

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 769**

51 Int. Cl.:  
**G08G 5/00** (2006.01)  
**G01S 13/91** (2006.01)  
**G01S 13/72** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04105205 .1**  
96 Fecha de presentación: **21.10.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1585085**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.10.2005**

54 Título: **Procedimiento de compresión de datos, plataforma de cuadro integrado único distribuido y red para su uso**

30 Prioridad:  
**14.11.2003 NL 1024782**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**29.11.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**29.11.2012**

73 Titular/es:  
**THALES NEDERLAND B.V. (100.0%)  
ZUIDELIJKE HAVENWEG 40 P.O. BOX 42  
7550 GD HENGEL0, NL**

72 Inventor/es:  
**DE WAARD, HUUB**

74 Agente/Representante:  
**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 391 769 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 de compresión de datos, plataforma de cuadro integrado único distribuido y red para su uso

La presente invención se refiere a un procedimiento de un cuadro integrado único distribuido, una plataforma y una red para el seguimiento de objetos en movimiento. Más particularmente, esta invención está adaptada para crear y mantener un Cuadro Aéreo Integrado Único (SIAP) por cada una de las plataformas en la red distribuida.

Una red de una plataforma distribuida se asume que está disponible, equipada cada una con un nodo de procesamiento y varios sensores localizados conjuntamente o no conjuntamente. Cada una de las plataformas puede recibir información de las otras plataformas. El objetivo de cada plataforma en el sistema distribuido es reconstruir una copia idéntica del Cuadro Aéreo Integrado Único (SIAP) que contiene las trayectorias estimadas compuestas etiquetadas de forma unívoca de las diferentes aeronaves y misiles que están volando en el espacio aéreo cubierto por los diferentes sensores. Una trayectoria compuesta contiene información de medición local y la información recibida de otras plataformas.

Desde el fin de la Guerra Fría, las operaciones de mantenimiento de la paz se han convertido en la práctica internacional normal. Además, al mismo tiempo se ha producido una enorme proliferación de la tecnología de armamento moderno. La consecuencia es que en las áreas de operaciones navales reales y futuras se espera que se desplieguen un gran número de objetivos de cautela. El resultado es que el tiempo de reacción disponible para una plataforma de defensa aérea única frente a una amenaza se ha reducido significativamente, dando como resultado un espacio de batalla limitado para interceptar esos objetivos. Para una fuerza especial el espacio de combate se puede aumentar de forma efectiva por la distribución de todos los sensores disponibles en base a la información de cada elemento. El resultado es un sistema de fusión de datos de las plataformas distribuidas donde cada plataforma tiene una visión completa del espacio de batalla cubierto por todos los sensores disponibles.

Una posible solución es un enfoque donde las diferentes plataformas intercambian todas las mediciones no filtradas. Cada participante crea el mismo cuadro del entorno hostil.

Siguiendo este principio, el sistema de la Capacidad de Combate Cooperativo se ha desarrollado para propósitos militares. La Capacidad de Combate Cooperativo (CEC) se describe en 'La Capacidad del Combate Cooperativo', de John Hopkins APL Technical Digest, Volumen 16, Número 4 (1995).

El sistema de la Capacidad de Combate Cooperativo (CEC) es un sistema distribuido de defensa aérea naval en el que cada plataforma contributiva distribuye todas las mediciones de los sensores sin elaborar desde los sistemas de sensores de a bordo para proporcionar a cada plataforma con la posibilidad de generar una copia idéntica del Cuadro del Aire Integrado Único (SIAP).

Una desventaja fundamental de esta solución es que cada una de las plataformas tiene que procesar todos los datos disponibles. En términos de tiempo de CPU, el coste puede ser muy alto. Posiblemente se produzcan retardos muy grandes con el resultado de que el cuadro compilado se retarda de forma inaceptable en comparación con los desarrollos hostiles en el mundo real. Además, también hay un riesgo de que se exceda el ancho de banda de los canales de comunicación disponibles lo que significa que la transmisión de las mediciones se puede retardar significativamente. Esto podría significar que no todas las plataformas en la fuerza especial puedan recuperar las mediciones recogidas en un cierto intervalo de tiempo al mismo tiempo, resultando diferentes cuadros compilados globales producidos por cada plataforma que pueden mostrar grandes variaciones en la precisión del seguimiento, continuidad y consistencia de las etiquetas. Por lo tanto, se influye en la disponibilidad oportuna del Cuadro Aéreo Integrado Único (SIAP).

En el sistema de Capacidad de Combate Cooperativo (CEC) donde se distribuyen y se procesan todas las mediciones sin elaborar por cada plataforma, los problemas son los siguientes:

1. No hay ninguna garantía de que cada plataforma produzca y mantenga la misma copia del Cuadro Aéreo Integrado Único (SIAP).
2. En los casos de pérdida de datos en la red, es posible que no se asignen las mismas etiquetas de trayectorias únicas a trayectorias que corresponden con la misma aeronave o misil;
3. El sistema está solo limitado en su escalabilidad hacia arriba por el número de plataformas / sensores.

La patente de los Estados Unidos N° 5.842.156 revela un enfoque multi-resolución y multi-tasa para detectar y seguir los objetivos, lo que tiene al menos algunos de los inconvenientes mencionados anteriormente.

Esta invención resuelve los inconvenientes mencionados anteriormente en primer lugar por la reducción dinámica y eventual compresión adicional de los datos en una medición artificial.

Un objeto de esta invención es un procedimiento de compresión de los datos adaptado para el sistema de seguimiento que comprende:

la recepción de los datos adquiridos localmente,

la predicción de la trayectoria a partir de estos datos adquiridos localmente,  
 el cálculo de trayectorias cortas a partir de estas trayectorias previstas localmente,  
 una reducción dinámica del cálculo y/o distribución de las trayectorias cortas.

5 La reducción dinámica podría comprender una actualización de las trayectorias cortas solo si la trayectoria prevista se desvía de un valor predeterminado de una trayectoria local estimada o si la precisión de la trayectoria prevista se hace mayor de un umbral de precisión predeterminado.

Otra realización de esta invención es el procedimiento de compresión de los datos anteriores que comprende un cálculo de medición artificial desde cada un de las trayectorias cortas, comprendiendo dicha trayectoria un vector y una matriz de covarianzas.

10 Un objeto adicional de esta invención es una plataforma de cuadro integrado único distribuido que comprende:

al menos un sensor localizado conjuntamente,  
 una unidad de recepción para recibir las trayectorias cortas desde otras plataformas, y  
 al menos un nodo de procesamiento que usa el procedimiento de compresión de datos anterior y la  
 15 generación del cuadro integrado único a partir de las trayectorias cortas recibidas y las mediciones de sensores.

Además, otro objeto de esta invención es una red de cuadro integrado único distribuido que comprende al menos dos de estas plataformas de cuadro integrado único distribuido.

la Figura 1, es una vista esquemática de la reducción dinámica del procedimiento de compresión de datos de acuerdo con la invención,  
 20 la Figura 2 es una vista esquemática de la medición artificial del procedimiento de compresión de datos de acuerdo con la invención.

En la solución propuesta de acuerdo con la invención, cada una de las plataformas tiene un nodo de procesamiento que puede recibir mediciones o trayectorias cortas desde otras plataformas. La trayectoria corta es una trayectoria para un objeto basada solo en las mediciones más recientes. De este modo, la trayectoria corta concentra varias mediciones.  
 25

Una trayectoria corta se calcula de tal modo que sus errores no se correlacionan con los errores de cualesquiera otros datos en el sistema para el mismo objetivo. De este modo, cada una de las trayectorias cortas es independiente de las otras trayectorias cortas calculadas resolviendo los problemas de correlación.

Además, las trayectorias cortas se pueden calcular para que se puedan procesar como una medición de un sensor real para producir una trayectoria, de modo que las trayectorias cortas recibidas se pueden usar directamente para formar la trayectoria compuesta.  
 30

Las trayectorias cortas ST se pueden calcular usando la tecnología extendida de filtros Kalman. El procesamiento se basa entonces en el Seguimiento de Hipótesis Múltiple como se describe en el documento 'Un nuevo concepto para la Fusión de Datos de la Fuerza Especial' escrito por H. W. de Waard y W. Elgersma publicado en los procedimientos del Procesamiento de Señales y Datos de Pequeños Objetivos de 2001.  
 35

Incluso, si por la transmisión de trayectos cortos, ya se reduce la ocupación de ancho de banda y/o el cálculo del sistema distribuido global en comparación con la completa distribución de mediciones de sensores no situados conjuntamente, esta reducción no es siempre suficiente.

40 La Figura 1 muestra la idea básica tras la reducción dinámica de las trayectorias cortas. En la figura se muestra la trayectoria local estimada ST en base a las mediciones del sensor de la plataforma local  $S_1 \dots S_n$  y la predicción de esta trayectoria P desde la última vez que se ha calculado una trayectoria corta ST.

Si el error estadístico  $e_s$  o el error sistemático  $e_a$  se hace mayor que los valores umbrales predeterminados, se calcula una nueva trayectoria corta ST y/o se distribuye. Se determina una medida de los errores estadísticos involucrados por la proporción de volúmenes del volumen previsto requerido y el volumen de precisión estimado (elipsoides en este ejemplo). Una medida de los errores sistemáticos involucrados se determina por la diferencia en la posición entre la trayectoria prevista y la trayectoria estimada en el espacio de estados.  
 45

Los puntos negros de la Figura 1 muestran una actualización local de la trayectoria en una plataforma. Para cada una de las trayectorias locales se calcula una predicción P desde la última vez que se ha calculado una trayectoria corta ST. Solo se calcula una nueva trayectoria corta y/o se distribuye si la predicción P se desvía demasiado de la trayectoria local estimada o si se hace demasiado imprecisa en comparación con umbrales prefijados.  
 50

La Figura 2 muestra la transformación de una trayectoria corta ST a una medición artificial AM. En nuestro ejemplo la trayectoria corta comprende un vector (posición, velocidad, aceleración) y una matriz de covarianzas que contiene la información de precisión. Esta matriz de covarianzas se usa para determinar un volumen que contiene las posiciones probables pero desconocidas del objetivo real expresado en coordenadas (Distancia (Range) R, Rumbo

(Baaring) B y Épsilon E en nuestro ejemplo). La dimensión de la matriz de covarianzas es N, N es igual a 9 en este ejemplo.

En la Figura 2, este volumen es un elipsoide. El volumen se aproxima por un volumen más simple (es decir, el definido por una matriz cuya dimensión K es menor que N), un cubo en ese ejemplo.

5 El volumen de aproximación se puede definir de modo que tiene una superficie que comprende los puntos mínimo y máximo (puntos negros de la Figura 1) del volumen a aproximar. La matriz de precisión  $K \times K$  se podría definir como una matriz con solo elementos distintos de cero sobre la diagonal (3 elementos distintos de cero en el caso de un cubo).

10 Debido al hecho de que se distribuye la medición artificial AM en lugar de las m mediciones asociadas usadas para calcular el trayecto corto, se reduce la cantidad de datos por un factor m. Con respecto a la distribución de las mediciones del sensor sin elaborar no correlacionadas, incluso para valores de m más bajos se produce una reducción significativa.

15 Debido a las dos etapas de la compresión de datos: la medición artificial y la reducción dinámica (sola o en combinación), la cantidad de información a distribuir es mucho menor en comparación con la situación en la que se distribuyen mediciones del sensor sin elaborar no correlacionadas.

Otra aplicación para el procedimiento de compilación del cuadro único distribuido puede ser la vigilancia de cualquier clase de espacio: no solo el espacio aéreo sino también sobre el mar o bajo el mar, o un espacio de tierra...

20 De forma más general, tal procedimiento de compilación del cuadro integrado único distribuido se puede usar para monitorizar un espacio por razones militares o civiles: gestión del espacio de combate, gestión del espacio de un aeropuerto, monitorización de costas para la gestión de un rescate, monitorización de la naturaleza (por ejemplo, sísmica) para la gestión del espacio de desalojo...

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un procedimiento de compresión de datos adaptado para la distribución de datos de medición de sensores a través de una red de plataformas, comprendiendo cada una de las plataformas un sistema para el seguimiento de objetivos a partir de las mediciones de sensores, comprendiendo cada uno de los sistemas de seguimiento:
- predicción de trayectorias (P) de objetivos a partir de los datos de mediciones adquiridas desde un sensor colocado, y;
  - cálculo de una trayectoria corta (ST) a partir de cada una de las trayectorias previstas, basándose la trayectoria corta solo en los datos de mediciones más recientes en la trayectoria, y;
  - 10 - distribución de trayectorias cortas a otras plataformas a través de la red;
- estando el procedimiento **caracterizado porque**:
- una trayectoria corta se actualiza y/o se distribuye solo si su trayectoria prevista se desvía más de un valor predeterminado a partir de una trayectoria local estimada, o;
  - 15 - una trayectoria corta se actualiza y/o se distribuye solo si la precisión de la trayectoria prevista se hace mayor de un umbral de precisión predeterminado.
2. El procedimiento de compresión de datos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** la actualización comprende el cálculo de una trayectoria corta a partir de la trayectoria prevista localmente.
- 20 3. El procedimiento de compresión de datos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** comprende un cálculo de la medición artificial a partir de cada una de las trayectorias cortas, comprendiendo dicha trayectoria corta un vector y una matriz de covarianzas.
- 25 4. El procedimiento de compresión de datos de acuerdo con la reivindicación anterior **caracterizado porque** el cálculo de la medición artificial comprende un cálculo de la posición probable en 3D de un objeto y una aproximación del volumen definido por la matriz de covarianzas por una matriz de precisión de 3x3 correspondiente a una aproximación de un cubo.
5. El procedimiento de compresión de datos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** la representación geométrica de la matriz de covarianzas es una elipse cuyo mínimo y máximo son puntos de la superficie del cubo definido por la matriz de precisión de 3x3.
- 30 6. El procedimiento de compresión de datos de acuerdo con la reivindicación anterior **caracterizado porque** la actualización comprende el cálculo de la medición artificial.
7. El procedimiento de compresión de datos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** la actualización comprende la distribución de la trayectoria corta o la medición artificial.
8. La plataforma del cuadro integrado distribuido único que comprende:
- 35 al menos un sensor localizado conjuntamente,
  - una unidad de recepción para recibir trayectorias cortas desde otras plataformas, y
  - al menos un nodo de procesamiento que usa el procedimiento de compresión de datos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, y que genera el cuadro integrado único a partir de las trayectorias cortas recibidas y las mediciones de los sensores.
- 40 9. La red del cuadro integrado distribuido único que comprende al menos dos de las plataformas del cuadro integrado distribuido único de acuerdo con la reivindicación anterior.

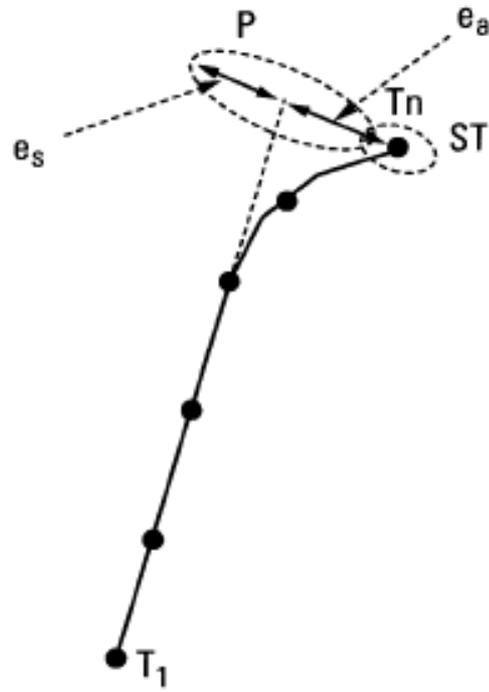


Fig. 1

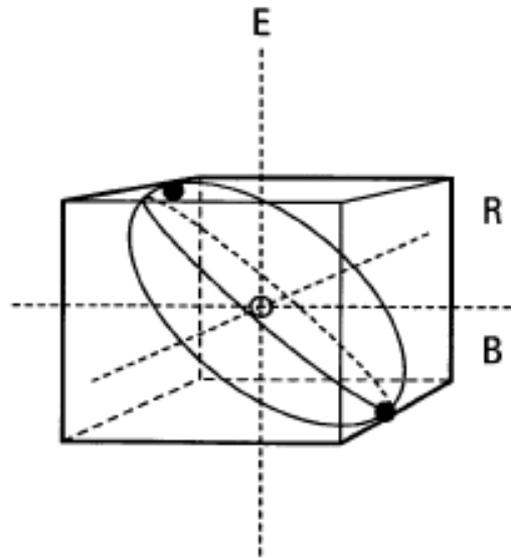


Fig. 2