, un transceptor 110 de un dispositivo de radar de banda X 102 puede generar impulsos de ondas electromagnéticas en el intervalo de frecuencias de 9300 a 9500 MHz. Como otro ejemplo específico, un transceptor 110 de un dispositivo de radar de banda S 102 puede generar impulsos de ondas electromagnéticas en el intervalo de frecuencias de 2900 a 3100 MHz.

El transceptor 110 puede generar impulsos de ondas electromagnéticas a una velocidad específica (por ejemplo, 1000 impulsos por segundo, correspondientes a una frecuencia de repetición de impulsos (PRF) de 1kHz) y los impulsos de ondas electromagnéticas generados se pueden emitir a través de la antena de radar 108 a medida que la antena 108 rota a una velocidad de exploración específica (por ejemplo, entre doce y sesenta revoluciones por minuto (RPM)). Por consiguiente, a medida que la antena de radar 108 rota a la velocidad de exploración específica, la antena de radar 108 emite impulsos de ondas electromagnéticas generados por el transceptor 110 en una dirección específica en un momento específico.

Un dispositivo de radar 102 puede tener un alcance máximo asociado (por ejemplo, noventa y seis millas), correspondiendo el alcance máximo a la distancia máxima desde el dispositivo de radar 102 a la que se puede detectar un objeto en función de la reflexión del impulso de ondas electromagnéticas emitido a través de la antena 108. El alcance máximo del dispositivo de radar 102 puede depender de la frecuencia de los impulsos de ondas electromagnéticas generados por el transceptor 110.

Dado que los impulsos de ondas electromagnéticas emitidos a través de la antena 108 se reflejan en objetos (por ejemplo, tierra, buques, boyas), las ondas electromagnéticas pueden volver a la antena 108 (siendo capaz de funcionar la antena de radar 108 para recibir los impulsos de ondas electromagnéticas reflejados, como se ha descrito anteriormente). Cada reflexión de los impulsos de ondas electromagnéticas recibida por la antena 108

puede tener una intensidad de señal correspondiente a la cantidad de energía del impulso de ondas electromagnéticas emitido reflejada por el objeto. Por consiguiente, el transceptor 110 puede ser capaz de funcionar para determinar una intensidad de una reflexión de impulsos de ondas electromagnéticas en función de la cantidad de energía asociada a las reflexiones de los impulsos de ondas electromagnéticas recibidas por la antena 108.

5

Además, el transceptor 110 puede ser capaz de funcionar para determinar una ubicación en coordenadas polares (alcance y ángulo acimutal) asociada a una reflexión de impulsos de ondas electromagnéticas correspondiente a un objeto específico. Por ejemplo, el transceptor 110 puede ser capaz de funcionar para determinar un alcance del objeto específico calculando el intervalo de tiempo entre el momento en que la antena 108 emite el impulso electromagnético y el momento en que la antena 108 recibe el impulso electromagnético reflejado. Adicionalmente, el transceptor 110 puede ser capaz de funcionar para determinar un ángulo acimutal del objeto específico en función de la dirección en la que la antena 108 emitió el impulso de ondas electromagnéticas reflejado por los objetos específicos.

10

15 Por consiguiente, a medida que rota la antena 108, el transceptor 110 puede generar datos de señal de radar analógicos que incluyen una pluralidad de tensiones correspondientes a una pluralidad de objetos que reflejan los impulsos de ondas electromagnéticas emitidos a través de la antena 108 (determinándose las tensiones, por ejemplo, en función de la intensidad del impulso de ondas electromagnéticas reflejado). Además, cada tensión de los datos de señal de radar analógicos puede tener una ubicación en coordenadas polares asociada (es decir, un alcance y un ángulo acimutal).

20

El transceptor 110 puede ser capaz de funcionar además para convertir los datos de señal de radar analógicos a datos de señal de radar digitales (por ejemplo, datos de señal de radar 130). Si bien se ilustra y se describe principalmente que el transceptor 110 convierte los datos de señal de radar analógicos a datos de señal de radar digitales, la presente invención contempla que la conversión se lleve a cabo con cualquier componente adecuado (por ejemplo, un convertidor de analógico a digital), según las necesidades específicas. En determinadas realizaciones, los datos de señal de radar 130 son una señal de radar de fidelidad completa. No obstante, no se pretende limitar la invención a esto. El transceptor 110 puede además ser capaz de funcionar para comunicar datos de señal de radar 130 al sistema de procesamiento de radar 104 a través de la red 106.

30

En determinadas realizaciones, el sistema 100 incluye un primer dispositivo de radar 102a (que tiene una primera antena de radar 108a y un primer transceptor de radar 110a) y un segundo dispositivo de radar 102b (que tiene una primera antena de radar 108a y un primer transceptor de radar 110a). Adicionalmente, el sistema 100 puede estar instalado en un buque mercante, estando ubicados el primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b en ubicaciones diferentes en el buque (por ejemplo, como se representa en las figuras 2A a 2C, más adelante) o en la misma ubicación en el buque (por ejemplo como se representa en las figuras 3A y 3B, más adelante). Si bien se ilustra y se describe principalmente que el sistema 100 tiene dos dispositivos de radar 102 (primer dispositivo de radar 102a y segundo dispositivo de radar 102b), la presente invención contempla que el sistema 100 tenga cualquier número adecuado de dispositivos de radar 102, según las necesidades específicas. Además, si bien se ilustra y se describe principalmente que el sistema 100 está instalado en un buque mercante, la presente invención contempla que el sistema 100 esté instalado en cualquier ubicación adecuada (por ejemplo, en tierra, en un avión), según las necesidades específicas.

35

40

Cada uno del primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b puede tener un alcance angular de visibilidad asociado de entre cero y trescientos sesenta grados (de los que se ilustran ejemplos en las figuras 2A y 3A). El alcance angular de visibilidad de un dispositivo de radar 102 se puede medir en términos de un ángulo acimutal (ángulo respecto al norte geográfico medido con una brújula, tal como la brújula del buque). El alcance angular de visibilidad de un dispositivo de radar 102 puede estar limitado por una o más zonas ciegas. Una zona ciega es un alcance angular específico por el que se impide el paso de los impulsos de ondas electromagnéticas emitidos por la antena 108 de manera que no lleguen al alcance máximo asociado al dispositivo de radar 102. Una zona ciega que resulta del no paso de impulsos de ondas electromagnéticas emitidos por la antena 108 puede ser consecuencia de, por ejemplo, estructuras del buque (por ejemplo, un mástil de buque o estructuras de caseta de cubierta del buque).

45

50

55 Como ejemplo específico, el primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b pueden estar ubicados en ubicaciones diferentes en un buque mercante (por ejemplo, como se representa en la figura 2A). Siendo el rumbo del buque el norte geográfico, el primer dispositivo de radar 102a puede tener una zona ciega de noventa a ciento ochenta grados que resulta de la caseta de cubierta del buque (como se representa en la figura 2A) y un segundo dispositivo de radar 102b puede tener una zona ciega de doscientos setenta a trescientos sesenta grados

que resulta de la caseta de cubierta del buque (como se representa en la figura 2A). Por consiguiente, el primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b tendrán alcances angulares de visibilidad coincidentes de cero a noventa grados y de ciento ochenta a doscientos setenta grados.

- 5 El alcance específico de los ángulos acimutales de una zona ciega asociada a un dispositivo de radar específico 102, consecuencia de una estructura del buque, puede depender del rumbo del buque. Como se ha descrito anteriormente, las zonas ciegas se miden como un alcance de los ángulos acimutales (es decir, ángulo respecto al norte geográfico). Cuando un buque cambia de rumbo respecto al norte geográfico, la estructura del buque que da lugar a la zona ciega también cambia de rumbo respecto al norte geográfico. Por consiguiente, el alcance de los
- 10 ángulos acimutales de la zona ciega asociada a un dispositivo de radar 102 puede depender el rumbo del buque. Por ejemplo, si el buque que se representa en la figura 2A tuviera un rumbo de proa al oeste en lugar de proa al norte, el primer dispositivo de radar 102a tendría una zona ciega correspondiente a los ángulos acimutales de entre cero y noventa grados en lugar de entre noventa y ciento ochenta grados.
- 15 Adicionalmente, el primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b pueden ser distintos. Como ejemplo específico, el primer dispositivo de radar 102a puede ser un dispositivo de radar de banda X y el segundo dispositivo de radar 102b puede ser un dispositivo de radar de banda S. Normalmente, los dispositivos de radar de banda X transmiten impulsos de ondas electromagnéticas en el intervalo de frecuencias de 9300 a 9500 MHz y, normalmente, proporcionan alta resolución. No obstante, los ecos parásitos del mar o de la lluvia pueden
- 20 afectar mucho a los dispositivos de radar de banda X. Normalmente, los dispositivos de radar de banda S transmiten impulsos de ondas electromagnéticas en el intervalo de frecuencias de 2900 a 3100 MHz y, normalmente, proporcionan menor resolución con mayor penetración en lluvia.

El primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b pueden estar acoplados al sistema de procesamiento de radar 104 a través de la red 106. Por ejemplo, el transceptor 110a del primer dispositivo de radar

25 102a puede ser capaz de funcionar para comunicar primeros datos de señal de radar 130a (por ejemplo, que incluyen ubicaciones en coordenadas polares de uno o más objetos que reflejan impulsos de ondas electromagnéticas dentro del alcance angular de visibilidad de la antena 108a) al sistema de procesamiento de radar 104 a través de la red 106 y el transceptor 110b del segundo dispositivo de radar 102b puede ser capaz de funcionar

30 para comunicar segundos datos de señal de radar 130b (por ejemplo, que incluyen ubicación en coordenadas polares de uno o más objetos que reflejan impulsos de ondas electromagnéticas dentro del alcance angular de visibilidad de la antena 108b) al sistema de procesamiento de radar 104 a través de la antena 106.

La red 106 facilita comunicación inalámbrica o alámbrica. La red 106 puede comunicar, por ejemplo, paquetes de IP,

35 tramas Frame Relay, celdas de Modo de Transferencia Asíncrona (ATM), voz, video datos y otra información adecuada entre direcciones de red. La red 106 puede incluir una o más redes de área local (LAN), redes de acceso radio (RAN), redes de área metropolitana (MAN), redes de área amplia (WAN), toda o una parte de la red informática mundial conocida como Internet y/o cualquier otro sistema o sistemas de comunicación en una o más ubicaciones.

40 El sistema de procesamiento de radar 104 puede incluir uno o más sistemas informáticos que funcionan en una o más ubicaciones. El uno o más sistemas informáticos pueden incluir dispositivos de entrada adecuados (tal como un teclado, una pantalla táctil, un ratón u otro dispositivo que pueda aceptar información), dispositivos de salida, soportes de almacenamiento masivo u otros componentes adecuados para recibir, procesar, almacenar y comunicar

45 datos. Tanto el dispositivo de entrada como el dispositivo de salida pueden incluir soportes de almacenamiento fijos o extraíbles, tales como disco magnético, CD-ROM u otros soportes adecuados para recibir entradas de un usuario del sistema de procesamiento de radar 104 y proporcionar salidas al mismo. El sistema de procesamiento de radar 104 puede incluir un ordenador personal, una estación de trabajo, un ordenador de red, un quiosco informático, un puerto de datos inalámbrico, un asistente personal digital (PDA), uno o más procesadores dentro de estos y otros dispositivos o cualquier otro dispositivo de procesamiento adecuado.

50 Se puede usar indistintamente "sistema de procesamiento de radar 104" y "usuario del sistema de procesamiento de radar 104". Un usuario del sistema de procesamiento de radar 104 puede incluir, por ejemplo, un usuario humano, un programa informático o cualquier otro módulo de software adecuado para interactuar automáticamente con el sistema de procesamiento de radar 104. Un usuario de ejemplo específico del sistema de procesamiento de radar

55 104 incluye un piloto/radarista de un buque mercante.

El sistema de procesamiento de radar 104 puede incluir además un módulo de procesamiento 112, un módulo de memoria 114, una aplicación de procesamiento de compensaciones 116, una tabla de memoria intermedia 118, una aplicación de gestión de selección de sensores 120, una aplicación de conversión de coordenadas 122, una

aplicación de procesamiento de visualizaciones de PPI 124 y un visualizador de PPI de radar 126. Si bien más adelante se describen determinadas funcionalidades asociadas a una o más aplicaciones del sistema de procesamiento de radar 104, la presente invención contempla que la funcionalidad asociada a una o más aplicaciones del sistema de procesamiento de radar 104 se combine o separe entre cualquier número adecuado de 5 aplicaciones, según las necesidades específicas.

El módulo de procesamiento 112 puede incluir uno o más microprocesadores, controladores u otros recursos o dispositivos informáticos adecuados. El módulo de procesamiento 112 puede funcionar solo o con otros componentes del sistema 100, para proporcionar la funcionalidad del sistema 100 que se describe en este 10 documento. El módulo de memoria 114 puede adoptar la forma de memoria volátil o no volátil, que incluye, entre otros, soportes magnéticos, soportes ópticos, memoria de acceso aleatorio RAM, ROM, soportes extraíbles o cualquier otro componente de memoria adecuado.

La aplicación de procesamiento de compensaciones 116 del sistema de procesamiento de radar 104 puede ser 15 capaz de funcionar para recibir primeros datos de señal de radar 130a generados por el primer dispositivo de radar 102a y segundos datos de señal de radar 130b generados por el segundo dispositivo de radar 102b. La aplicación de procesamiento de compensaciones 116 puede ser capaz de funcionar además para llevar a cabo un procesamiento de compensaciones en al menos una parte de los segundos datos de señal de radar 130b para formar segundos datos de señal de radar modificados 130b' que son correlativos a primeros datos de señal de radar 20 130a. Si bien se representa y se describe principalmente que la aplicación de procesamiento de compensaciones 116 recibe primeros datos de señal de radar 130a del primer dispositivo de radar 102a y segundos datos de señal de radar 130b del segundo dispositivo de radar 102b, la presente invención contempla que la aplicación de procesamiento de compensaciones 116 reciba datos de señal de radar adicionales de cualquier número de dispositivos de radar adicionales 102. Además, si bien se representa y se describe principalmente que la aplicación 25 de procesamiento de compensaciones 116 lleva a cabo un procesamiento de compensaciones en los segundos datos de señal de radar 130b para formar segundos datos de señal de radar modificados 130b' que son correlativos a primeros datos de señal de radar 130a, la presente invención contempla que la aplicación de procesamiento de compensaciones 116 lleve a cabo un procesamiento de compensaciones en datos de señal de radar adicionales de cualquier número adecuado de dispositivos de radar adicionales 102 para formar datos de señal de radar 30 modificados adicionales que sean correlativos a los primeros datos de señal de radar 130a.

Por ejemplo, la aplicación de procesamiento de compensaciones 116 puede llevar a cabo un procesamiento de compensaciones en los segundos datos de señal de radar 130b para formar segundos datos de señal de radar modificados 130b' aplicando uno o más de un algoritmo de compensación de paralaje 126 y un algoritmo de 35 compensación de movimiento 128 a los segundos datos de señal de radar 130b. Si bien se representa que el algoritmo de compensación de paralaje 126 y el algoritmo de compensación de movimiento 128 están almacenados en la aplicación de procesamiento de compensaciones 116, la presente invención contempla que el algoritmo de compensación de paralaje 126 y el algoritmo de compensación de movimiento 128 estén almacenados en cualquier ubicación adecuada del sistema de procesamiento de radar 104. Adicionalmente, si bien se describe principalmente 40 que la aplicación de procesamiento de compensaciones 116 lleva a cabo un procesamiento de compensaciones en los segundos datos de señal de radar 130b aplicando un algoritmo de compensación de paralaje 126 y un algoritmo de compensación de movimiento 128, la presente invención contempla que la aplicación de procesamiento de compensaciones 116 lleve a cabo un procesamiento de compensaciones en los segundos datos de señal de radar 130b aplicando cualquier combinación adecuada del algoritmo de compensación de paralaje 126, el algoritmo de 45 compensación de movimiento 128 y cualquier otro algoritmo adecuado.

Como se ha descrito anteriormente, el primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b pueden estar ubicados en ubicaciones diferentes en un buque mercante (por ejemplo, como se representa en la 50 figura 2A). Debido, al menos en parte, a la distancia entre el primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b, el ángulo acimutal correspondiente a un objeto específico (por ejemplo, otro buque) de los datos de señal de radar 130b (que determina el segundo dispositivo de radar 102b) puede ser diferente al ángulo acimutal correspondiente al mismo objeto (por ejemplo, el otro buque) de los datos de señal de radar 130a (que determina el primer dispositivo de radar 102a). No obstante, los datos de señal de radar 130a pueden no incluir un ángulo acimutal correspondiente al objeto específico dado que el objeto específico puede estar en una zona ciega 55 del dispositivo de radar 102a. Esta diferencia en el ángulo acimutal correspondiente a un objeto específico de los datos de señal de radar 130b y los datos de señal de radar 130a se puede denominar "error de paralaje". El error de paralaje puede aumentar cuanto más cerca del buque esté el objeto específico.

Como se describe más detalladamente más adelante, los primeros datos de señal de radar 130a y los segundos

datos de señal de radar modificados 130b' se pueden combinar en una tabla de memoria intermedia 118 para formar datos de señal de radar combinados 132. Para facilitar la combinación, puede ser aconsejable llevar a cabo un procesamiento de compensaciones en los segundos datos de señal de radar 130b, de manera que los segundos datos de señal de radar modificados 130b' sean correlativos a los primeros datos de señal de radar 130a. Por ejemplo, puede ser aconsejable aplicar el algoritmo de compensación de paralaje 126 a los segundos datos de señal de radar 130b, de manera que los ángulos acimutales de los segundos datos de señal de radar modificados 130b' sean correlativos a los ángulos acimutales de los primeros datos de señal de radar 130a. Es decir, el algoritmo de compensación de paralaje 126 puede modificar los ángulos acimutales de los segundos datos de señal de radar 130b, de manera que los ángulos acimutales de los segundos datos de señal de radar modificados 130b' sean los ángulos acimutales que se habrían medido si el segundo dispositivo de radar 102b estuviera ubicado en la misma ubicación en el buque que el primer dispositivo de radar 102a. En realizaciones en las que el primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b están ubicados en la misma ubicación en un buque (por ejemplo, como se representa en la figura 3A), puede no ser necesario aplicar el algoritmo de compensación de paralaje 126 a los segundos datos de señal de radar 130b (es decir, si no hay distancia entre el primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b no habrá que compensar ningún error de paralaje).

El algoritmo de compensación de paralaje 126 puede incluir cualquier algoritmo adecuado (o combinación de algoritmos) que, cuando se aplique a los segundos datos de señal de radar 130b, modifique los ángulos acimutales de los segundos datos de señal de radar 130b, de manera que los ángulos acimutales de los segundos datos de señal de radar modificados 130b' sean los ángulos acimutales que se habrían medido si el segundo dispositivo de radar 102b estuviera ubicado en la misma ubicación en el buque que el primer dispositivo de radar 102a.

En determinadas realizaciones, la primera antena de radar 108a del primer dispositivo de radar 102a y la segunda antena de radar 108b del segundo dispositivo de radar 102b rotan asincrónicamente. Por ejemplo, la primera antena de radar 108a y la segunda antena de radar 108b pueden rotar asincrónicamente porque la primera antena de radar 108a y la segunda antena de radar 108b tienen diferentes velocidades de exploración (por ejemplo, la primera antena de radar 108a puede tener una velocidad de exploración de treinta RPM y la antena de radar puede tener una velocidad de exploración de veinte RPM). Como otro ejemplo, aunque la primera antena de radar 108a y la segunda antena de radar 108b tengan la misma velocidad de exploración (por ejemplo, veinte RPM), la primera antena de radar 108a y la segunda antena de radar 108b pueden seguir rotando asincrónicamente porque en cualquier momento específico la antena 108a puede estar emitiendo y recibiendo impulsos de ondas electromagnéticas en una dirección diferente a la segunda antena de radar 108b.

Como consecuencia de la rotación asíncrona, la primera antena de radar 108a y la segunda antena de radar 108b pueden emitir y recibir impulsos de ondas electromagnéticas en la dirección de un objeto específico en diferentes momentos. Dado que el buque se puede desplazar entre el momento en que la antena 108a emite y recibe impulsos de ondas electromagnéticas en la dirección del objeto específico y el momento en que la antena 108b emite y recibe impulsos de ondas electromagnéticas en la dirección del objeto específico, la ubicación en coordenadas polares (alcance y acimut) del objeto específico de los segundos datos de señal de radar 130b (que mide el segundo dispositivo de radar 102b) puede no ser correlativa a la ubicación en coordenadas polares (alcance y acimut) del objeto específico de los primeros datos de señal de radar 130a (que mide el dispositivo de radar 108a). No obstante, los datos de señal de radar 130a pueden no incluir una ubicación en coordenadas polares correspondiente al objeto específico dado que el objeto específico puede estar en una zona ciega del dispositivo de radar 102a.

Como se describe más detalladamente más adelante, los primeros datos de señal de radar 130a y los segundos datos de señal de radar modificados 130b' se pueden combinar en una tabla de memoria intermedia 118 para formar datos de señal de radar combinados 132. Para facilitar la combinación, puede ser aconsejable llevar a cabo un procesamiento de compensaciones en los segundos datos de señal de radar 130b, de manera que los segundos datos de señal de radar modificados 130b' sean correlativos a los primeros datos de señal de radar 130a. Más en particular, puede ser aconsejable aplicar un algoritmo de compensación de movimiento 128 a los segundos datos de señal de radar 130b (posiblemente además del algoritmo de compensación de paralaje 126 que se ha descrito anteriormente), de manera que los ángulos acimutales y alcances de los segundos datos de señal de radar modificados 130b' sean correlativos a los ángulos acimutales y alcances de los primeros datos de señal de radar 130a a pesar del movimiento del buque. Es decir, el algoritmo de compensación de movimiento 128 modifica los ángulos acimutales y alcances de los segundos datos de señal de radar 130b, de manera que los ángulos acimutales y alcances de los segundos datos de señal de radar modificados 130b' sean los que se habrían medido si el segundo dispositivo de radar 102b hubiera estado transmitiendo impulsos de ondas electromagnéticas sincrónicamente con el primer dispositivo de radar 102a. Más en particular. El algoritmo de compensación de movimiento 128 modifica el ángulo acimutal y alcance correspondiente a un objeto específico, de manera que el

ángulo acimutal y alcance correspondiente al objeto específico de los segundos datos de señal de radar modificados 130b' sean el ángulo acimutal y alcance que se habría determinado si la segunda antena de radar 108b hubiera estado transmitiendo impulsos de ondas electromagnéticas en la dirección del objeto a la vez que la primera antena de radar 108a estaba transmitiendo impulsos de ondas electromagnéticas en la dirección del objeto.

5

El algoritmo de compensación de movimiento 128 puede ser cualquier algoritmo adecuado (o combinación de algoritmos) que, cuando se aplique a los segundos datos de señal de radar 130b, modifique los ángulos acimutales y alcances de los segundos datos de señal de radar 130b, de manera que los ángulos acimutales y alcances de los segundos datos de señal de radar modificados 130b' sean los que se habrían medido si el segundo dispositivo de radar 102b hubiera estado transmitiendo impulsos de ondas electromagnéticas sincronamente con el primer dispositivo de radar 102a.

10

La tabla de memoria intermedia 118 del sistema de procesamiento de radar 104 puede ser una tabla que incluya una pluralidad de columnas, correspondiendo cada columna a un incremento de valor de acimut discreto entre cero y trescientos sesenta grados (de manera que la tabla de memoria intermedia corresponda a un alcance angular de visibilidad de trescientos sesenta grados). Por ejemplo, la tabla de memoria intermedia 118 puede incluir 3600 columnas, representando cada columna un incremento de acimut de 0,1 grados (es decir, la tabla de memoria intermedia 118 puede incluir columnas correspondientes a valores de acimut de cero grados, 0,1 grados, 0,2 grados, 0,3 grados, ..., trescientos sesenta grados).

20

Adicionalmente, cada columna de la tabla de memoria intermedia 118 puede incluir una pluralidad de celdas de alcance, correspondiendo cada celda de alcance a un incremento de distancia lineal medida desde el buque, siendo el incremento de distancia lineal un valor entre cero y la escala de alcance del sistema 100 (que selecciona un usuario y/o diseñador del sistema de procesamiento de radar 104). Es decir, cada celda de alcance correspondiente a una columna específica puede representar un incremento de distancia igual a la escala de alcance del sistema 100 dividida entre el número de celdas de alcance (de manera que el incremento de distancia representado por cada celda de alcance dependa de la escala de alcance del sistema 100).

25

La escala de alcance del sistema 100 corresponde al alcance máximo desde el buque visualizado en el PPI de radar. La escala de alcance del sistema 100 puede corresponder a un incremento de distancia entre una escala de alcance mínima (por ejemplo, 0,75 millas) y el alcance máximo del primer dispositivo de radar 102a y/o del segundo dispositivo de radar 102b (por ejemplo, noventa y seis millas, como se ha descrito anteriormente). Por ejemplo, un usuario del sistema de procesamiento de radar 104 puede seleccionar una escala de alcance (usando cualquier dispositivo de entrada adecuado) de 0,75 millas, 1,5 millas, tres millas, seis millas, doce millas, veinticuatro millas, cuarenta y ocho millas o noventa y seis millas.

35

Como ejemplo específico, cada columna de la tabla de memoria intermedia 118 puede tener 2400 celdas de alcance y la escala de alcance del sistema 100 (por ejemplo, que selecciona un usuario del sistema de procesamiento de radar 104) puede ser de veinticuatro millas. Por consiguiente, cada columna de la tabla de memoria intermedia 118 incluiría celdas de alcance para cero millas, 0,01 millas, 0,02 millas, 0,03 millas, ..., veinticuatro millas. Como otro ejemplo específico, cada columna de la tabla de memoria intermedia 118 puede tener 2400 celdas de alcance y la escala de alcance del sistema 100 (por ejemplo, que selecciona un usuario del sistema de procesamiento de radar 104) puede ser de cuarenta y ocho millas. Por consiguiente, cada columna de la tabla de memoria intermedia 118 incluiría celdas de alcance para cero millas, 0,02 millas, 0,04 millas, 0,06 millas, ..., cuarenta y ocho millas.

45

Es decir, cada columna de la tabla de memoria intermedia 118 puede representar un ángulo acimutal y cada fila de cada columna puede representar una distancia desde el buque, de manera que cada combinación de columna/fila pueda corresponder a una ubicación en coordenadas polares (es decir, un ángulo acimutal específico a una distancia específica). Por lo tanto, en determinadas realizaciones, la tabla de memoria intermedia 118, en conjunto, puede incluir todas las ubicaciones en coordenadas polares para un alcance angular de visibilidad de trescientos sesenta grados hasta una distancia igual a la escala de alcance del sistema 100.

50

En determinadas realizaciones, el sistema 100 incluye una aplicación de gestión de selección de sensores 120. La aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede recibir primeros datos de señal de radar 130a y segundos datos de señal de radar modificados 130b'. La aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede ser capaz de funcionar para determinar qué celdas de alcance de la tabla de memoria intermedia 118 se rellenarán en función de datos de los primeros datos de señal de radar 130a (es decir, los datos digitales correspondientes a la intensidad de la reflexión de impulsos de ondas electromagnéticas recibida por la primera antena 108a). La aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede ser capaz de funcionar además para determinar qué celdas de alcance

55

de la tabla de memoria intermedia 118 se rellenarán en función de datos de los segundos datos de señal de radar modificados 130b' (es decir, los datos digitales correspondientes a la intensidad de la reflexión de impulsos de ondas electromagnéticas recibida por la primera antena 108a).

5 Como se ha descrito anteriormente, la aplicación de procesamiento de compensaciones 116 puede haber llevado a cabo un procesamiento de compensaciones en los segundos datos de señal de radar 130b, de manera que los segundos datos de señal de radar modificados 130b' sean correlativos a los primeros datos de señal de radar 130a (es decir, los ángulos acimutales y alcances que mide el segundo dispositivo de radar 102b reflejados en los segundos datos de señal de radar modificados 130b' son los que habría medido el segundo dispositivo de radar
10 102b si el segundo dispositivo de radar hubiera estado ubicado junto al primer dispositivo de radar 102a y rotando sincronamente con éste). Como consecuencia de que los segundos datos de señal de radar 130b' sean correlativos a los primeros datos de señal de radar 130a, la aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede combinar los primeros datos de señal de radar 130a y los segundos datos de señal de radar modificados 130b' en la tabla de memoria intermedia 118 de cualquier manera adecuada para generar datos de señal de radar combinados 132.

15 Por ejemplo, en determinadas realizaciones, la tabla de memoria intermedia 118 corresponde a un alcance angular de visibilidad de trescientos sesenta grados hasta una distancia igual a la escala de alcance del sistema 100, como se ha descrito anteriormente. No obstante, los primeros datos de señal de radar 130a y los segundos datos de señal de radar modificados 130b pueden no contener, individualmente, datos correspondientes a un alcance angular total
20 de visibilidad de trescientos sesenta grados (debido a una o más zonas ciegas del primer dispositivo de radar 102a y/o del segundo dispositivo de radar 102b). Por consiguiente, la aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede rellenar las celdas de alcance de las columnas de la tabla de memoria intermedia 118 correspondientes a ángulos acimutales que están en la zona ciega del dispositivo de radar 102a con datos de los segundos datos de señal de radar modificados 130b'. Asimismo, la aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede rellenar
25 las celdas de alcance de las columnas de la tabla de memoria intermedia 118 correspondientes a ángulos acimutales que están en la zona ciega del dispositivo de radar 102b con datos de los primeros datos de señal de radar 130a.

Como ejemplo específico, el primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b pueden estar
30 ubicados en ubicaciones diferentes en un buque mercante (por ejemplo, como se representa en la figura 2A). Además, el alcance angular de visibilidad del primer dispositivo de radar 102a puede incluir una zona ciega de noventa a ciento ochenta grados (por ejemplo, que resulta de la caseta de cubierta del buque) y el alcance angular de visibilidad del segundo dispositivo de radar 102b puede incluir una zona ciega de doscientos setenta a trescientos sesenta grados (por ejemplo, que resulta de la caseta de cubierta del buque), de manera que el primer dispositivo de
35 radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b tengan alcances angulares de visibilidad coincidentes de cero a noventa grados y de ciento ochenta a doscientos setenta grados (como se representa en la figura 2A). Es decir, los primeros datos de señal de radar 130a no contendrán datos correspondientes a reflexiones de impulsos de ondas electromagnéticas para objetos que tengan ángulos acimutales de noventa a ciento ochenta grados y los segundos datos de señal de radar 130b (así como los segundos datos de señal de radar modificados 130b') no contendrán
40 datos correspondientes a reflexiones de impulsos de ondas electromagnéticas para objetos que tengan ángulos acimutales de doscientos setenta a trescientos sesenta grados.

En este escenario, la aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede rellenar las celdas de alcance de las columnas de la tabla de memoria intermedia 118 correspondientes a valores de acimut de entre doscientos setenta y
45 trescientos sesenta grados (correspondientes a la zona ciega del segundo dispositivo de radar 102b) con datos de los primeros datos de señal de radar 130a (como se representa en la figura 2B). Asimismo, la aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede rellenar las celdas de alcance de las columnas de la tabla de memoria intermedia 118 correspondientes a valores de acimut de entre noventa y ciento ochenta grados (correspondientes a la zona ciega del primer dispositivo de radar 102a) con datos de los segundos datos de señal de radar modificados
50 130b' (como se representa en la figura 2B). La aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede llenar el resto de celdas de alcance de las columnas de la tabla de memoria intermedia 118 (correspondientes a ángulos acimutales para los que el primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b tienen alcances angulares de visibilidad coincidentes) con datos de los primeros datos de señal de radar 130a o datos de los segundos datos de señal de radar modificados 130b'. Por ejemplo, la aplicación de gestión de selección de sensores
55 120 puede rellenar las celdas de alcance del resto de columnas de la tabla de memoria intermedia 118 con datos de los primeros datos de señal de radar 130a (como se representa en la figura 2B).

Más adelante se describen más detalladamente, en relación con las figuras 2 a 3, ejemplos específicos adicionales de combinaciones de primeros datos de señal de radar 130a y segundos datos de señal de radar modificados 130b'

en la tabla de memoria intermedia 118 llevadas a cabo por la aplicación de gestión de selección de sensores 120.

La aplicación de conversión de coordenadas 122 del sistema de procesamiento de radar 104 puede acceder a los datos contenidos en la tabla de memoria intermedia 118 que rellena la aplicación de gestión de selección de sensores 120 (es decir, datos de señal de radar combinados 132). Como se ha descrito anteriormente, los datos contenidos en la tabla de memoria intermedia 118 (es decir, datos de señal de radar combinados 132) pueden corresponder a cualquier combinación adecuada de primeros datos de señal de radar 130a y segundos datos de señal de radar modificados 130b'. Por ejemplo, los segundos datos de señal de radar combinados 132 pueden incluir datos digitales correspondientes a la intensidad de las reflexiones de impulsos de ondas electromagnéticas para ubicaciones en coordenadas polares correspondientes a un alcance angular de visibilidad de trescientos sesenta grados hasta una distancia igual a la escala de alcance del sistema 100 (dado que la tabla de memoria intermedia 118 puede contener columnas correspondientes a ángulos acimutales de entre cero y trescientos sesenta grados, teniendo cada columna una pluralidad de celdas de alcance correspondientes a distancias lineales desde el buque de entre cero y la escala de alcance del sistema 100).

En determinadas realizaciones, el visualizador de PPI de radar 126 es un monitor de exploración de tramas que tiene una pluralidad de píxeles, teniendo cada píxel una ubicación asociada en coordenadas cartesianas. Por ejemplo, el visualizador de PPI de radar 126 puede ser un visualizador de CRT, un monitor de LCD o un monitor de plasma. Para permitir que se colorean los píxeles adecuados del visualizador de PPI de radar 126 en función de los datos asociados a los datos de señal de radar combinados 132, la aplicación de conversión de coordenadas 122 puede ser capaz de funcionar para convertir las ubicaciones en coordenadas polares de los datos de señal de radar digitales combinados 132 a ubicaciones en coordenadas cartesianas correspondientes a uno o más píxeles del visualizador de PPI de radar 126.

Por ejemplo, los datos de señal de radar combinados 132 pueden incluir datos digitales correspondientes a la intensidad de una reflexión específica de impulsos de ondas electromagnéticas recibida desde un objeto en una ubicación en coordenadas polares específica (por ejemplo, un ángulo acimutal específico en un alcance específico). Para colorear el píxel apropiado en el visualizador de PPI de radar 126 correspondiente al objeto, la ubicación en coordenadas polares asociada a los datos se puede convertir a datos de coordenadas cartesianas (es decir, una distancia horizontal y una distancia vertical) asociados a uno o más píxeles del visualizador de PPI de radar 126.

Si bien se representa y se describe principalmente que la aplicación de conversión de coordenadas 122 lleva a cabo la conversión de coordenadas que se ha descrito anteriormente en los datos de señal de radar combinados 132 (es decir, datos obtenidos de la tabla de memoria intermedia 118), la presente invención contempla que la aplicación de conversión de coordenadas 122 lleve a cabo la conversión de coordenadas que se ha descrito anteriormente en datos de señal de radar adecuados. Por ejemplo, la aplicación de conversión de coordenadas 122 puede llevar a cabo la conversión de coordenadas que se ha descrito anteriormente en los primeros datos de señal de radar 130a y en los segundos datos de señal de radar modificados 130b', de manera que cada combinación de columnas/filas de la tabla de memoria intermedia 118 corresponda a una ubicación en coordenadas cartesianas de uno o más píxeles del visualizador de PPI de radar 126 (en lugar de una ubicación en coordenadas polares, como se ha descrito anteriormente).

La aplicación de procesamiento de visualizaciones de PPI 124 del sistema de procesamiento de radar 104 puede recibir datos de señal de radar combinados 132 (datos de señal de radar combinados 132 que se han convertido de coordenadas polares a coordenadas cartesianas con la aplicación de conversión de coordenadas 122, como se ha descrito anteriormente). La aplicación de procesamiento de visualizaciones de PPI 124 puede ser capaz de funcionar para llevar a cabo un procesamiento de visualizaciones en datos de señal de radar combinados 132.

La aplicación de procesamiento de visualizaciones de PPI 124 puede llevar a cabo un procesamiento de visualizaciones en datos de señal de radar combinados 132 llevando a cabo un seguimiento de blancos en datos de señal de radar combinados 132. Por ejemplo, la aplicación de procesamiento de visualizaciones de PPI 124 puede ser capaz de funcionar para identificar una o más entidades discretas rastreables dentro de datos de señal de radar combinados 132. Se puede identificar una entidad discreta rastreable aplicando uno o más algoritmos de formación de umbrales a los datos de señal de radar combinados 132 para identificar un retorno de alta energía que tiene poco contenido espacial (es decir, datos correspondientes a una reflexión intensa de impulsos de ondas electromagnéticas desde un área pequeña), que puede ser consecuencia de una boya u otro buque (en contraposición a tierra).

Una vez identificada una entidad discreta rastreable, la aplicación de procesamiento de visualizaciones de PPI 124

puede ser capaz de funcionar además para determinar la ubicación central (en coordenadas cartesianas) de la entidad discreta rastreada. Posteriormente, la aplicación de procesamiento de visualizaciones de PPI 124 puede comunicar la ubicación central determinada a un filtro de seguimiento (por ejemplo, un filtro de Kalman). El filtro de seguimiento puede mantener, en el tiempo, el seguimiento de las entidades discretas rastreables identificadas, de manera que el filtro de seguimiento pueda determinar vectores de velocidad asociados a las entidades rastreables. Los vectores de velocidad determinados por el filtro de seguimiento se pueden asociar a las entidades discretas rastreables identificadas en los datos de señal de radar combinados 132, de manera que los vectores de velocidad se puedan visualizar junto con las entidades discretas rastreables en el visualizador de PPI de radar 126.

10 Adicionalmente, la aplicación de procesamiento de visualizaciones de PPI 124 puede llevar a cabo un procesamiento de visualizaciones en los datos de señal de radar combinados 132 llevando a cabo una reducción de ecos parásitos en los datos de señal de radar combinados 132.

La aplicación de procesamiento de visualizaciones de PPI 124 puede comunicar datos de señal de radar combinados 132 al visualizador de PPI 126. El visualizador de PPI 126 puede ser capaz de funcionar para generar una visualización correspondiente a datos de señal de radar combinados 132. Por ejemplo, una tarjeta gráfica del visualizador de PPI de radar 126 puede recibir datos de señal de radar combinados 132. Como se ha descrito anteriormente, los datos de señal de radar combinados 132 pueden incluir datos digitales correspondientes a una pluralidad de reflexiones de impulsos de ondas electromagnéticas, a la intensidad asociada a cada reflexión y a una ubicación en coordenadas cartesianas de uno o más píxeles del visualizador de PPI de radar 126 asociada a cada reflexión. Los datos de señal de radar combinados 132 pueden incluir además una o más entidades discretas rastreables identificadas que tienen un vector de velocidad asociado. La tarjeta gráfica del visualizador de PPI de radar 126 puede iluminar la pluralidad de píxeles del visualizador de PPI de radar 126 en función de los datos de señal de radar combinados 132.

25 La figura 1 simplemente proporciona un ejemplo de ordenadores que se pueden usar con la invención. La presente invención contempla ordenadores distintos a ordenadores universales, así como ordenadores sin sistemas operativos convencionales. Según se usa en el presente documento, la intención del término "ordenador" es englobar un ordenador personal, una estación de trabajo, un ordenador de red, un dispositivo informático portátil o cualquier otro dispositivo de procesamiento adecuado. Además, cada sistema informático del sistema 100 puede incluir uno o más módulos de procesamiento y uno o más módulos de memoria. Un módulo de procesamiento puede incluir uno o más microprocesadores, controladores u otros recursos o dispositivos informáticos adecuados. Los módulos de procesamiento pueden funcionar solos o con otros componentes del sistema 100, para proporcionar la funcionalidad del sistema 100 que se describe en este documento. Cada módulo de memoria puede adoptar la forma de memoria volátil o no volátil, que incluye, entre otros, soportes magnéticos, soportes ópticos, RAM, ROM, soportes extraíbles o cualquier otro componente de memoria adecuado.

Si bien se ha ilustrado y se ha descrito principalmente un número específico de componentes del sistema 100, la presente invención contempla que el sistema 100 incluya cualquier número adecuado de tales componentes. Además, los distintos componentes del sistema 100 que se han descrito anteriormente pueden ser locales o remotos entre sí y se pueden implementar en cualquier combinación adecuada de hardware, firmware y software.

Durante el funcionamiento de una realización de ejemplo, el primer dispositivo de radar 102a genera primeros datos de señal de radar 130a y el segundo dispositivo de radar 102b genera segundos datos de señal de radar 130b, comprendiendo los primeros datos de señal de radar 130a y los segundos datos de señal de radar 130b datos digitales correspondientes a reflexiones de impulsos de ondas electromagnéticas y ubicaciones en coordenadas polares asociadas a los datos. La aplicación de procesamiento de compensaciones 116 del sistema de procesamiento de radar 104 recibe los primeros datos de señal de radar 130a y los segundos datos de señal de radar 130b y lleva a cabo un procesamiento de compensaciones en los segundos datos de señal de radar 130b para generar segundos datos de señal de radar modificados 130b' que son correlativos a los primeros datos de señal de radar 130a. Por ejemplo, la aplicación de procesamiento de compensaciones 116 puede llevar a cabo un procesamiento de compensaciones en los segundos datos de señal de radar 130b aplicando un algoritmo de compensación de paralaje 126 y un algoritmo de compensación de movimiento 128 a los segundos datos de señal de radar 130b para formar segundos datos de señal de radar modificados 130b'.

Más en particular, para facilitar la combinación de los primeros datos de señal de radar 130a y los segundos datos de señal de radar modificados 130b' en la tabla de memoria intermedia 118, la aplicación de procesamiento de compensación 116 puede aplicar un algoritmo de compensación de paralaje 126 a los segundos datos de señal de radar 130b, de manera que los ángulos acimutales de los segundos datos de señal de radar modificados 130b' sean

correlativos a los ángulos acimutales de los primeros datos de señal de radar 130a. Es decir, el algoritmo de compensación de paralaje 126 modifica los ángulos acimutales de los segundos datos de señal de radar 130b, de manera que los ángulos acimutales de los segundos datos de señal de radar modificados 130b' sean los que se habrían medido si el segundo dispositivo de radar 102b estuviera ubicado en la misma ubicación en el buque que el primer dispositivo de radar 102a.

Adicionalmente, para facilitar más la combinación de los primeros datos de señal de radar 130a y los segundos datos de señal de radar modificados 130b' en la tabla de memoria intermedia 118, la aplicación de procesamiento de compensaciones 116 puede aplicar un algoritmo de compensación de movimiento 128 a los segundos datos de señal de radar 130b (además del algoritmo de compensación de paralaje 126, que se ha descrito anteriormente), de manera que los ángulos acimutales y alcances de los segundos datos de señal de radar modificados 130b' sean correlativos a los ángulos acimutales y alcances de los primeros datos de señal de radar 130a a pesar del movimiento del buque. Es decir, el algoritmo de compensación de movimiento 128 modifica los ángulos acimutales y alcances de los segundos datos de señal de radar 130b, de manera que los ángulos acimutales y alcances de los segundos datos de señal de radar modificados 130b' sean los que se habrían medido si el segundo dispositivo de radar 102b hubiera estado transmitiendo impulsos de ondas electromagnéticas sincronamente con el primer dispositivo de radar 102a.

La aplicación de gestión de selección de sensores 120 del sistema de procesamiento de radar 104 puede combinar al menos una parte de los primeros datos de señal de radar 130a con al menos una parte de los segundos datos de señal de radar modificados 130b' en la tabla de memoria intermedia 118 para formar datos de señal de radar combinados 132. Por ejemplo, la aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede rellenar las celdas de alcance de las columnas de la tabla de memoria intermedia 118 correspondientes a valores de acimut del alcance correspondiente a la zona ciega del segundo dispositivo de radar 102b con datos de los primeros datos de señal de radar 130a. Asimismo, la aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede rellenar las celdas de alcance de las columnas de la tabla de memoria intermedia 118 correspondientes a ángulos acimutales del alcance correspondiente a la zona ciega del primer dispositivo de radar 102a con datos de los segundos datos de señal de radar modificados 130b'. La aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede rellenar las celdas de alcance del resto de columnas de la tabla de memoria intermedia 118 (correspondientes a ángulos acimutales para los que el primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b tienen alcances angulares de visibilidad coincidentes) con datos de los primeros datos de señal de radar 130a o datos de los segundos datos de señal de radar modificados 130b'.

La aplicación de conversión de coordenadas 122 puede acceder a los datos almacenados en la tabla de memoria intermedia 118 (es decir, datos de señal de radar combinados 132) y convertir los datos de coordenadas polares a coordenadas cartesianas. Más en particular, dado que el visualizador de PPI de radar 126 del sistema de procesamiento de radar 104 puede ser un monitor de exploración de tramas que tiene una pluralidad de píxeles (teniendo cada píxel una ubicación asociada en coordenadas cartesianas), la aplicación de conversión de coordenadas 122 convierta la ubicación en coordenadas polares para cada dato digital correspondiente a la intensidad de una reflexión de impulsos de ondas electromagnéticas (es decir, el valor de cada celda de alcance de la tabla de memoria intermedia 118) a una ubicación en coordenadas cartesianas, de manera que se puedan colorear los píxeles apropiados del visualizador de PPI de radar 126.

La aplicación de procesamiento de visualizaciones de PPI 124 del sistema de procesamiento de radar 104 puede llevar a cabo un procesamiento de visualizaciones en los datos de señal de radar combinados 132. Por ejemplo, la aplicación de procesamiento de visualizaciones de PPI 124 puede llevar a cabo un procesamiento de visualizaciones en los datos de señal de radar combinados 132 llevando a cabo un seguimiento de blancos en los datos de señal de radar combinados 132 identificando una o más entidades discretas rastreables en los datos de señal de radar combinados 132. Una vez identificada una entidad discreta rastreable, la aplicación de procesamiento de visualizaciones de PPI 124 puede ser capaz de funcionar además para determinar la ubicación central (en coordenadas cartesianas) de la entidad rastreable y comunicar la ubicación central determinada a un filtro de seguimiento (por ejemplo, un filtro de Kalman). El filtro de seguimiento puede mantener, en el tiempo, el seguimiento de las entidades discretas rastreables identificadas, de manera que el filtro de seguimiento pueda determinar vectores de velocidad asociados a las entidades discretas rastreables. Los vectores de velocidad determinados por el filtro de seguimiento se pueden asociar a las entidades discretas rastreables identificadas en los datos de señal de radar combinados 132, de manera que los vectores de velocidad se puedan visualizar junto con las entidades discretas rastreables en el visualizador de PPI de radar 126.

Se puede generar una visualización en el visualizador de PPI de radar 126 en función de los datos de señal de radar

- combinados 132. Por ejemplo, una tarjeta gráfica del visualizador de PPI de radar 126 puede recibir datos de señal de radar combinados 132, que pueden incluir datos digitales correspondientes a una pluralidad de reflexiones de impulsos de ondas electromagnéticas, a la intensidad asociada a cada reflexión, a la ubicación en coordenadas cartesianas de cada reflexión y a una o más entidades discretas rastreables identificadas que tienen vectores de velocidad asociados. La tarjeta gráfica del visualizador de PPI de radar 126 puede iluminar la pluralidad de píxeles del visualizador de PPI de radar 126 en función de los datos de señal de radar combinados 132 (es decir, se puede iluminar uno o más píxeles asociados a una ubicación en coordenadas cartesianas específicas según los datos digitales de los datos de señal de radar combinados 132 asociados a la ubicación en coordenadas cartesianas).
- 5
- 10 Determinadas realizaciones de la presente invención pueden proporcionar una o más ventajas técnicas. Con frecuencia, antes de abandonar el puerto, se exige a los buques que lleven al menos dos dispositivos de radar. Como consecuencia de este requisito, con frecuencia dichos buques llevan dos dispositivos de radar independientes. Cada dispositivo de radar puede tener una o más zonas ciegas que resultan de estructuras del buque (por ejemplo, un mástil de buque). Las técnicas convencionales para eliminar zonas ciegas (es decir,
- 15 proporcionar un alcance angular total de visibilidad de trescientos sesenta grados, o al menos mejorado, a un piloto/radarista) pueden incluir proporcionar dos visualizaciones de PPI independientes, una visualización de PPI generada en función de la señal de radar de cada uno de los dos dispositivos de radar independientes. No obstante, tener dos visualizadores de PPI independientes puede ser desaconsejable, dado que no es un uso óptimo del espacio de visualización en el puente lleno de mandos de un buque.
- 20
- Combinar los datos de señal de radar de múltiples dispositivos de radar 102 en una única tabla de memoria intermedia 118 para generar datos de señal de radar combinados 132 puede permitir la generación de una visualización de PPI en función de los datos de señal de radar combinados. Generar una visualización de PPI en función de los datos de señal de radar combinados puede reducir o eliminar zonas ciegas asociadas a cada
- 25 dispositivo de radar (por ejemplo, se puede proporcionar una vista total de trescientos sesenta grados a pesar de las zonas ciegas asociadas a cada dispositivo de radar) a la vez que se elimina la necesidad de múltiples visualizadores de PPI de radar 126 (uno para cada dispositivo de radar, como se usaba en determinadas técnicas convencionales). Por consiguiente, se puede reducir la cantidad de espacio para los visualizadores de PPI de radar 126 en el puente lleno de mandos de un buque
- 30
- Las técnicas convencionales pueden incluir además visualizar seguimientos de blancos asociados a datos de cada señal de radar en un único visualizador de PPI de manera que un piloto/radarista pueda ver la imagen de seguimiento completa en el único visualizador de PPI. No obstante, dado que los seguimientos de blancos están asociados a datos de señal de radar independientes, se debe llevar a cabo una transferencia de seguimiento cuando
- 35 el seguimiento de blancos pasa de un dispositivo de radar al otro dispositivo de radar. No obstante, con frecuencia la transferencia de seguimiento es imprecisa, especialmente cuando el seguimiento de un blanco grande pasa de un dispositivo de radar al otro dispositivo de radar en un alcance relativamente próximo.
- Combinar datos de múltiples señales de radar generadas por múltiples dispositivos de radar 102 en una única tabla de memoria intermedia 118 para generar datos de señal de radar combinados y llevar a cabo un seguimiento en función de los datos de señal de radar combinados puede permitir a un piloto/radarista ver la imagen de seguimiento completa en único visualizador de PPI de radar 126 a la vez que se eliminan problemas asociados a la transferencia de seguimiento.
- 40
- Adicionalmente, un buque puede llevar dos dispositivos de radar distintos 102. Por ejemplo, un buque puede llevar un dispositivo de radar de banda X 102a (alta resolución) y un dispositivo de radar de banda S 102b (alta penetración en lluvia). Los dispositivos de radar de banda X normalmente proporcionan alta resolución, pero normalmente los ecos parásitos del mar o de la lluvia afectan mucho a los X. Los dispositivos de radar de banda S normalmente proporcionan menor resolución que los dispositivos de radar de banda X, pero proporcionan mayor
- 50 penetración en lluvia. Combinar datos de señal de radar del dispositivo de radar de banda X 102a con datos de señal de radar del dispositivo de radar de banda S 102b en una única tabla de memoria intermedia 118, para generar datos de señal de radar combinados, puede permitir la generación de una visualización de PPI en la que el dispositivo de radar de banda X 102a se utiliza para generar la parte de la visualización de PPI para alcances cortos (para los que la alta resolución es más importante y la penetración en lluvia es menos importante) y el dispositivo de
- 55 radar de banda S 102b se utiliza para generar la parte de la visualización de PPI para alcances largos (para los que la alta resolución es menos importante y una mayor penetración en lluvia más importante).

Las figuras 2A a 2C ilustran un buque 202 que tiene componentes de un sistema de ejemplo 100 para combinar datos de múltiples señales de radar en un único visualizador de PPI, según determinadas realizaciones de la

presente invención. Más en particular, la figura 2A ilustra un buque de ejemplo 202 que tiene un primer dispositivo de radar 102a y un segundo dispositivo de radar 102b ubicados en ubicaciones diferentes en el buque 202 junto con el alcance angular de visibilidad asociado a un primer dispositivo de radar 102a y a un segundo dispositivo de radar 102b. Las figuras 2B y 2C ilustran visualizaciones de ejemplo en el visualizador de PPI de radar 126 en función de diferentes combinaciones de datos de señal de radar 130a (generados por el primer dispositivo de radar 102a) y segundos datos de señal de radar modificados 130b' (generados por el segundo dispositivo de radar 102b y modificados por la aplicación de procesamiento de compensaciones 116) de la tabla de memoria intermedia 118.

El primer dispositivo de radar 102a puede tener un alcance máximo asociado 206 correspondiente a la distancia máxima a la que el primer dispositivo de radar 102a puede localizar objetos. Por ejemplo, el primer dispositivo de radar 102a puede tener un alcance máximo 206 de noventa y seis millas. Adicionalmente, el alcance angular de visibilidad del primer dispositivo de radar 102a puede incluir una zona ciega que resulta de una caseta de cubierta del buque 204 para ángulos acimutales de noventa a ciento ochenta grados (en el supuesto de un rumbo del buque de norte geográfico). Es decir, los primeros datos de señal de radar 130a generados por el primer dispositivo de radar 102a no contendrán datos correspondientes a ángulos acimutales de noventa a ciento ochenta grados.

El segundo dispositivo de radar 102b puede tener un alcance máximo asociado 208 correspondiente a la distancia máxima a la que el segundo dispositivo de radar 102b puede localizar objetos. Por ejemplo, el segundo dispositivo de radar 102b puede tener un alcance máximo 208 de noventa y seis millas. Adicionalmente, el alcance angular de visibilidad del segundo dispositivo de radar 102b puede incluir una zona ciega que resulta de una caseta de cubierta del buque 204 para ángulos acimutales de doscientos setenta a trescientos sesenta grados (en el supuesto de un rumbo del buque de norte geográfico). Es decir, los segundos datos de señal de radar 130b generados por el segundo dispositivo de radar 102b (así como los segundos datos de señal de radar modificados 130b') no contendrán datos correspondientes a ángulos acimutales de doscientos setenta a trescientos sesenta grados.

Como se ha descrito anteriormente en relación con la figura 1, la aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede recibir primeros datos de señal de radar 130a (generados por el primer dispositivo de radar 102a) y segundos datos de señal de radar modificados 130b' (generados por el segundo dispositivo de radar 102b y modificados por la aplicación de procesamiento de compensaciones 116). La aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede combinar datos de las señales recibidas de cualquier manera adecuada para generar datos de señal de radar combinados 132 (es decir, rellenando partes apropiadas de la tabla de memoria intermedia 118 con datos de cualquier señal).

Los datos de señal de radar combinados 132 pueden corresponder a un alcance angular de visibilidad de trescientos sesenta grados (dado que la tabla de memoria intermedia 118 contiene columnas correspondientes a ángulos acimutales de cero a trescientos sesenta grados) hasta una distancia igual a la escala de alcance 210 del sistema 100 (que puede ser inferior o igual al menor del alcance máximo 206 del primer dispositivo de radar 102a y el alcance máximo 208 del segundo dispositivo de radar 102b). No obstante, los primeros datos de señal de radar 130a y los segundos datos de señal de radar modificados 130b' pueden no contener, individualmente, datos correspondientes a un alcance angular total de visibilidad de trescientos sesenta grados (debido a las zonas ciegas del primer dispositivo de radar 102a y del segundo dispositivo de radar 102b, que se han descrito anteriormente). Es decir, la primera señal de radar 102a y la segunda señal de radar modificada 102b pueden no contener, individualmente, datos suficientes para rellenar cada celda de alcance de cada columna de la tabla de memoria intermedia 118.

Por consiguiente, la aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede rellenar las celdas de alcance de las columnas de la tabla de memoria intermedia 118 correspondientes a valores de acimut de entre doscientos setenta y trescientos sesenta grados (correspondientes a la zona ciega del segundo dispositivo de radar 102b) con datos de los primeros datos de señal de radar 130a (como se representa en las figuras 2B y 2C). Asimismo, la aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede rellenar las celdas de alcance de las columnas de la tabla de memoria intermedia 118 correspondientes a valores de acimut de entre noventa y ciento ochenta grados (correspondientes a la zona ciega del primer dispositivo de radar 102a) con segundos datos de señal de radar modificados 130b' (como se representa en las figuras 2B y 2C). Las celdas de alcance del resto de columnas de la tabla de memoria intermedia 102 (correspondientes a ángulos acimutales para los que el primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b tienen un alcance angular de visibilidad coincidente) se pueden llenar con datos de los primeros datos de señal de radar 130a o de los segundos datos de señal de radar modificados 130b'.

Por ejemplo, la aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede rellenar las celdas de alcance del resto de columnas de la tabla de memoria intermedia 118 (correspondientes a ángulos acimutales para los que el primer

dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b tienen alcances angulares de visibilidad coincidentes) con datos de los primeros datos de señal de radar 130a (como se representa en la figura 2B).

5 Alternativamente, la aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede rellenar las celdas de alcance del resto de columnas de la tabla de memoria intermedia 118 (correspondientes a ángulos acimutales para los que el primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b tienen alcances angulares de visibilidad coincidentes) con una combinación de datos de los primeros datos de señal de radar 130a y de los segundos datos de señal de radar modificados 130b (como se muestra en la figura 2C).

10 Como se ha descrito anteriormente, el primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b pueden ser distintos. Por ejemplo, el primer dispositivo de radar 102a puede ser un dispositivo de radar de banda S y el segundo dispositivo de radar 102b puede ser un dispositivo de radar de banda X. Los dispositivos de radar de banda X, normalmente, proporcionan alta resolución, pero los ecos parásitos del mar o de la lluvia pueden afectarles mucho. Por otro lado, los dispositivos de radar de banda S, normalmente, proporcionan menor resolución que los
15 dispositivos de radar de banda X, pero pueden proporcionar mayor penetración en lluvia. Por consiguiente, puede ser ventajoso usar datos del dispositivo de banda X (segundos datos de señal de radar modificados 130b 'del segundo dispositivo de radar 102b) al generar una visualización de PPI para áreas relativamente próximas al buque 202 (es decir, dentro de una distancia 212) a la vez que se usan datos del dispositivo de banda S (primer dispositivo de radar 102a) al generar una visualización de PPI para áreas alejadas del buque 202 (es decir, desde la distancia
20 212 hasta la escala de alcance 210).

Como ejemplo específico (como se representa en la figura 2C), la escala de alcance 210 del sistema 100 puede ser de veinticuatro millas y los ecos parásitos del mar y de la lluvia pueden afectar mucho al radar de banda X de alta resolución (es decir, el segundo dispositivo de radar 102b) superada una distancia 212 igual a cinco millas. Por lo
25 tanto, para columnas de la tabla de memoria intermedia 118 correspondientes a ángulos acimutales para los que el primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b tienen alcances angulares de visibilidad coincidentes (es decir, cero a noventa grados y ciento ochenta a doscientos setenta grados), la aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede rellenar celdas de alcance correspondientes a distancias lineales desde el buque entre cero y cinco millas con datos de segundos datos de señal de radar modificados 130b' (señal de banda X
30 de alta resolución generada por el segundo dispositivo de radar 102b). La aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede rellenar el resto de celdas de alcance de columnas de la tabla de memoria intermedia 118 correspondientes a ángulos acimutales para los que el primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b tienen alcances angulares de visibilidad coincidentes (es decir, celdas de alcance correspondientes a distancias lineales desde el buque entre cinco y veinticuatro millas) con datos de los primeros datos de señal de
35 radar 130a (señal de banda S de alta penetración en lluvia generada por el primer dispositivo de radar 102a).

Las figuras 3A y 3B ilustran un buque 302 que tiene componentes de un sistema de ejemplo 100 para combinar datos de múltiples señales de radar en un único visualizador de PPI, según determinadas realizaciones de la presente invención. Más en particular, la figura 3A ilustra un buque 302 que tiene un primer dispositivo de radar 102a
40 y un segundo dispositivo de radar 102b, estando ubicados juntos el primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b (por ejemplo, encima de la caseta de cubierta del buque 304). Además, cada uno del primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b puede tener un alcance angular de visibilidad de trescientos sesenta grados (hasta un alcance máximo 306). La figura 3B ilustra una visualización de ejemplo en el visualizador de PPI de radar 126 en función de una combinación de datos de señal de radar 130a
45 (generados por el primer dispositivo de radar 102a) y segundos datos de señal de radar modificados 130b' (generados por el segundo dispositivo de radar 102b y modificados por la aplicación de procesamiento de compensaciones 116).

Como se ha descrito anteriormente en relación con la figura 1, la aplicación de gestión de selección de sensores 120
50 puede recibir primeros datos de señal de radar 130a (generados por el primer dispositivo de radar 102a) y segundos datos de señal de radar modificados 130b' (generados por el segundo dispositivo de radar 102b y modificados por la aplicación de procesamiento de compensaciones 116). La aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede combinar datos de las señales recibidas de cualquier manera adecuada para generar datos de señal de radar combinados 132 (es decir, llenando partes apropiadas de la tabla de memoria intermedia 118 con datos de cualquier
55 señal).

Los datos de señal de radar combinados 132 pueden corresponder a un alcance angular de visibilidad de trescientos sesenta grados (dado que la tabla de memoria intermedia 118 contiene columnas correspondientes a ángulos acimutales de cero a trescientos sesenta grados) hasta una distancia igual a la escala de alcance 308 del sistema

100 (que puede ser inferior o igual al alcance máximo 306 del primer dispositivo de radar 102a y del segundo dispositivo de radar 102b). Dado que cada uno de los primeros datos de señal de radar 130a y los segundos datos de señal de radar modificados 130b' contienen datos correspondientes a un alcance angular total de visibilidad de trescientos sesenta grados, la primera señal de radar 102a o la segunda señal de radar modificada 102b contienen
5 datos suficientes para rellenar toda la tabla de memoria intermedia 118.

No obstante, dado que el primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b pueden ser distintos, puede ser aconsejable combinar primeros datos de señal de radar 130a y segundos datos de señal de radar modificados 130b' a pesar del hecho de que cualquiera contendría datos suficientes para rellenar toda la tabla
10 de memoria intermedia 118. Por ejemplo, el primer dispositivo de radar 102a puede ser un dispositivo de radar de banda S (menor resolución pero proporciona mayor penetración en lluvia) y el segundo dispositivo de radar 102b puede ser un dispositivo de radar de banda X (alta resolución pero le afectan mucho los ecos parásitos del mar o de la lluvia). Por consiguiente, puede ser ventajoso usar datos del dispositivo de banda X (segundos datos de señal de radar modificados 130b' del segundo dispositivo de radar 102b) al generar una visualización de PPI para áreas
15 relativamente próximas al buque 302 (es decir, dentro de una distancia 308) a la vez que se usan datos del dispositivo de banda S (primer dispositivo de radar 102a) al generar una visualización de PPI para áreas alejadas del buque 302 (es decir, desde la distancia 308 hasta la escala de alcance 306).

Como ejemplo específico (como se representa en la figura 3B), la escala de alcance 306 del sistema 100 puede ser
20 de veinticuatro millas y los ecos parásitos del mar y de la lluvia pueden afectar mucho al radar de banda X de alta resolución (es decir, el segundo dispositivo de radar 102b) superada una distancia 310 igual a cinco millas. Por lo tanto, para cada una de las columnas de la tabla de memoria intermedia 118 (correspondientes a ángulos acimutales de cero a trescientos sesenta grados), la aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede rellenar celdas de alcance correspondientes a distancias lineales desde el buque entre cero y cinco millas con datos
25 de los segundos datos de señal de radar modificados 130b' (señal de banda X de alta resolución generada por el segundo dispositivo de radar 102b). La aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede rellenar el resto de celdas de alcance de cada una de las columnas de la tabla de memoria intermedia 118 (correspondientes a distancias lineales desde el buque entre cinco y veinticuatro millas) con datos de los primeros datos de señal de radar 130a (señal de banda S de alta penetración en lluvia generada por el primer dispositivo de radar 102a).
30

La figura 4 ilustra un procedimiento de ejemplo para combinar datos de múltiples señales de radar en un único visualizador de PPI, según determinadas realizaciones de la presente invención. El procedimiento se inicia en la etapa 400. En la etapa 402, la aplicación de procesamiento de compensaciones 116 del sistema de procesamiento de radar 104 recibe primeros datos de señal de radar 130a, habiendo sido generados los primeros datos de señal de radar 102a por el primer dispositivo de radar 102a. En la etapa 404, la aplicación de procesamiento de compensaciones 116 recibe segundos datos de señal de radar 130b, habiendo sido generados los segundos datos de señal de radar 130b por el segundo dispositivo de radar 102b.
35

En la etapa 406, la aplicación de procesamiento de compensaciones 116 lleva a cabo un procesamiento de compensaciones en al menos una parte de los segundos datos de señal de radar 130b para generar segundos datos de señal de radar modificados 130b' que son correlativos a los primeros datos de señal de radar 130a. Por ejemplo, la aplicación de procesamiento de compensaciones 116 puede llevar a cabo un procesamiento de compensaciones en los segundos datos de señal de radar 130b aplicando un algoritmo de compensación de paralaje 126 y un algoritmo de compensación de movimiento 128 a los segundos datos de señal de radar 130b para formar segundos
45 datos de señal de radar modificados 130b'.

Más en particular, para facilitar la combinación de los primeros datos de señal de radar 130a y los segundos datos de señal de radar modificados 130b' en la tabla de memoria intermedia 118, la aplicación de procesamiento de compensaciones 116 puede aplicar un algoritmo de compensación de paralaje 126 a los segundos datos de señal de radar 130b, de manera que los ángulos acimutales de los segundos datos de señal de radar modificados 130b' sean correlativos a los ángulos acimutales de los primeros datos de señal de radar 130a. Es decir, el algoritmo de compensación de paralaje 126 modifica los ángulos acimutales de los segundos datos de señal de radar 130b, de manera que los ángulos acimutales de los segundos datos de señal de radar modificados 130b' sean los que se habrían medido si el segundo dispositivo de radar 102b estuviera ubicado en la misma ubicación en el buque que el
55 primer dispositivo de radar 102a.

Adicionalmente, para facilitar más la combinación de los primeros datos de señal de radar 130a y los segundos datos de señal de radar modificados 130b' en la tabla de memoria intermedia 118, la aplicación de procesamiento de compensaciones 116 puede aplicar un algoritmo de compensación de movimiento 128 a los segundos datos de

señal de radar 130b (además del algoritmo de compensación de paralaje 126, que se ha descrito anteriormente), de manera que los ángulos acimutales y alcances de los segundos datos de señal de radar modificada 130b' sean correlativos a los ángulos acimutales y alcances de los primeros datos de señal de radar 130a a pesar del movimiento del buque. Es decir, el algoritmo de compensación de movimiento 128 modifica los ángulos acimutales y alcances de los segundos datos de señal de radar 130b, de manera que los ángulos acimutales y alcances de los segundos datos de señal de radar modificados 130b' sean los que se habrían medido si el segundo dispositivo de radar 102b hubiera estado transmitiendo impulsos de ondas electromagnéticas sincronamente con el primer dispositivo de radar 102a.

10 En la etapa 408, la aplicación de gestión de selección de sensores 120 del sistema de procesamiento de radar 104 combina al menos una parte de los primeros datos de señal de radar 130a con al menos una parte de los segundos datos de señal de radar modificados 130b' en la tabla de memoria intermedia 118 para generar datos de señal de radar combinados 132. Por ejemplo, la tabla de memoria intermedia 118 puede corresponder a un alcance angular de visibilidad de trescientos sesenta grados. Además, los primeros datos de señal de radar 130a y los segundos datos de señal de radar modificados 130b' pueden no contener, individualmente, datos correspondientes a un alcance angular total de visibilidad de trescientos sesenta grados (debido a zonas ciegas del primer dispositivo de radar 102a y del segundo dispositivo de radar 102b).

La aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede rellenar las celdas de alcance de las columnas de la tabla de memoria intermedia 118 correspondientes a valores de acimut del alcance correspondiente a la zona ciega del segundo dispositivo de radar 102b con datos de los primeros datos de señal de radar 130a. Asimismo, la aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede rellenar las celdas de alcance de las columnas de la tabla de memoria intermedia 118 correspondientes a ángulos acimutales del alcance correspondiente a la zona ciega del primer dispositivo de radar 102a con datos de los segundos datos de señal de radar modificados 130b'. La aplicación de gestión de selección de sensores 120 puede rellenar las celdas de alcance del resto de columnas de la tabla de memoria intermedia 118 (correspondientes a ángulos acimutales para los que el primer dispositivo de radar 102a y el segundo dispositivo de radar 102b tienen alcances angulares de visibilidad coincidentes) con datos de los primeros datos de señal de radar 130a o datos de los segundos datos de señal de radar modificados 130b'.

30 En la etapa 410, la aplicación de conversión de coordenadas 122 accede a los datos almacenados en la tabla de memoria intermedia 118 (es decir, datos de señal de radar combinados 132) y convierte los datos de coordenadas polares a coordenadas cartesianas. Más en particular, dado que el visualizador de PPI de radar 126 del sistema de procesamiento de radar 104 puede ser un monitor de exploración de tramas que tiene una pluralidad de píxeles (teniendo cada píxel una ubicación asociada en coordenadas cartesianas), la aplicación de conversión de coordenadas 122 convierta la ubicación en coordenadas polares para cada dato digital correspondiente a la intensidad de una reflexión de impulsos de ondas electromagnéticas (es decir, el valor de cada celda de alcance de la tabla de memoria intermedia 118) a una ubicación en coordenadas cartesianas, de manera que se puedan colorear los píxeles apropiados del visualizador de PPI de radar 126.

40 En la etapa 412, la aplicación de procesamiento de visualizaciones de PPI 124 del sistema de procesamiento de radar 104 puede llevar a cabo un procesamiento de visualizaciones en los datos de señal de radar combinados 132. La aplicación de procesamiento de visualizaciones de PPI 124 puede llevar a cabo un procesamiento de visualizaciones en los datos de señal de radar combinados 132 llevando a cabo un seguimiento de blancos en los datos de señal de radar combinados 132. Por ejemplo, la aplicación de procesamiento de visualizaciones de PPI 124 puede ser capaz de funcionar para identificar una o más entidades discretas rastreables dentro de datos de señal de radar combinados 132. Se puede identificar una entidad discreta rastreable aplicando uno o más algoritmos de formación de umbrales a los datos de señal de radar combinados 132 para identificar un retorno de alta energía que tiene poco contenido espacial (es decir, datos correspondientes a una reflexión intensa desde un área pequeña), que puede ser consecuencia de una boya u otros buques (en contraposición a tierra).

50 Una vez identificada una entidad discreta rastreable, la aplicación de procesamiento de visualizaciones de PPI 124 puede ser capaz de funcionar además para determinar la ubicación central (en coordenadas cartesianas) de la entidad discreta rastreable. Posteriormente, la aplicación de procesamiento de visualizaciones de PPI 124 puede comunicar la ubicación central determinada a un filtro de seguimiento (por ejemplo, un filtro de Kalman). El filtro de seguimiento puede mantener, en el tiempo, el seguimiento de las entidades discretas rastreables identificadas, de manera que el filtro de seguimiento pueda determinar vectores de velocidad asociados a las entidades rastreables. Los vectores de velocidad determinados por el filtro de seguimiento se pueden asociar a las entidades discretas rastreables identificadas en los datos de señal de radar combinados 132, de manera que los vectores de velocidad se puedan visualizar junto con las entidades discretas rastreables en el visualizador de PPI de radar 126.

Adicionalmente, la aplicación de procesamiento de visualizaciones de PPI 124 puede llevar a cabo un procesamiento de visualizaciones en los datos de señal de radar combinados 132 llevando a cabo una reducción de ecos parásitos en los datos de señal de radar combinados 132.

5

En la etapa 414, se genera una visualización en el visualizador de PPI de radar en función de los datos de señal de radar combinados 132. Por ejemplo, una tarjeta gráfica del visualizador de PPI de radar 126 puede recibir datos de señal de radar combinados 132, que pueden incluir datos digitales correspondientes a una pluralidad de reflexiones de impulsos de ondas electromagnéticas, a la intensidad asociada a cada reflexión, a la ubicación en coordenadas cartesianas de cada reflexión y a una o más entidades discretas rastreables identificadas que tienen un vector de velocidad asociado. La tarjeta gráfica del visualizador de PPI de radar 126 puede iluminar la pluralidad de píxeles del visualizador de PPI de radar 126 en función de los datos de señal de radar combinados 132 (es decir, se puede iluminar uno o más píxeles asociados a una ubicación en coordenadas cartesianas específicas según los datos digitales de los datos de señal de radar combinados 132 asociados a la ubicación en coordenadas cartesianas).

10
15

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para combinar datos de múltiples señales de radar en un único visualizador de presentación panorámica (PPI), que comprende:

5 recibir, de un primer dispositivo de radar (102a) que tiene un primer alcance angular de visibilidad, primeros datos de señal de radar (130a) correspondientes al primer alcance angular de visibilidad;

10 recibir, de un segundo dispositivo de radar (102b) que tiene un segundo alcance angular de visibilidad, segundos datos de señal de radar (130b) correspondientes al segundo alcance angular de visibilidad

caracterizado por

15 procesar compensaciones en al menos una parte de los segundos datos de señal de radar (130b) para formar segundos datos de señal de radar modificados (130b'), que son correlativos a los primeros datos de señal de radar (130a), aplicando un algoritmo de compensación de movimiento a los segundos datos de señal de radar (130b), en el que el algoritmo de compensación de movimiento modifica los ángulos acimutales y alcances de los segundos datos de señal de radar (130b), de manera que los ángulos acimutales y alcances de la segunda señal de radar modificada (130b') sean los que se habrían medido si el segundo dispositivo de señal de radar (102b) hubiera estado transmitiendo impulsos de ondas electromagnéticas sincrónicamente con el primer dispositivo de radar (102a) y en el que se aplica una compensación de paralaje a la segunda señal de radar (130b), de manera que los ángulos acimutales de la segunda señal de radar modificada (130b') sean los ángulos acimutales que se habrían medido si el segundo dispositivo de radar (102b) estuviera ubicado en la misma ubicación que el primer dispositivo de radar (102a);

25 combinar al menos una parte de los primeros datos de señal de radar (130a) con al menos una parte de los segundos datos de señal de radar modificados (130b') para formar datos de señal de radar combinados (132) y

30 generar, en función de los datos de señal de radar combinados (132), una visualización en un visualizador de PPI de radar (126).

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los datos de señal de radar combinados (132) corresponden a un alcance angular de visibilidad combinado, siendo el alcance angular de visibilidad combinado mayor que el primer alcance angular de visibilidad del primer dispositivo de radar (102a).

35 3. El procedimiento de la reivindicación 1 ó 2, en el que el alcance angular de visibilidad combinado es de trescientos sesenta grados.

4. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que:

40 los primeros datos de señal de radar (130a) correspondientes al primer alcance angular de visibilidad comprenden una pluralidad de primeros valores de acimut correspondientes al primer alcance angular de visibilidad, teniendo cada uno de la pluralidad de primeros valores de acimut una pluralidad de primeros valores de alcance asociados;

45 los segundos datos de señal de radar (130b) correspondientes al segundo alcance angular de visibilidad comprenden una pluralidad de segundos valores de acimut correspondientes al segundo alcance angular de visibilidad, teniendo cada uno de la pluralidad de segundos valores de acimut una pluralidad de segundos valores de alcance asociados y

50 los segundos datos de señal de radar modificados (130b') comprenden una pluralidad de segundos valores de acimut modificados correspondientes al segundo alcance angular de visibilidad, teniendo cada uno de la pluralidad de segundos valores de acimut modificados una pluralidad de segundos valores de alcance modificados asociados.

5. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la etapa de combinar al menos una parte de los primeros datos de señal de radar (130a) con al menos una parte de los segundos datos de señal de radar modificados (130b') para formar datos de señal de radar combinados (132) comprende:

almacenar uno o más de la pluralidad de primeros valores de acimut de los primeros datos de señal de radar (130a) en columnas correspondientes de una primera parte de una tabla de memoria intermedia (118), comprendiendo la

tabla de memoria intermedia:

una pluralidad de columnas correspondientes a una pluralidad de valores de acimut que representan un alcance angular de visibilidad de trescientos sesenta grados y

5

una pluralidad de filas correspondientes a una pluralidad de valores de alcance y

almacenar uno o más de la pluralidad de segundos valores de acimut modificados de la segunda señal de radar modificada (130b') en columnas correspondientes de una segunda parte de la tabla de memoria intermedia (118).

10

6. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la etapa de combinar al menos una parte de los primeros datos de señal de radar (130a) con al menos una parte de los segundos datos de señal de radar modificados (130b') para formar datos de señal de radar combinados (132) comprende:

15 almacenar uno o más de la pluralidad de primeros valores de alcance para cada uno de la pluralidad de primeros valores de acimut de los primeros datos de señal de radar (130a) en filas correspondientes de una primera parte de una tabla de memoria intermedia (118), comprendiendo la tabla de memoria intermedia:

una pluralidad de columnas correspondientes a una pluralidad de valores de acimut que representan un alcance angular de visibilidad de trescientos sesenta grados y

20 una pluralidad de filas correspondientes a una pluralidad de valores de alcance y

almacenar uno o más de la pluralidad de segundos valores de alcance modificados para cada uno de la pluralidad de segundos valores de acimut modificados en filas correspondientes de una segunda parte de la tabla de memoria intermedia (118).

7. Un sistema para combinar datos de múltiples señales de radar en un único visualizador de PPI, que comprende

30

una o más unidades de procesamiento (116, 118, 120, 122, 124) que

reciben, de un primer dispositivo de radar (102a) que tiene un primer alcance angular de visibilidad, primeros datos de señal de radar (130a) correspondientes al primer alcance angular de visibilidad;

35

reciben, de un segundo dispositivo de radar (102b) que tiene un segundo alcance angular de visibilidad, segundos datos de señal de radar (130b) correspondientes al segundo alcance angular de visibilidad;

caracterizado porque la una o más unidades de procesamiento:

40

llevan a cabo un procesamiento de compensaciones en al menos una parte de los segundos datos de señal de radar (130b) para formar segundos datos de señal de radar modificados (130b') que son correlativos a los primeros datos de señal de radar (130a), aplicando un algoritmo de compensación de movimiento a los segundos datos de señal de radar (130b), en el que el algoritmo de compensación de movimiento modifica los ángulos acimutales y alcances de los segundos datos de señal de radar (130b), de manera que los ángulos acimutales y alcances de la segunda señal de radar modificada (130b') sean los que se habrían medido si el segundo dispositivo de señal de radar (102b) hubiera estado transmitiendo impulsos de ondas electromagnéticas sincronamente con el primer dispositivo de radar (102a) y en el que se aplica una compensación de paralaje a la segunda señal de radar (130b), de manera que los ángulos acimutales de la segunda señal de radar modificada (130b') sean los ángulos acimutales que se habrían medido si el segundo dispositivo de radar (102b) estuviera ubicado en la misma ubicación que el primer dispositivo de radar (102a);

45

50

combinan al menos una parte de los primeros datos de señal de radar (130a) con al menos una parte de los segundos datos de señal de radar modificados (130b') para formar datos de señal de radar combinados (132) y

55

generan, en función de los datos de señal de radar combinados (132), una visualización en un visualizador de PPI de radar (126).

8. El sistema de la reivindicación 7, en el que los datos de señal de radar combinados (132)

corresponden a un alcance angular de visibilidad combinado, siendo el alcance angular de visibilidad combinado mayor que el primer alcance angular de visibilidad del primer dispositivo de radar (102a).

9. El sistema de la reivindicación 7 u 8, en el que el alcance angular de visibilidad combinado es de 5 trescientos sesenta grados.

10. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que:

los primeros datos de señal de radar (130a) correspondientes al primer alcance angular de visibilidad comprenden 10 una pluralidad de primeros valores de acimut correspondientes al primer alcance angular de visibilidad, teniendo cada uno de la pluralidad de primeros valores de acimut una pluralidad de primeros valores de alcance asociados;

los segundos datos de señal de radar (130b) correspondientes al segundo alcance angular de visibilidad 15 comprenden una pluralidad de segundos valores de acimut correspondientes al segundo alcance angular de visibilidad, teniendo cada uno de la pluralidad de segundos valores de acimut una pluralidad de segundos valores de alcance asociados y

los segundos datos de señal de radar modificados (130b') comprenden una pluralidad de segundos valores de 20 acimut modificados correspondientes al segundo alcance angular de visibilidad, teniendo cada uno de la pluralidad de segundos valores de acimut modificados una pluralidad de segundos valores de alcance modificados asociados.

11. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que la una o más unidades de 25 procesamiento (116, 118) son capaces de funcionar para combinar al menos una parte de los primeros datos de señal de radar (130a) con al menos una parte de los segundos datos de señal de radar modificados (130b') para formar datos de señal de radar combinados (132):

almacenando uno o más de la pluralidad de primeros valores de acimut de los primeros datos de señal de radar 30 (130a) en columnas correspondientes de una primera parte de una tabla de memoria intermedia (118), comprendiendo la tabla de memoria intermedia:

una pluralidad de columnas correspondientes a una pluralidad de valores de acimut que representan un alcance 35 angular de visibilidad de trescientos sesenta grados y

una pluralidad de filas correspondientes a una pluralidad de valores de alcance y

almacenando uno o más de la pluralidad de segundos valores de acimut modificados de la segunda señal de radar 40 modificada (130b') en columnas correspondientes de una segunda parte de la tabla de memoria intermedia (118).

12. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, en el que la una o más unidades de 45 procesamiento (116, 118) son capaces de funcionar para combinar al menos una parte de los primeros datos de señal de radar (130a) con al menos una parte de los segundos datos de señal de radar modificados (130b') para formar datos de señal de radar combinados (132):

almacenando uno o más de la pluralidad de primeros valores de alcance para cada uno de la pluralidad de primeros 45 valores de acimut de los primeros datos de señal de radar (130a) en filas correspondientes de una primera parte de una tabla de memoria intermedia (118), comprendiendo la tabla de memoria intermedia:

una pluralidad de columnas correspondientes a una pluralidad de valores de acimut que representan un alcance 50 angular de visibilidad de trescientos sesenta grados y

una pluralidad de filas correspondientes a una pluralidad de valores de alcance y

almacenando uno o más de la pluralidad de segundos valores de alcance modificados para cada uno de la 55 pluralidad de segundos valores de acimut modificados en filas correspondientes de una segunda parte de la tabla de memoria intermedia (118).

13. Software para combinar datos de múltiples señales de radar en un único visualizador de PPI, 60 incorporado el software en un soporte legible por ordenador y, cuando se ejecuta, capaz de funcionar para llevar a cabo un procedimiento según al menos una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

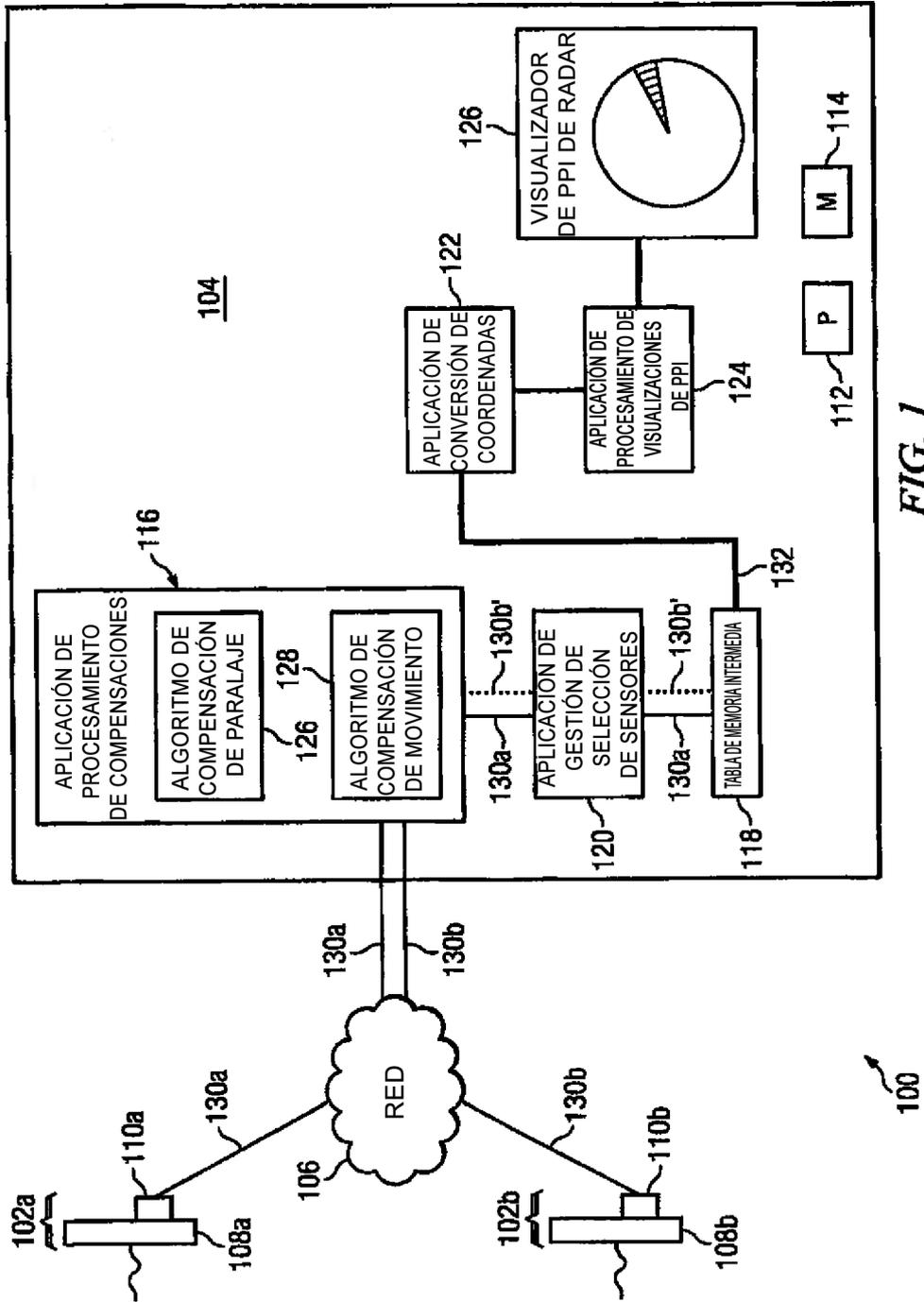


FIG. 1

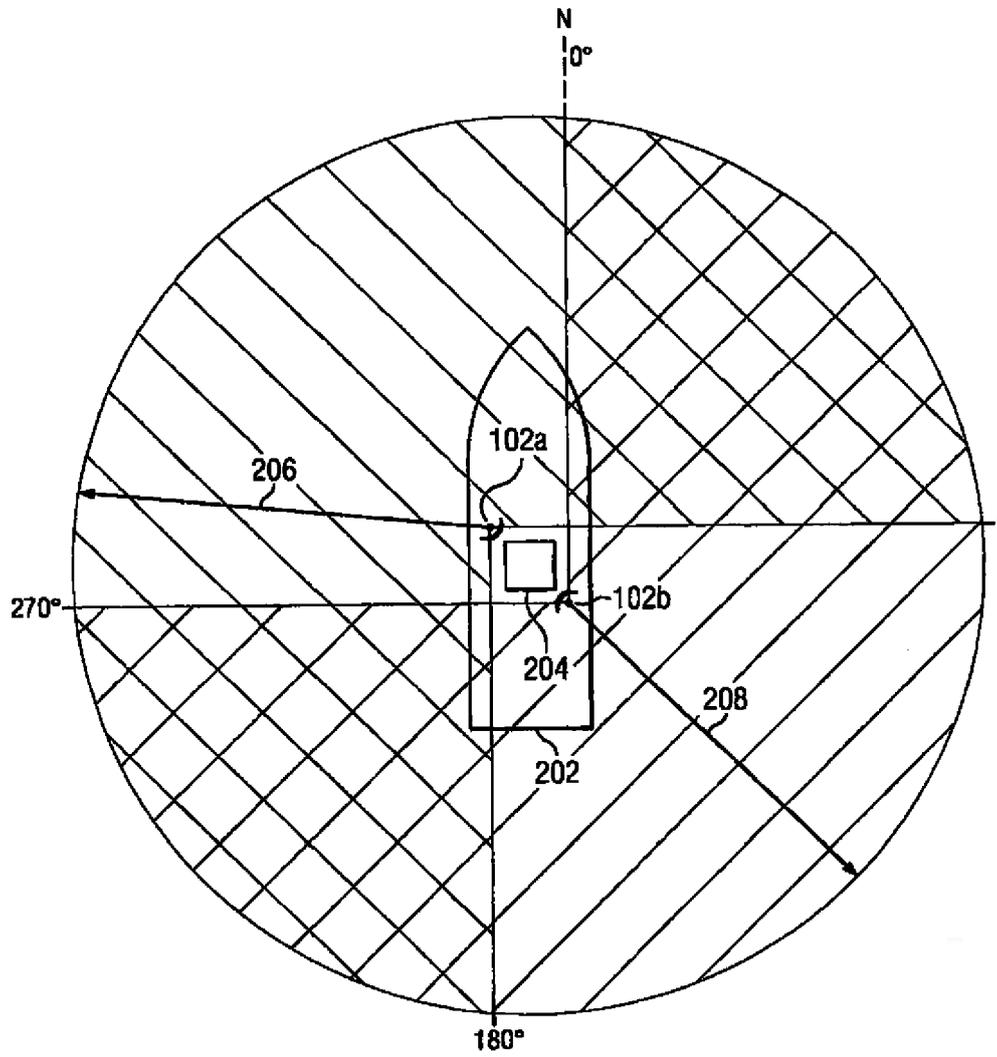


FIG. 2A

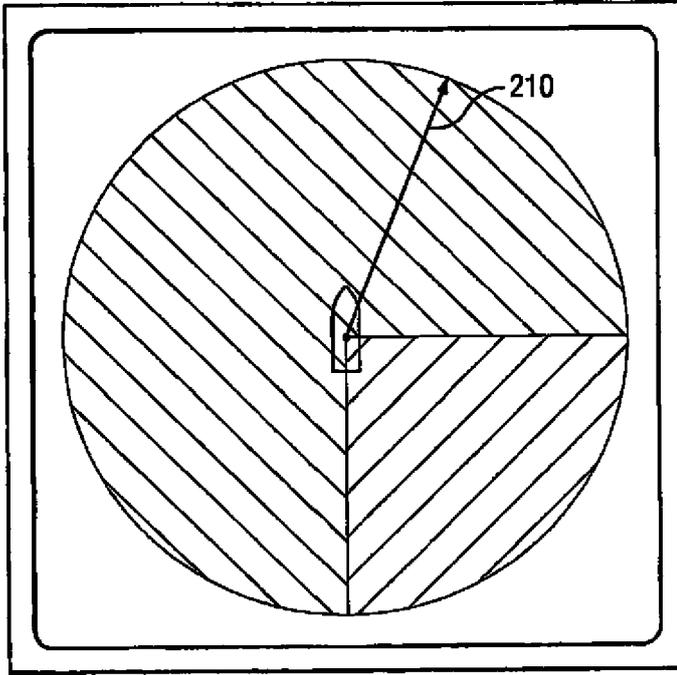
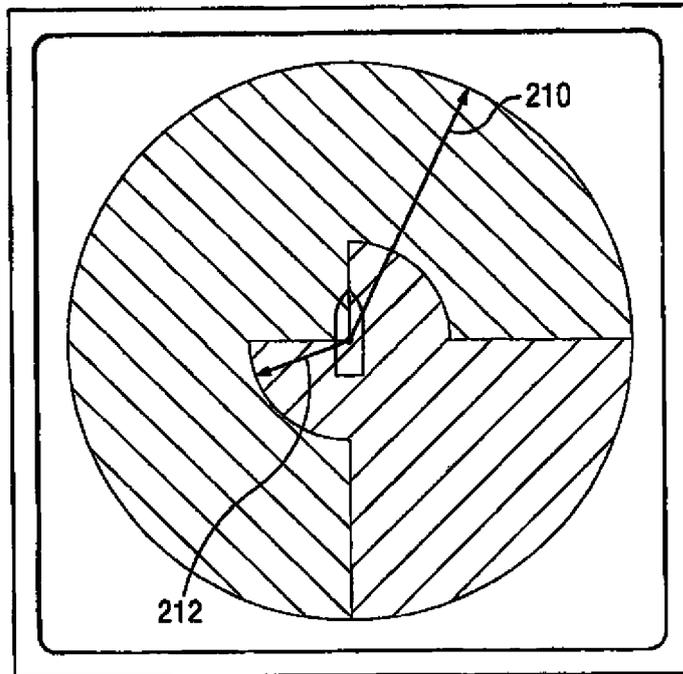
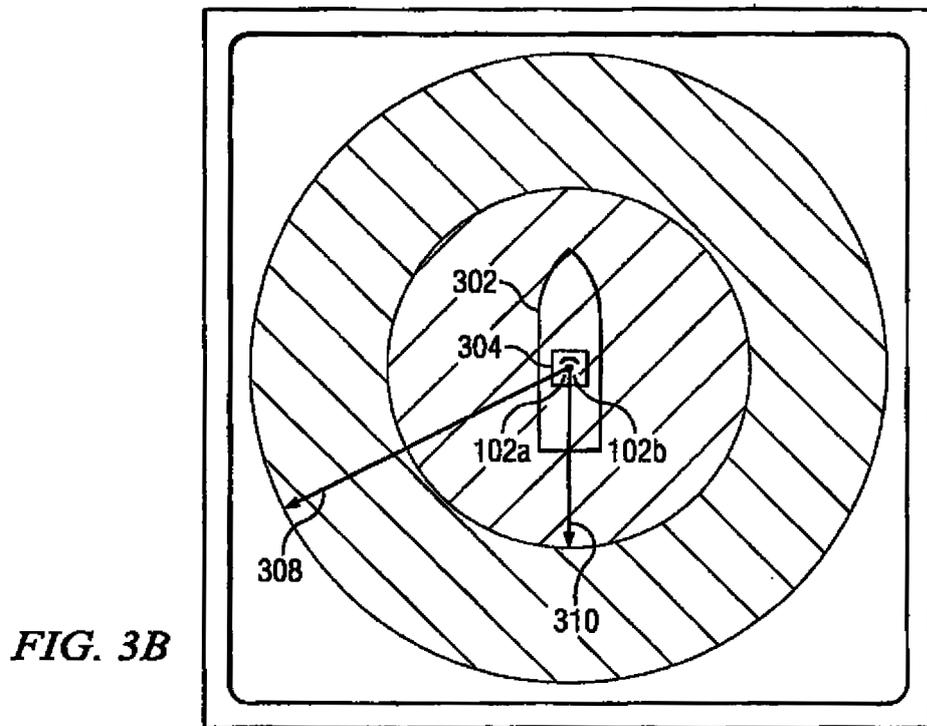
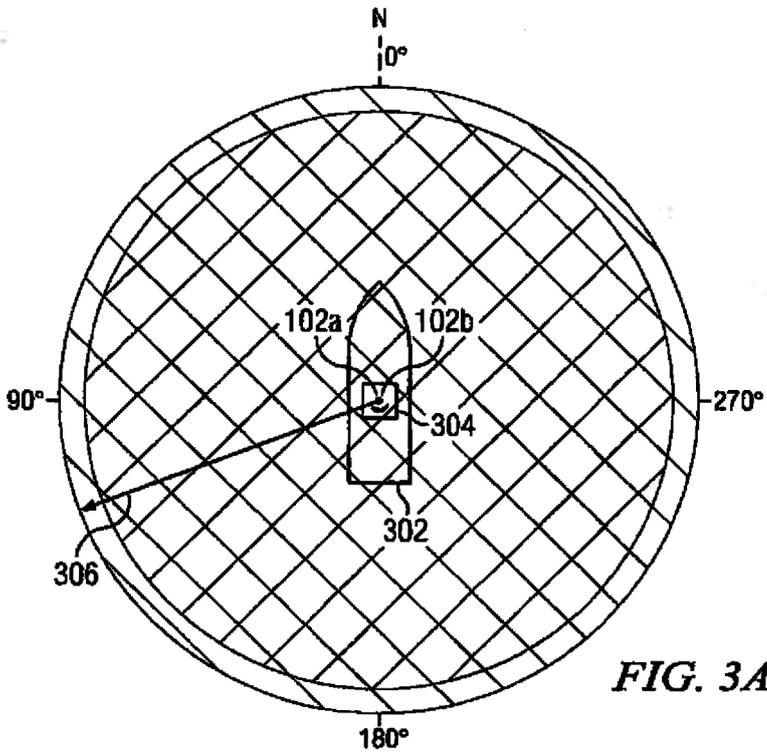


FIG. 2B





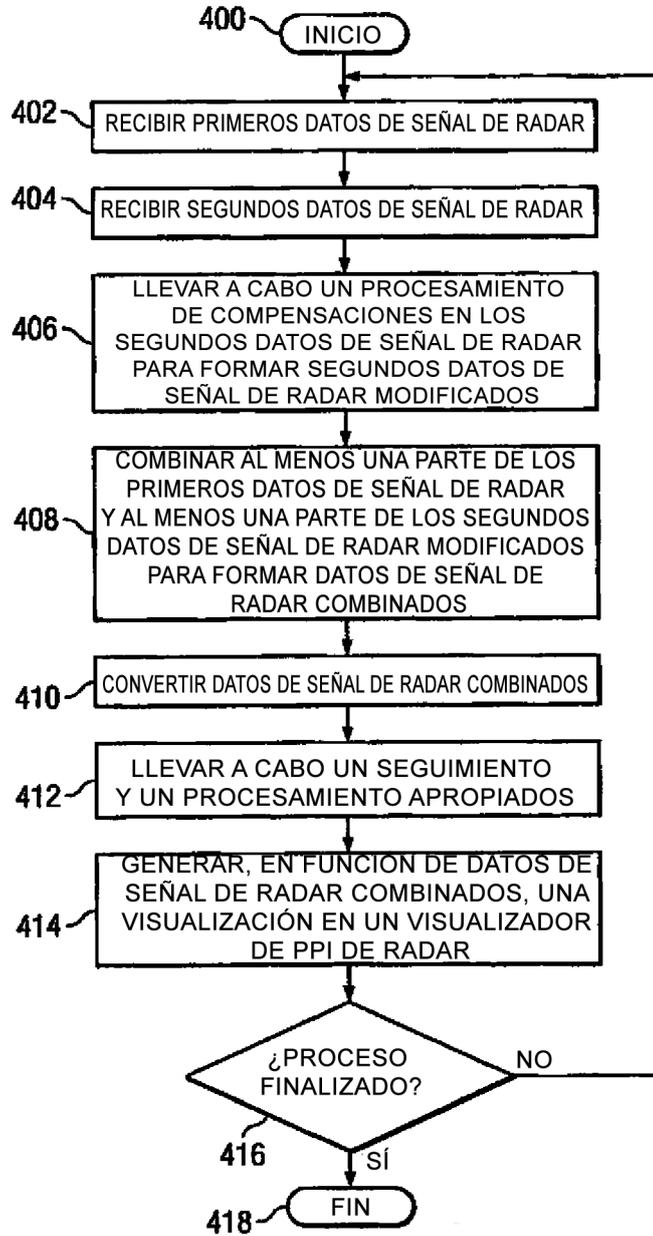


FIG. 4