

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 692 843**

51 Int. Cl.:

F41H 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2015** **E 15290081 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018** **EP 3073221**

54 Título: **Procedimiento para evaluar el nivel de amenaza**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.12.2018

73 Titular/es:
THALES (100.0%)
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade Nord
92400 Courbevoie, FR

72 Inventor/es:
LABREUCHE, CHRISTOPHE;
POUYLLAU, HÉLIA;
SAVEANT, PIERRE;
SEMET, YANN;
HAMMING, JAN-EGBERT y
HOUTSMA, MAURICE

74 Agente/Representante:
SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 692 843 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

Procedimiento para evaluar el nivel de amenaza

5 CAMPO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención se refiere a un procedimiento para evaluar el nivel de amenaza de al menos una entidad entre una pluralidad de entidades en un entorno de campo de batalla. La presente invención también se refiere a un procedimiento de apoyo a la decisión asociado. La presente invención también se refiere a un programa informático, un medio legible por ordenador, un sistema para evaluar el nivel de amenaza de al menos una entidad entre una pluralidad de entidades en un entorno de campo de batalla, y un sistema de apoyo a la decisión.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0002] Para gestionar situaciones críticas en un entorno de campo de batalla, se pueden utilizar herramientas precisas de apoyo a la decisión. En particular, los sistemas de apoyo a la decisión se pueden usar en un entorno de campo de batalla para ayudar a un operador a decidir qué acciones de batalla desencadenar, cuando se detectan amenazas de objetivos en el entorno circundante del operador. Dichas herramientas de apoyo a la decisión pueden utilizar en combinación diferentes tipos de sensores, accionadores, interfaces de usuario y representaciones de datos.

[0003] Sin embargo, no existen herramientas precisas de apoyo a la decisión, siendo lo más seguro confiar en el conocimiento de un operador.

[0004] Se describe un sistema de evaluación de amenazas de la técnica conocida en el documento WO 99/23443 A1.

BREVE RESUMEN DE LA INVENCION

[0005] La invención tiene como objetivo resolver los problemas de obtener una herramienta de apoyo a la decisión fiable.

[0006] Con este fin, la invención se refiere a un procedimiento según la reivindicación 1.

[0007] Gracias a la invención, se pueden obtener datos fiables relativos al nivel de amenaza de al menos una entidad entre una pluralidad de entidades en un entorno de campo de batalla.

[0008] Esto permite proporcionar a un operador una herramienta fiable de apoyo a la decisión, ya que evaluar la amenaza es el primer paso para decidir un plan de participación.

[0009] Según aspectos adicionales de la invención que son ventajosos pero no obligatorios, el procedimiento de evaluación podría incorporar una o varias de las siguientes características, tomadas en cualquier combinación técnicamente admisible:

45 - el procedimiento comprende además una etapa para asociar con cada capa al menos uno de los siguientes: una categoría de acciones tácticas que pueden acatarse por la entidad de referencia, al menos un parámetro geográfico con cada capa, comprendiendo dicho parámetro o parámetros el rango de distancia delimitando la capa, estando dicho rango de distancia asociado con un rango de inicio y un rango final.

50 - en la etapa de obtención, también se obtienen datos representativos del comportamiento de dicha entidad, incluyendo los datos representativos del comportamiento datos relativos a la cinemática de dicha entidad y los datos representativos de la identidad de dicha entidad con relación a la entidad de referencia.

- en la etapa de obtención, también se obtienen datos representativos de la peligrosidad de dicha entidad.

55 - en la etapa de obtención, también se obtienen datos representativos de la urgencia de la amenaza potencial representada por dicha entidad y/o datos representativos de la capacidad de participar y disuadir o eliminar la amenaza potencial representada por dicha entidad.

- en la etapa de determinación, se aplica un algoritmo de aprendizaje automático.

- en la etapa de determinación, los datos obtenidos se agregan utilizando una integral de Choquet y/o un modelo de independencia aditiva generalizada.

- las entidades y la entidad de referencia son buques.

5 [0010] La invención también se refiere a un procedimiento de apoyo a la decisión que comprende las etapas de realizar un procedimiento para evaluar el nivel de amenaza de al menos una entidad entre una pluralidad de entidades en un entorno de campo de batalla como se describió anteriormente, generando recomendaciones tácticas en asociación con dicha entidad dependiendo del nivel determinado de amenaza.

[0011] Según una realización específica, el procedimiento de apoyo a la decisión se realiza de forma iterativa.

10 [0012] La invención también se refiere a un programa informático que comprende instrucciones para realizar las etapas de un procedimiento como se describió previamente cuando dicho programa informático se ejecuta en un dispositivo informático adecuado.

[0013] La invención también se refiere a un medio legible por ordenador que tiene codificado en el mismo un programa informático como se describió anteriormente.

15 [0014] La invención también se refiere a un sistema según la reivindicación 13.

[0015] La invención también se refiere a un sistema de apoyo a la decisión que comprende un sistema para evaluación como se describió previamente, adaptándose además la calculadora para generar recomendaciones tácticas en asociación con dicha entidad, dependiendo del nivel determinado de amenaza.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

25 [0016] La invención se entenderá mejor sobre la base de la siguiente descripción, que se proporciona en correspondencia con las figuras adjuntas y como un ejemplo ilustrativo, sin restringir el objeto de la invención. En las figuras adjuntas:

- la figura 1 es una representación esquemática de un sistema y un producto de programa informático, cuya interacción permite realizar un procedimiento,
- 30 - la figura 2 es un diagrama de flujo de un ejemplo de realización de un procedimiento para evaluar el nivel de amenaza que comprende una etapa para determinar el nivel de amenaza,
- la figura 3 es una representación esquemática de un entorno segmentado,
- la figura 4 es un diagrama de flujo de un ejemplo realización de la etapa de determinar el nivel de amenaza del procedimiento para evaluar el nivel de amenaza ilustrado en la figura 2,
- 35 - la figura 5 es un diagrama de flujo de un ejemplo de realización de un procedimiento para determinar acciones tácticas para proteger una entidad de referencia, y
- la figura 6 es una representación esquemática de un sistema de apoyo a la decisión.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE ALGUNAS REALIZACIONES

40 [0017] Un sistema 10 y un producto de programa informático 12 se representan en la figura 1. La interacción entre el producto de programa informático 12 y el sistema 10 permite llevar a cabo un procedimiento.

[0018] El sistema 10 es un ordenador. En el presente caso, el sistema 10 es un ordenador portátil.

45 [0019] Más generalmente, el sistema 10 es un ordenador o sistema informático, o un dispositivo informático electrónico similar adaptado para manipular y/o transformar datos representados como físicos, tales como cantidades electrónicas dentro de los registros y/o memorias del sistema informático en otros datos representados de manera similar como cantidades físicas dentro de las memorias, registros u otros dispositivos de
50 almacenamiento, transmisión o visualización del sistema informático.

[0020] El sistema 10 comprende un procesador 14, un teclado 22 y una unidad de visualización 24.

[0021] El procesador 14 comprende una unidad de procesamiento de datos 16, memorias 18 y un lector 20
55 adaptado para leer un medio legible por ordenador.

[0022] El producto de programa informático 12 comprende un medio legible por ordenador.

[0023] El medio legible por ordenador es un medio que puede leer el lector del procesador. El medio legible

por ordenador es un medio adecuado para almacenar instrucciones electrónicas y se puede acoplar a un bus de sistema informático.

- 5 **[0024]** Dicho medio de almacenamiento legible por ordenador es, por ejemplo, un disco, un disquete, discos ópticos, CD-ROM, discos magnético-ópticos, memorias de solo lectura (ROM), memorias de acceso aleatorio (RAM), memorias de solo lectura programables eléctricamente (EPROM), memorias de solo lectura programables y borrables eléctricamente (EEPROM), tarjetas magnéticas u ópticas, o cualquier otro tipo de medio adecuado para almacenar instrucciones electrónicas, y que se pueda acoplar a un bus de sistema informático.
- 10 **[0025]** Un programa informático se almacena en el medio de almacenamiento legible por ordenador. El programa informático comprende una o más secuencias almacenadas de instrucciones de programa.
- 15 **[0026]** El programa informático se puede cargar en la unidad de procesamiento de datos 16 y está adaptado para hacer que la ejecución de un procedimiento sea ejecutada por la unidad de procesamiento de datos 16.
- 20 **[0027]** La operación del sistema 10 se describe ahora en referencia al diagrama de flujo de la figura 2, que ilustra un ejemplo de realización de un procedimiento para evaluar el nivel de amenaza de al menos una entidad entre una pluralidad de entidades en un entorno de campo de batalla. En el resto de la descripción, dicho procedimiento está etiquetado como "un procedimiento de evaluación". La entidad considerada para la cual se debe estimar el nivel de amenaza, es la entidad sospechosa. Dicha entidad sospechosa está etiquetada como SE en el resto de la descripción.
- [0028]** El nivel de amenaza se evalúa con respecto a una entidad de referencia RE a proteger.
- 25 **[0029]** Según una realización preferida, cada entidad sospechosa SE es un buque y la entidad de referencia RE es también un buque.
- [0030]** El número de entidades sospechosas SE depende de la situación operativa y varía con el tiempo.
- 30 **[0031]** Según una realización, el número de entidades sospechosas SE es 0, que es el caso si no hay actividad alrededor de la entidad de referencia RE.
- [0032]** Como alternativa, el número de entidad sospechosa SE es superior o igual a 5.
- 35 **[0033]** Según otra realización, el número de entidades sospechosas SE es superior o igual a 50 si el rango del área bajo vigilancia es grande y hay una gran cantidad de actividad civil (barcos de pesca en particular).
- 40 **[0034]** El procedimiento de evaluación comprende cuatro etapas: una etapa de segmentación S10, una etapa de asociación S20, una etapa de obtención S30, y una etapa de determinación S40.
- [0035]** En la etapa de segmentación S10, el entorno del campo de batalla se segmenta en una pluralidad de capas.
- 45 **[0036]** La segmentación del entorno que es resultado de la etapa de segmentación S10 se representa en la figura 3.
- [0037]** Parece que el entorno de la entidad de referencia RE está separado en cinco capas que son, desde la más cercana a la más lejana de la entidad de referencia RE: una primera capa L1, una segunda capa L2, una tercera capa L3, una cuarta capa L4 y una quinta capa L5.
- 50 **[0038]** Cada capa está delimitada por al menos un círculo, de manera que la primera capa L1 tenga la forma de un disco, mientras que las otras capas L2, L3, L4 y L5 tienen una forma anular.
- [0039]** Como alternativa, cada capa está delimitada por una forma más compleja de límite. Este es en particular el caso si el buque sospechoso SE está cerca de una orilla. El límite puede estar distorsionado en la dirección de la orilla.
- [0040]** En la etapa de asociación S20, cada capa L1, L2, L3, L4 y L5 está asociada a una categoría de acciones tácticas que pueden acatarse por la entidad de referencia RE.

- [0041] Según el ejemplo ilustrado, cada capa L1, L2, L3, L4 y L5 está asociada a la misión operativa principal que debe cumplirse.
- 5 [0042] En el ejemplo, la primera capa L1 es la más cercana a la entidad de referencia RE. Cuando una entidad SE sospechosa se encuentra tan cerca de la entidad de referencia RE, la entidad de referencia RE no puede usar su armamento, solo la tripulación puede defenderse. Por esta razón, la primera capa L1 también se denomina "capa sin capacidad".
- 10 [0043] Para la segunda capa L2, la entidad de referencia RE puede usar efectores letales y atacar activamente las entidades sospechosas SE. Por esta razón, la segunda capa L2 también se denomina "capa de participación".
- [0044] En la tercera capa L3, la entidad de referencia RE tiene derecho a usar efectores no letales para tratar de desalentar activamente que las entidades sospechosas SE ataquen o se acerquen. Por lo tanto, la tercera capa L3 también se denomina "capa de disuasión".
- 15 [0045] En la cuarta capa L4, la entidad de referencia RE puede utilizar efectores que llevan información secundarios para advertir a las entidades enemigas. Por lo tanto, la cuarta capa L4 también se denomina "capa de advertencia".
- 20 [0046] Para una entidad enemiga potencial en la quinta capa L5, solo se pueden realizar acciones de identificación, no se puede usar ningún efector, ni principal ni secundario. Por esta razón, la quinta capa L5 también se denomina "capa de identificación".
- 25 [0047] Como alternativa, en la etapa de asociación S20, al menos un parámetro geográfico está asociado con cada capa L1, L2, L3, L4 y L5.
- [0048] Como ejemplo, un parámetro es el rango de distancia que delimita una capa L1, L2, L3, L4 y L5, estando dicho rango de distancia asociado con un rango de inicio y un rango final.
- 30 [0049] Según otra realización, el rango de distancia asociado con cada capa L1, L2, L3, L4 y L5 se define dinámicamente dependiendo de los criterios predefinidos. Por ejemplo, el rango de distancia puede variar dinámicamente a lo largo del tiempo, dependiendo de al menos un criterio elegido entre la siguiente lista: escenarios tácticos, niveles de amenaza, niveles de mitigación de riesgos, capacidades de las entidades enemigas, medios ofensivos de la entidad de referencia RE y medios defensivos de la entidad de referencia RE.
- 35 [0050] En la etapa de obtención S30, se obtienen datos representativos de una posición de dicha entidad sospechosa SE con respecto a las capas L1, L2, L3, L4 y L5 del entorno de campo de batalla.
- 40 [0051] Según el procedimiento ilustrado de evaluación, los datos representativos de la información del historial de trayectoria para dicha entidad sobre las diferentes capas L1, L2, L3, L4 y L5 también se obtienen en la etapa de obtención S30.
- 45 [0052] Según el procedimiento ilustrado de evaluación, en la etapa de obtención S30, también se obtienen datos representativos de la velocidad de dicha entidad sospechosa SE, el ángulo de rumbo de dicha entidad sospechosa SE y el punto de abordaje más cercano de dicha entidad sospechosa SE con relación a la entidad de referencia RE.
- 50 [0053] La dirección de la entidad sospechosa SE es una proyección de su ángulo de rumbo con respecto a la entidad de referencia RE. Para expresar esta dirección, se utilizan la demora a la entidad sospechosa RE y el rumbo de la entidad sospechosa SE.
- [0054] La demora a la entidad sospechosa SE se da por un sensor. Es el ángulo en el que la entidad sospechosa SE está considerando que la entidad de referencia de rumbo RE apunta a 0 grados.
- 55 [0055] El punto de abordaje más cercano se expresa notablemente en términos de distancia. Dicha distancia se etiqueta como la distancia del punto de abordaje más cercano d_{CPA} .

[0056] La distancia del punto de abordaje más cercano d_{CPA} usa las velocidades y posiciones actuales de la entidad sospechosa SE y de las entidades de referencia RE. Cada valor se obtiene mediante el uso de un sensor.

[0057] Una fórmula común para calcular la distancia del punto de abordaje más cercano d_{CPA} es calcular primero el tiempo más cercano del punto de abordaje y luego derivar una distancia.

[0058] El tiempo más cercano del punto de abordaje es el tiempo en el que dos barcos estarán en el punto más cercano.

10 **[0059]** La distancia entre dos puntos identificados por su latitud y longitud se puede obtener utilizando las fórmulas de Haversine o Vincenty.

[0060] La fórmula de Haversine es una ecuación importante en la navegación, que proporciona distancias ortodrómicas entre dos puntos en una esfera desde sus longitudes y latitudes. Es un caso especial de una fórmula más general en trigonometría esférica, la ley de Haversine, que relaciona los lados y los ángulos de los triángulos esféricos.

[0061] Preferentemente, la distancia entre dos puntos identificados por su latitud y longitud se puede obtener usando las fórmulas de Vincenty.

20 **[0062]** Las fórmulas de Vincenty son dos procedimientos iterativos relacionados usados en geodesia para calcular la distancia entre dos puntos en la superficie de un esferoide, desarrolladas por Thaddeus Vincenty (1975). Estas fórmulas se basan en el supuesto de que la figura de la Tierra es un esferoide oblato, y por lo tanto, son más precisas que procedimientos tales como la distancia ortodrómica que asume una Tierra esférica. El primer procedimiento (directo) calcula la ubicación de un punto que es una distancia dada y un acimut (dirección) desde otro punto. El segundo procedimiento (inverso) calcula la distancia geográfica y el acimut entre dos puntos dados. Ambos procedimientos se han utilizado ampliamente en la geodesia porque tienen una precisión de hasta 0,5 mm (0,020") en el elipsoide de la Tierra.

30 **[0063]** Según el procedimiento ilustrado de evaluación, en la etapa de obtención S30, se obtienen datos relacionados con un cambio en la capa L1, L2, L3, L4 y L5 a la que pertenece la entidad sospechosa SE.

[0064] Según el procedimiento ilustrado de evaluación, en la etapa de obtención S30, también se obtienen datos representativos de la peligrosidad de dicha entidad sospechosa SE.

35 **[0065]** La peligrosidad ayuda a cuantificar el peor impacto que la entidad sospechosa SE puede tener en la entidad de referencia RE, basándose en los efectores a bordo de la entidad sospechosa SE. Los datos representativos de la peligrosidad pueden ser directamente una escala que mide la intensidad de los daños, o más indirectamente el tipo de efector (pistola, bomba o cohete). El operador puede introducir manualmente el tipo de efector, o proporcionarse por el sistema usando la información del sensor. Por defecto, algunos efectores predefinidos se pueden asignar a categorías de barcos.

[0066] Según el procedimiento ilustrado de evaluación, en la etapa de obtención S30, también se obtienen datos representativos de la identidad de la entidad sospechosa SE.

45 **[0067]** Por ejemplo, la identidad de la entidad sospechosa SE se introduce manualmente por un operador, en particular mediante el uso del teclado 22.

[0068] Los datos representativos de la identidad pueden construirse automáticamente a partir de reglas predefinidas. Por ejemplo, una entidad sospechosa SE que se considera "neutra" y entra en la capa de participación (segunda capa L2) puede considerarse automáticamente como "hostil".

[0069] Según el procedimiento ilustrado de evaluación, en la etapa de obtención S30, también se obtienen datos representativos de la urgencia de la amenaza potencial representada por la entidad sospechosa SE.

55 **[0070]** Por definición, la urgencia tiene en cuenta el momento en el que la entidad sospechosa SE puede comprometer la entidad de referencia RE y el tiempo hasta el cual la entidad de referencia RE puede comprometer la entidad sospechosa SE.

[0071] Según el procedimiento ilustrado de evaluación, en la etapa de obtención S30, también se obtienen datos representativos del impacto grupal de la pluralidad de entidades en la entidad sospechosa SE.

5 **[0072]** Los datos representativos del impacto grupal se proporcionan manualmente por un operador que identifica grupos de entidades que realizan una acción coordinada. También puede proporcionarse por el sistema usando la información del sensor para correlacionar el comportamiento de dos o más entidades sospechosas SE y asignarles un identificador de grupo.

10 **[0073]** En la etapa de determinación S40, se determina el nivel de amenaza de la entidad sospechosa SE usando los datos obtenidos.

[0074] En la etapa de determinación S40, los datos obtenidos se agregan utilizando posiblemente dos modelos de decisión. El primero es una integral de Choquet y el segundo es el modelo de Independencia de Aditivos Generalizados (GAI).

15 **[0075]** La integral de Choquet es una integral subaditiva o superaditiva creada por el matemático francés Gustave Choquet en 1953. Inicialmente se usó en mecánica estadística y la teoría del potencial, pero se abrió camino en la teoría de la decisión en la década de 1980, donde se usa como una forma de medir la utilidad esperada de un evento incierto. Se aplica específicamente a las funciones y capacidades de los miembros. En la teoría de la probabilidad imprecisa, la integral de Choquet también se utiliza para calcular la expectativa más baja inducida por una probabilidad inferior a 2 monótonos, o la expectativa superior inducida por una probabilidad superior de 2 alternos. La integral de Choquet se ha aplicado al análisis de decisiones de criterios múltiples en los años noventa. Su principal activo en este contexto es su capacidad para representar estrategias de decisión complejas tales como los criterios de veto, los criterios de favores, las sinergias entre los criterios y la redundancia entre los criterios, por citar algunos.

20

25

[0076] El modelo de Independencia de Aditivos Generalizados (GAI) se ha introducido por Peter C. Fishburn en 1967 como una generalización de la utilidad de los aditivos en la teoría de la utilidad de atributos múltiples. No recibió mucha atención en ese momento. Su importancia proviene de la comunidad de Inteligencia Artificial con el trabajo de F. Bacchus y A. Grove en 1995. Desde la década de 2000, este modelo es reconocido como un modelo relevante para representar las preferencias de una manera compacta (sin almacenar la utilidad para una alternativa potencial) pudiendo representar cualquier tipo de interacción entre los atributos.

30

[0077] Además o como alternativa, en la etapa de determinación S40, los datos obtenidos se agregan utilizando una integral de Choquet, un modelo GAI o una combinación de ambos.

35

[0078] Preferentemente, el modelo GAI se utiliza para obtener un ordenamiento (según el nivel de amenaza) entre los datos obtenidos en relación con algún punto de vista, por ejemplo, los criterios de cinemática. Después, la integral de Choquet se usa para agregar el resultado del modelo GAI con otros datos obtenidos, que representan otros puntos de vista.

40

[0079] Como ejemplo específico, en la etapa de determinación, se usan varios modelos simultáneamente, como se ilustra esquemáticamente en el diagrama de flujo de la figura 4.

45 **[0080]** Según el ejemplo de la figura 4, se utilizan cinco modelos: un primer modelo A, un segundo modelo A', un tercer modelo B, un cuarto modelo C y un quinto modelo D.

[0081] El primer modelo A tiene en cuenta criterios cinemáticos.

50 **[0082]** Según el ejemplo de la figura 4, el primer modelo A tiene en cuenta la velocidad de dicha entidad sospechosa SE, el ángulo de rumbo de dicha entidad sospechosa SE y el punto de abordaje más cercano de dicha entidad sospechosa SE.

[0083] El uso del primer modelo A es introducir nuevos parámetros cinemáticos a partir de los tres parámetros que se acaban de mencionar previamente, para integrar la experiencia en relación monotónica entre los parámetros de entrada y la evolución del nivel de amenaza.

[0084] El parámetro "CPA" que es un resultado del modelo A, básicamente indica que cuanto menor sea la distancia del punto de abordaje más cercano, mayor será el nivel de amenaza.

[0085] El parámetro "Ángulo de rumbo" que es un resultado del modelo A es

$$\frac{1+\cos(\theta)}{2},$$

5

donde θ es el ángulo de rumbo. Indica que el nivel de amenaza es mayor si la entidad sospechosa SE apunta hacia la entidad de referencia RE.

[0086] La monotonicidad con respecto al parámetro de velocidad media es un poco más complicada y se puede descomponer en dos criterios separados: el parámetro "Velocidad de entrada" y el parámetro "Velocidad de salida".

[0087] El parámetro "Velocidad de entrada" es un resultado del modelo A que expresa el hecho de que cuanto mayor es la velocidad, mayor es el nivel de amenaza, cuando dicha entidad sospechosa SE apunta hacia la entidad de referencia RE.

[0088] El parámetro "velocidad de salida" es un resultado del modelo A que expresa el hecho de que cuanto mayor es la velocidad, menor es el nivel de amenaza, cuando dicha entidad sospechosa SE apunta en dirección opuesta a la entidad de referencia RE.

20

[0089] En otras palabras, en términos generales, el modelo A transforma los parámetros cinemáticos básicos para facilitar su agregación en el modelo B.

[0090] El segundo modelo A' también tiene en cuenta los criterios de posición.

25

[0091] Según el ejemplo de la figura 4, el segundo modelo A' tiene en cuenta la distancia de dicha entidad sospechosa SE.

[0092] El uso del segundo modelo A' permite obtener datos cinemáticos adicionales relativos a la capa L1, L2, L3, L4 y L5 a los que pertenece y/o pertenecerá la entidad sospechosa SE, y también la distancia de dicha entidad sospechosa SE a los límites de la capa considerada.

30

[0093] El tercer modelo B realiza un tratamiento de cinemática cualitativo basado en los datos calculados por el primer modelo A y por el segundo modelo A', sobre los datos relativos a la capa, el cambio de capa, la distancia CPA, la velocidad de entrada y salida, y el ángulo de rumbo de dicha entidad sospechosa SE.

35

[0094] La función de nivel de amenaza se calibra a partir de instancias de entrenamiento (ejemplos de entidades sospechosas para las cuales se conocen los valores de los datos representativos) que son calificados por expertos (en términos de su nivel de amenaza).

40

[0095] El modelo B solo tiene como objetivo representar la parte cualitativa de las instancias de entrenamiento, es decir, el modelo B se aprende solo para clasificar las instancias de entrenamiento de manera correcta. En esta capa se utiliza un modelo GAI.

[0096] El cuarto modelo C lleva a cabo un tratamiento cinemático cuantitativo basado en los datos de salida del modelo B.

45

[0097] El modelo B no devuelve el nivel de amenaza correcto. El Modelo B devuelve en su lugar un nivel de amenaza que permite clasificar las entidades sospechosas SE de la manera correcta.

50

[0098] El modelo C se usa entonces para modificar la puntuación cualitativa en el modelo B para representar no solo los pedidos correctos sino también las tasas correctas de las instancias de entrenamiento. El modelo C es simplemente una función que toma como argumento el resultado del modelo B.

[0099] Los modelos A, B y C se centran solo en la parte cinemática de los parámetros. El resultado del modelo C es un nivel de amenaza que tiene en cuenta todos los parámetros relacionados con la cinemática de la entidad sospechosa SE.

55

[0100] El quinto modelo D determina el nivel de amenaza global en función de los datos de salida del modelo C, la peligrosidad de dicha entidad sospechosa SE, la identidad de la entidad sospechosa SE, la urgencia de la amenaza potencial representada por la entidad sospechosa SE y el impacto grupal de la pluralidad de entidades en la entidad sospechosa SE.

5

[0101] El modelo D devuelve un nivel de amenaza que integra todos los aspectos de la amenaza. Por lo tanto, es el nivel de amenaza global de dicha entidad sospechosa SE que se presenta al operador. Se utiliza una integral Choquet en la función de agregación del modelo D.

10 **[0102]** Según se explica según el diagrama de flujo de la figura 2, el procedimiento de evaluación tiene en cuenta múltiples criterios relevantes. Más precisamente, en el contexto descrito, la evaluación de amenazas se basa en un análisis de riesgo que utiliza los criterios para cada arma que un rastro tiene a bordo. Por ejemplo, se utilizan los siguientes criterios:

15 - Impacto grupal: este criterio evalúa el impacto de un grupo según el tamaño del grupo de la pluralidad de entidades y la posición de la capa del rastro. Una entidad sospechosa SE es más amenazante si pertenece a un grupo, todos los demás parámetros son iguales.

- Peligrosidad: este criterio evalúa el peor impacto que la entidad sospechosa SE puede producir en la entidad de referencia RE. Depende de los efectores a bordo de la entidad sospechosa SE.

20 - Urgencia: la urgencia agrega dos criterios complementarios: rangos de efector objetivo y el rango de efector de la entidad de referencia RE. El rango de efector objetivo expresa el tiempo (en segundos) antes de que la entidad sospechosa SE pueda comprometer la entidad de referencia RE. Se calcula utilizando el rango de armas objetivo; cuanto menor es este tiempo, mayor es la amenaza. El peso es mayor para dar prioridad a la capacidad de supervivencia de la nave. El rango de efector de la entidad de referencia RE expresa el tiempo (en segundos) antes de que la entidad de referencia pueda comprometer la entidad sospechosa SE. Se calcula utilizando la velocidad actual del rastro y la distancia a la capa de eliminación principal. Cuanto menor es este tiempo, mayor es la amenaza (captura de la falta de margen para tomar una decisión).

25 - Identidad: la identidad del rastro (amigo, hostil, etc.), pendiente se considera hostil. Hay un veto en este criterio: si el rastro es un amigo, el nivel de amenaza global es 0.

30 - Distancia CPA: si la distancia de CPA es 0, entonces la amenaza es máxima, el nivel de amenaza varía según la distancia.

- posición de la capa: el nivel de amenaza aumenta según la capa (por ejemplo, la capa de participación está asociada a una utilidad de 1, etc.). Puede refinarse usando la distancia entre la entidad sospechosa SE y la entidad de referencia RE. Cuanto menor sea la distancia, mayor será el nivel de amenaza.

35 - cambio en la posición de la capa: si el número de capa disminuye, el barco objetivo se está acercando a la entidad de referencia RE, por lo que su nivel de amenaza es máximo.

- dirección de la velocidad: este criterio captura la velocidad según el ángulo de rumbo. Si la entidad SE sospechosa no se dirige a la entidad de referencia RE, la velocidad tiene un valor negativo, de lo contrario tiene un valor positivo.

40 - ángulo de rumbo: indica la dirección del vector de velocidad de la entidad sospechosa SE con respecto a la posición de la entidad de referencia RE.

[0103] Por lo tanto, se pueden obtener datos fiables relativos al nivel de amenaza de al menos una entidad entre una pluralidad de entidades en un entorno de campo de batalla.

45 **[0104]** Esto permite proporcionar a un operador una herramienta fiable de apoyo a la decisión, ya que evaluar la amenaza es el primer paso para decidir un plan de participación.

[0105] Otra operación del sistema 10 se describe ahora en referencia al diagrama de flujo de la figura 5, que ilustra un ejemplo de realización de un procedimiento para determinar acciones tácticas para proteger la entidad de referencia RE con respecto a una pluralidad de entidades en un entorno de campo de batalla.

[0106] El procedimiento para determinar comprende cuatro etapas: una etapa de segmentación S110, una etapa de asociación S120, una etapa de obtención S130, una etapa de provisión S140 y una etapa de cálculo S140.

55 **[0107]** Las mismas observaciones realizadas para la etapa de segmentación S10 para el procedimiento de evaluación se aplican a la etapa de segmentación S110 del procedimiento de determinación.

[0108] En la etapa de asociación S120, cada capa L1, L2, L3, L4 y L5 está asociada a sistemas disuasivos actuables. Como se explicó anteriormente, cinco capas se consideran un ejemplo, entendiéndose que se puede

considerar otro número de capas.

[0109] Por ejemplo, los sistemas de disuasión actuables son una pistola, un dispositivo acústico de largo alcance (también conocido con el acrónimo LRAD), una radio, un láser adaptado para emitir focos intimidantes y/o para deslumbrar a una entidad sospechosa SE, una radio o una bocina.

[0110] Las mismas observaciones realizadas para la etapa de segmentación S120 para el procedimiento de determinación se aplican a la etapa de asociación S120 del procedimiento de determinación.

10 **[0111]** En la etapa de obtención S130, se obtienen los datos representativos de la probabilidad, para cada sistema disuasorio, de que el sistema disuasivo considerado disuade una entidad sospechosa SE en la capa asociada L1, L2, L3, L4 y L5.

[0112] Dichas probabilidades se denominan probabilidades de impacto.

15

[0113] Según una realización, las probabilidades de impacto son funciones definidas por expertos que actúan como estimadores de la probabilidad de que un arma o efector dado alcance su objetivo y/o tenga el efecto deseado. A partir de ahora, simplemente combina la eficacia de las armas individuales disminuyendo con el alcance (probabilidades de impacto *stricto sensu*) junto con el ángulo de disparo máximo permitido para formar probabilidades de impacto "completas". En otros términos, si un rastro está situado fuera del "cono" de disparo del arma, incluso dentro del rango de disparo, la probabilidad de impacto "completo" será 0. De lo contrario, tendrá una probabilidad de punto flotante, entre 0 (bajo) y 1 (alto) disminuyendo con el rango, llegando eventualmente a 0 si la posición del rastro excede el rango máximo de disparo. En términos pragmáticos, elegir una acción con una probabilidad de impacto alta es bueno porque existe una gran posibilidad de que el arma o el efector correspondiente alcance el rastro objetivo principal, lo que disminuye el nivel general de amenaza implícita de la entidad sospechosa SE.

[0114] Según otra realización, las probabilidades de impacto también dependen de la naturaleza de la entidad sospechosa SE.

30

[0115] La naturaleza está vinculada a la categoría a la que pertenece la entidad sospechosa SE. Por ejemplo, la categoría es un avión no tripulado, una lancha rápida, un bote patrulla rápido o un jetski.

[0116] Aplicado a las probabilidades de impacto, esto significa notablemente que el arma puede tener una probabilidad de impacto mayor en un bote pequeño que en un bote alto. En tal contexto, la probabilidad de impacto se debe interpretar más bien como una probabilidad de éxito que como una probabilidad de impacto pura. En esta memoria descriptiva, la expresión "probabilidad de impacto" incluye ambos significados.

[0117] En la etapa de obtención S130, se obtienen datos representativos de la naturaleza de la entidad sospechosa SE.

[0118] Como alternativa, en la etapa de obtención S130, se obtienen datos representativos del consumo del sistema disuasorio considerado.

45 **[0119]** Las mismas observaciones realizadas para la etapa de obtención S30 para el procedimiento de evaluación también pueden aplicarse para la etapa de obtención S130 del procedimiento de determinación.

[0120] En la etapa de provisión S140, para cada entidad, se proporciona el nivel de amenaza de dicha entidad sospechosa SE.

50

[0121] Tal etapa de provisión S140 se puede llevar a cabo realizando el procedimiento de evaluación ilustrado por el diagrama de flujo de la figura 2.

[0122] En la etapa de cálculo S150, se calcula una función de coste C para determinar los sistemas disuasorios que se van a comprometer por la entidad de referencia RE para representar la función de coste C extrema. Por esta oración, debe entenderse que existe una función de coste C, que esta función de coste C se evalúa para varios puntos de evaluación, y que parte de las etapas de cálculo da como resultado una navegación de un punto de evaluación a otro punto de evaluación.

- 5 **[0123]** Además, debe observarse que el significado de la función de coste C se interpreta de manera amplia. Generalmente, se hace una diferencia entre una función de coste y una función objetivo según el objetivo, representando el máximo o el mínimo. En esta invención, una función de coste C debe entenderse como que significa una función de coste de una manera restringida o una función objetivo.
- [0124]** La función de coste C es una función que depende del nivel de amenaza proporcionado y los datos obtenidos.
- 10 **[0125]** Según una realización específica, la función de costo de un plan de participación en la etapa de cálculo S150 es la suma sobre todas las entidades sospechosas SE del producto del nivel de amenaza de la entidad sospechosa SE por la probabilidad de impacto a esa entidad sospechosa SE con el efector asignado a esta entidad sospechosa SE en el plan de participación.
- 15 **[0126]** El cálculo de la función de coste C puede dar como resultado rendimientos máximos, flujos de vehículos, cobertura o impacto.
- [0127]** El cálculo de la función de coste C también puede dar como resultado costes mínimos, retrasos o consumo de combustible.
- 20 **[0128]** Para determinar un máximo o un mínimo para la función de coste C, se puede usar una enumeración de árbol exhaustiva de cada acción táctica.
- [0129]** Como alternativa, se pueden usar heurísticas ambiciosas para obtener rápidamente un extremo para la función de coste C.
- 25 **[0130]** Según una realización específica, en la etapa de cálculo S150, la función de coste C también depende de las políticas de participación impuestas.
- 30 **[0131]** Por ejemplo, una pistola solo se puede usar en la segunda capa L2 mientras que, en la tercera capa L3, se deben usar los dispositivos acústicos de largo alcance y el láser en una configuración deslumbrante. En la cuarta capa, se puede considerar el uso de efectores basados en sonido de difusión leve, tales como la bocina que emite un fuerte ruido disuasorio o los mensajes de advertencia de radio dirigidos a las entidades sospechosas SE. Estas políticas de participación impuestas aseguran una respuesta gradual al nivel de amenaza de una entidad sospechosa SE.
- 35 **[0132]** Gracias a la invención, se pueden obtener datos confiables para ayudar a construir un buen plan de participación.
- 40 **[0133]** Esto permite proporcionar a un operador una herramienta fiable de apoyo a la decisión.
- [0134]** El procedimiento de evaluación y el procedimiento de determinación pueden realizarse mediante un sistema de apoyo a la decisión 200 como se representa en la figura 6.
- 45 **[0135]** El sistema de apoyo a la decisión 200 comprende una unidad de obtención 202 y una calculadora 204.
- [0136]** La unidad de obtención 202 está adaptada para obtener datos representativos de una posición de dicha entidad SE con respecto a las capas L1, L2, L3, L4 y L5 del entorno de campo de batalla.
- 50 **[0137]** La unidad de obtención 202 es una unidad adaptada para obtener datos representativos de la probabilidad, para cada sistema disuasorio, de que el sistema disuasivo considerado disuada una entidad sospechosa SE en una capa L1, L2, L3, L4 y L5.
- [0138]** La calculadora 204 está adaptada para segmentar el entorno de campo de batalla en una pluralidad de capas L1, L2, L3, L4 y L5.
- 55 **[0139]** La calculadora 204 se adapta además para determinar el nivel de amenaza de dicha entidad sospechosa SE utilizando los datos obtenidos.
- [0140]** La calculadora 204 también está adaptada para asociar sistemas de disuasión actuables con cada

capa L1, L2, L3, L4 y L5, para proporcionar, para cada entidad sospechosa SE, el nivel de amenaza de dicha entidad sospechosa SE, y calcular la función de coste C para determinar los sistemas de disuasión a comprometer por la entidad de referencia RE para representar en extremo la función de coste C, siendo la función de coste C una función que depende del nivel de amenaza proporcionado y los datos obtenidos.

5

[0141] En dicha realización, la combinación de la unidad de obtención 202 y la calculadora 204 es un sistema para determinar acciones tácticas para proteger la entidad de referencia RE con respecto a una pluralidad de entidades en un entorno de campo de batalla, y un sistema para evaluar el nivel de amenaza de al menos una entidad sospechosa SE entre una pluralidad de entidades en un entorno de campo de batalla.

10

[0142] Además, el sistema de apoyo a la decisión 200 está adaptado para realizar un procedimiento de apoyo a la decisión que comprende las etapas de realizar el procedimiento para evaluar y generar recomendaciones tácticas en asociación con dicha entidad sospechosa SE dependiendo del nivel determinado de amenaza.

15 **[0143]**

Además, dicho sistema de apoyo a la decisión 200 está adaptado para realizar un procedimiento de apoyo a la decisión, comprendiendo el procedimiento de apoyo a la decisión las etapas de realizar el procedimiento para determinar y generar recomendaciones tácticas en asociación con los sistemas disuasorios determinados que se deben acatar.

20 **[0144]**

En cada realización, parece que la invención se dirige a la protección de buques de la marina en zonas de piratería. En tales zonas, los piratas o las naves enemigas a veces lanzan ataques en enjambre contra embarcaciones aliadas. Los buques militares aliados tienen la misión de proteger los buques civiles, en particular los comerciales. Para este fin, las capas de defensa se definen antes de la misión en función del rango de armas del enemigo en el peor de los casos y las reglas de participación asociadas se definen para indicar qué armas o efectores pueden usarse contra qué rastro del enemigo en particular. La invención descrita en la presente solicitud de patente tiene como objetivo resolver dos problemas computacionales en este contexto: realizar una evaluación de criterios múltiples del nivel de amenaza de la situación y obtener un plan de participación optimizado en consecuencia.

30 **[0145]**

La solución proporcionada puede aplicarse en otro contexto, por ejemplo, para la defensa de un sitio donde también se pueden definir capas físicas.

[0146]

Según una realización específica, se proporcionan varias amenazas $t_1, t_2, \dots, t_k, \dots$ (siendo k un número entero). El nivel de amenaza inicial para la amenaza t_k es $u(t_k)$. El nivel de amenaza inicial para la amenaza t_k mide la consecuencia de la realización del efecto de t_k en el buque de referencia RE, combinado con la probabilidad de que dicha amenaza t_k se dé cuenta de este efecto.

35

[0147]

Cada acción corresponde a una contramedida. Interesa el efecto de la acción (la contramedida). La probabilidad de que la amenaza t_k "reaccione positivamente" a la contramedida si esta acción se produce en t_k se representa como $P(+cm; t_k)$. El significado de la expresión "reaccionar positivamente" depende de la naturaleza de la acción. Como ilustración, se entiende que la amenaza se destruye o se neutraliza si la acción es una acción dura, que la amenaza se detiene si la acción es una acción de disuasión, y que la amenaza se va si la acción es una acción suave (bocina, para ejemplo).

40

45 **[0148]**

Entonces, el "nivel de amenaza después del plan de participación" para la amenaza t_k es, cuando se realiza una acción sobre la amenaza:

$$U(t_k | +cm) \times P(+cm; t_k) + U(t_k | -cm) \times P(-cm; t_k)$$

50 Donde:

- $U(t_k | +cm)$ es la utilidad de la amenaza t_k si la amenaza t_k reacciona positivamente a la acción cm (por definición, $0 \leq U(t_k | +cm) < U(t_k)$),

- $U(t_k | -cm)$ es la utilidad de la amenaza t_k si la amenaza reacciona negativamente a la acción cm (se encuentra $U(t_k | -cm) \geq U(t_k)$), y

55

- $P(+cm; t_k) + P(-cm; t_k) = 1$.

[0149]

Si no se realiza ninguna acción en la amenaza, su "nivel de amenaza después del plan de

participación" es igual a $U(t_k)$.

[0150] En una realización, el nivel de amenaza se actualiza después de calcular la planificación de participación óptima. En tal realización, el procedimiento de apoyo a la decisión se realiza de manera iterativa. Esto
5 significa que la capacidad de participación se utiliza en la etapa de determinación de la amenaza como se describe en el siguiente párrafo.

[0151] Para una entidad sospechosa SE en la que se produce una acción, el nivel de amenaza se obtiene como la adición de la utilidad de dicha entidad sospechosa SE si dicha entidad sospechosa SE reacciona
10 positivamente a la acción multiplicada por la probabilidad de que dicha entidad sospechosa SE reaccione positivamente, con la utilidad de dicha entidad sospechosa SE si dicha entidad sospechosa SE reacciona negativamente a la acción multiplicada por la probabilidad de que la entidad sospechosa SE reaccione negativamente. Si el plan de participación no produce ninguna acción para una entidad sospechosa SE, el nivel de
15 amenaza no se actualiza.

15

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para evaluar el nivel de amenaza de al menos una entidad (SE) entre una pluralidad de entidades en un entorno de campo de batalla, siendo evaluado el nivel de amenaza con respecto a una entidad de referencia (RE) a proteger, siendo el procedimiento realizado por un sistema de evaluación que comprende una calculadora (204) y una unidad de obtención (202), comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- segmentar el entorno del campo de batalla en una pluralidad de capas (L1, L2, L3, L4, L5), realizándose la etapa de segmentación por la calculadora (204),
- 10 - obtener datos representativos de una posición de dicha entidad (SE) con respecto a las capas (L1, L2, L3, L4, L5) del entorno del campo de batalla, obteniéndose la etapa para la obtención por la unidad de obtención (202), y
- determinar el nivel de amenaza de dicha entidad (SE) utilizando los datos obtenidos, y realizándose la etapa de determinación por la calculadora (204),
- 15 comprendiendo además el procedimiento una etapa para asociar al menos un parámetro geográfico con cada capa (L1, L2, L3, L4, L5), y comprendiendo dicho parámetro o parámetros el rango de distancia que delimita la capa (L1, L2, L3, L4, L5), estando dicho rango de distancia asociado con un rango de inicio y un rango final, estando el rango de distancia asociado con cada capa (L1, L2, L3, L4, L5) definido dinámicamente para cada entidad de la pluralidad de entidades que dependen de los criterios predefinidos, realizándose la etapa de asociación por el sistema.
- 20
2. El procedimiento de evaluación según la reivindicación 1, en el que la etapa de asociación comprende además asociar con cada capa una categoría de acciones tácticas que pueden acatarse por la entidad de referencia (RE).
- 25 3. El procedimiento de evaluación según la reivindicación 1 o 2, en el que en la etapa de obtención, también se obtienen datos representativos del comportamiento de dicha entidad (SE), incluyendo los datos representativos del comportamiento datos relativos a la cinemática de dicha entidad (SE) y los datos representativos de la identidad de dicha entidad (SE) con relación a la entidad de referencia (RE).
- 30 4. El procedimiento de evaluación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que, en la etapa de obtención, también se obtienen datos representativos de la peligrosidad de dicha entidad (SE).
5. El procedimiento de evaluación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que, en la etapa de obtención, también se obtienen datos representativos de la urgencia de la amenaza potencial representada por dicha entidad (SE) y/o datos representativos de la capacidad de participar y disuadir o eliminar la amenaza potencial representada por dicha entidad (SE).
- 35
6. El procedimiento de evaluación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que, en la etapa de determinación, se aplica un algoritmo de aprendizaje automático.
- 40
7. El procedimiento de evaluación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que, en la etapa de determinación, los datos obtenidos se agregan utilizando una integral de Choquet y/o un modelo de independencia aditiva generalizada.
- 45 8. El procedimiento de evaluación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que las entidades y la entidad de referencia (RE) son buques.
9. Un procedimiento de apoyo a la decisión que comprende las etapas de:
- 50 - realizar un procedimiento para evaluar el nivel de amenaza de al menos una entidad (SE) entre una pluralidad de entidades en un entorno de campo de batalla según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8,
- generar recomendaciones tácticas en asociación con dicha entidad (SE) dependiendo del nivel determinado de amenaza.
- 55 10. El procedimiento de apoyo a la decisión según la reivindicación 9, en el que el procedimiento de apoyo a la decisión se realiza de forma iterativa.
11. Un programa informático que comprende instrucciones para realizar las etapas de un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 cuando dicho programa informático se ejecuta en un dispositivo

informático adecuado.

12. Un medio legible por ordenador que tiene codificado en el mismo un programa informático según la reivindicación 11.

5

13. Un sistema para evaluar el nivel de amenaza de al menos una entidad (SE) entre una pluralidad de entidades en un entorno de campo de batalla, siendo evaluado el nivel de amenaza con respecto a una entidad de referencia (RE) a proteger, comprendiendo el sistema:

10 - una calculadora (204) adaptada para segmentar el entorno de campo de batalla en una pluralidad de capas (L1, L2, L3, L4, L5), y

- una unidad de obtención (202) adaptada para obtener datos representativos de una posición de dicha entidad (SE) con respecto a las capas (L1, L2, L3, L4, L5) del entorno de campo de batalla,

15 estando la calculadora (204) adaptada además para determinar el nivel de amenaza de dicha entidad (SE) usando los datos obtenidos y estando el sistema adaptado además para asociar al menos un parámetro geográfico con cada capa (L1, L2, L3, L4, L5), y comprendiendo dicho parámetro o parámetros el rango de distancia que delimita la capa (L1, L2, L3, L4, L5), estando dicho rango de distancia asociado con un rango de inicio y un rango final, estando el rango de distancia asociado con cada capa (L1, L2, L3, L4, L5) definido dinámicamente para cada entidad de la pluralidad de entidades que dependen de los criterios predefinidos.

20

14. Un sistema de apoyo a la decisión que comprende un sistema para evaluar según la reivindicación 13, estando la calculadora (204) adaptada además para generar recomendaciones tácticas en asociación con dicha entidad (SE) dependiendo del nivel determinado de amenaza.

25

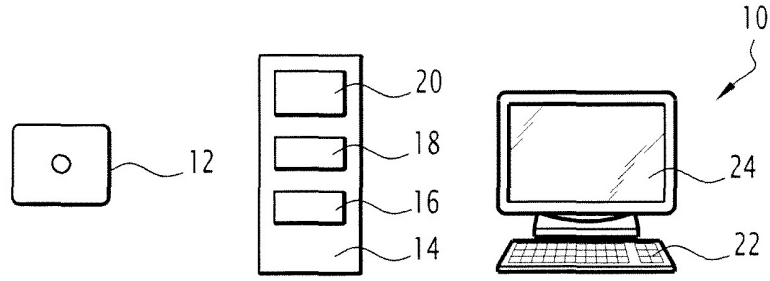


FIG.1

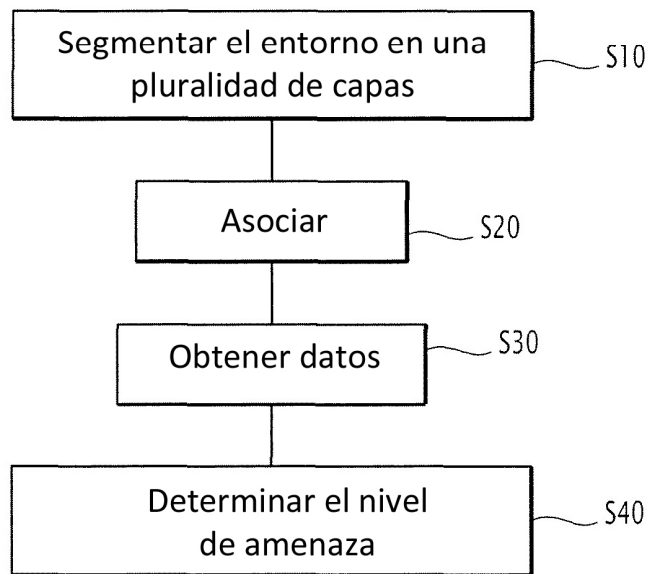
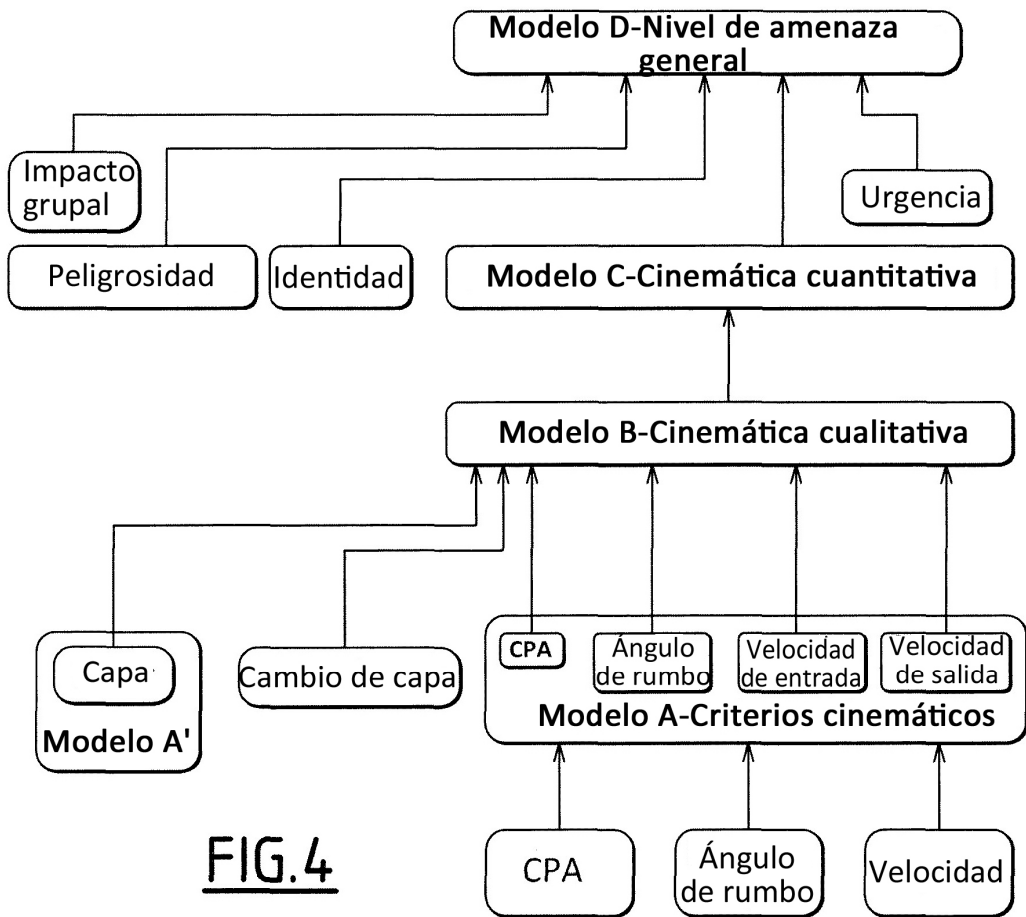
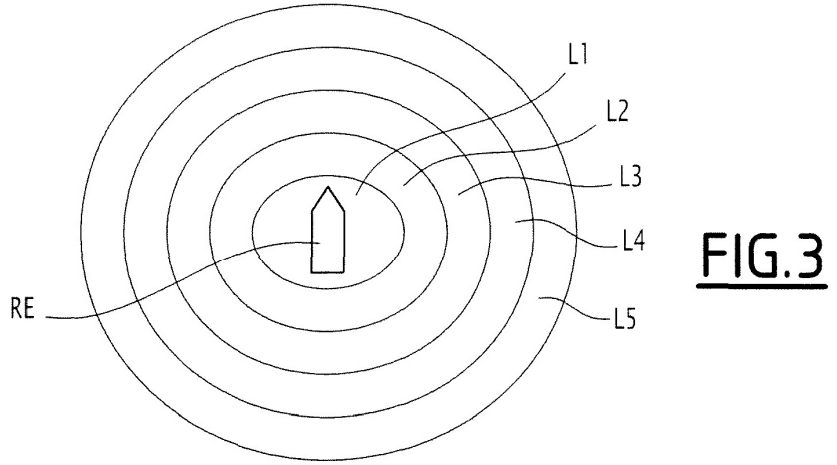


FIG.2



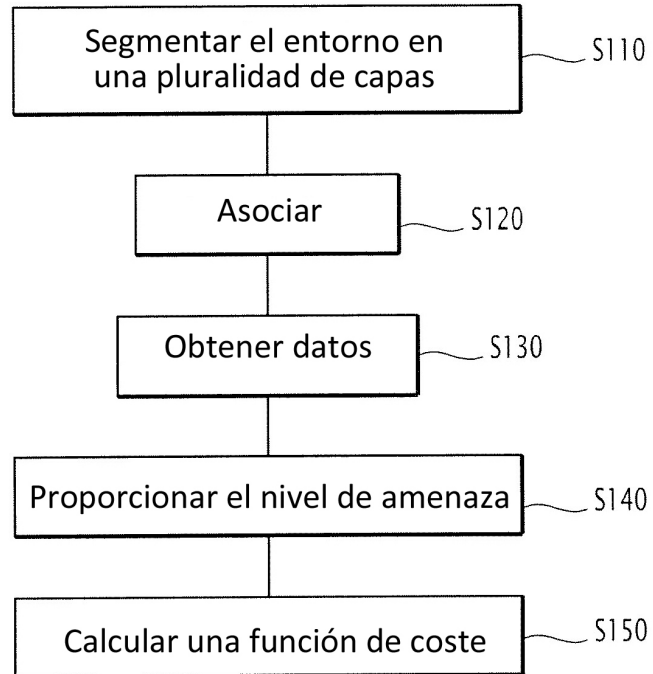


FIG.5

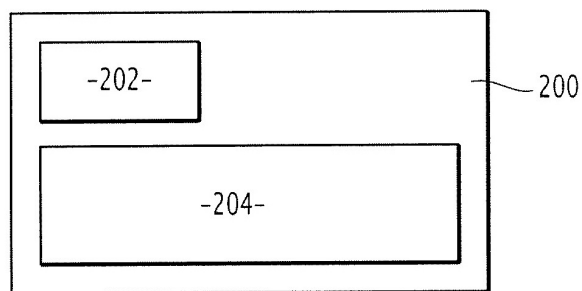


FIG.6