

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 298**

51 Int. Cl.:
G08C 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10710684 .1**
96 Fecha de presentación: **03.02.2010**
97 Número de publicación de la solicitud: **2286397**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.02.2011**

54 Título: **CONTROL DE UN APARATO DE OBTENCIÓN DE IMÁGENES SOBRE UN ENLACE DE COMUNICACIÓN RETARDADA.**

30 Prioridad:
05.02.2009 IL 19692309

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
12.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
12.03.2012

73 Titular/es:
**Elbit Systems Ltd.
Science Industry Center (Matam) P.O. Box 539
31053 Haifa, IL**

72 Inventor/es:
**FLOHR, Myriam;
MEIDAN, Avi y
SHOSHAN, Yaniv**

74 Agente/Representante:
Campello Estebaranz, Reyes

ES 2 376 298 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

Control de un aparato de obtención de imágenes sobre un enlace de comunicación retardada.

Antecedentes

1. Campo técnico

5 La presente invención se refiere al campo del control a distancia, y más particularmente al control a distancia sobre un enlace de comunicación retardada por una pantalla de visualización.

2. Exposición de la técnica afín

Antes de exponer los antecedentes de la técnica afín, puede ser útil exponer definiciones de ciertos términos que se utilizarán más adelante en esta memoria.

10 El término "avión pilotado a distancia" (RPA) o "vehículo aéreo no tripulado" (UAV/RPA) como se utiliza en esta solicitud de patente, hace referencia a un avión que vuela sin un piloto humano. Un UAV/RPA puede controlarse a distancia o volar autónomamente basándose en planes de vuelo preprogramados o sistemas de automatización dinámicos más complejos. Los UAVs/RPAs se utilizan actualmente en numerosas funciones militares, con inclusión del reconocimiento. Se utilizan también los mismos en un número pequeño pero creciente de aplicaciones civiles
15 tales como la lucha contra el fuego cuando un observador humano correría riesgos, observación policial de disturbios civiles y escenas de crimen, y soporte de reconocimiento en desastres naturales.

El término "carga útil" como se utiliza en esta memoria en la presente solicitud, es la carga transportada por un UAV/RPA con exclusión de la necesaria para su operación. La carga útil puede comprender, entre otras cosas, un aparato de obtención de imágenes que proporciona al usuario del UAV/RPA una pantalla de visualización dinámica
20 (v.g. una secuencia de vídeo). La pantalla de visualización puede comprender un punto predefinido que corresponde al punto de señalamiento general de la carga útil. El punto de señalamiento puede estar indicado de una manera gráfica particular (v.g., una cruz) a fin de que el usuario esté informado de la dirección de señalamiento actual de la carga útil.

El término "transpondedor" como se utiliza en esta memoria en la presente solicitud, hace referencia a una unidad de retransmisión de comunicaciones, usualmente en la forma de un satélite de comunicación que permite la
25 comunicación a larga distancia entre el usuario y el UAV/RPA controlado a distancia.

El documento EP 0 148 704 describe un sistema de vigilancia que utiliza aviones sin piloto, equipados con una cámara de TV, que comunica con una estación terrestre provista de un monitor para observar la imagen de TV.

FIG. 1 es un diagrama esquemático de alto nivel que muestra un enlace de comunicación entre un usuario y un
30 vehículo aéreo no tripulado controlado a distancia (UAV/RPA). Un usuario (no representado) está en asociación operativa con una estación de control 10 que se encuentra en comunicación directa con un transpondedor tal como un satélite de comunicaciones 20. El satélite de comunicaciones 20 está en comunicación directa con el UAV/RPA 30 que lleva una carga útil tal como un aparato de obtención de imágenes 35. Entre el aparato de obtención de imágenes 35 y un objetivo potencial 40 existe una línea de visión directa. Durante la operación, el aparato de
35 obtención de imágenes 35 captura repetidamente imágenes que pueden contener un objetivo potencial 40. Estas imágenes son transmitidas al satélite de comunicaciones 20 que, a su vez, las transmite a la estación de control 10 proporcionando con ello al usuario una pantalla de visualización dinámica (v.g. secuencia de vídeo) asociada con la dirección de señalamiento del aparato de obtención de imágenes 35.

El control a distancia de un UAV/RPA por un transpondedor, como se ha expuesto arriba da usualmente como
40 resultado un retardo sustancial en el enlace de comunicación. El retardo está constituido por dos partes. La primera parte es un retardo tierra-espacio que es el retardo desde el momento en que un comando de control se da (y es transmitido) por el usuario hasta que el comando de control llega a la carga útil. La segunda parte es un retardo espacio-tierra que es un retardo desde el momento en que una imagen particular de la secuencia de vídeo es capturada hasta el momento en que la imagen particular llega al usuario.

45 Por consiguiente, el control de una carga útil en un UAV/RPA sobre un enlace de comunicación retardada puede plantear conflictos sustanciales para los usuarios de UAV/RPA. Muchas operaciones de UAV/RPA requieren que la carga útil esté apuntada directamente a objetivos identificados por el usuario observados en la pantalla de visualización.

Sumario breve

50 En las realizaciones de la presente invención, se proporciona un método a fin de permitir a un usuario controlar una dirección de señalamiento de un aparato de obtención de imágenes sobre un enlace de comunicación retardada. El método comprende: permitir al usuario el rastreo de un objetivo identificado por el usuario en una imagen presentada actualmente de imágenes transmitidas periódicamente por el aparato de obtención de imágenes; calcular una

5 distancia entre la localización estimada del objetivo identificado por el usuario teniendo en cuenta el rastreo automático del usuario y la localización estimada del punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes en dicho momento futuro, en donde la estimación se refiere a un momento futuro en el cual un comando de control transmitido actualmente por el usuario llega al aparato de obtención de imágenes; y calcular un comando de control requerido para dirigir el punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes sobre el objetivo identificado por el usuario, basándose en dicha distancia calculada y basándose adicionalmente en todos los comandos de control previos que habían sido ya transmitidos por el usuario pero no han afectado todavía a la imagen presentada actualmente debido al retardo en el enlace de comunicación.

10 De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un método implementado por computadora a fin de permitir que un usuario controle una dirección de señalamiento de un aparato de obtención de imágenes sobre un enlace de comunicación que exhibe un retardo tierra-espacio y un retardo espacio-tierra, por transmisión periódica de un comando de control para dirigir el aparato de obtención de imágenes, en donde el aparato de obtención de imágenes permite periódicamente al usuario una imagen, y en donde la imagen transmitida es presentada al usuario y contiene un punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes, comprendiendo el método: permitir al usuario rastrear un objetivo identificado por el usuario en una imagen presentada actualmente de las imágenes transmitidas periódicamente; estimar una localización del objetivo identificado por el usuario con vistas al rastreo automático por el usuario, en un momento futuro correspondiente al retardo tierra-espacio en donde el retardo tierra-espacio es el tiempo requerido para que un comando de control transmitido actualmente por el usuario llegue al aparato de obtención de imágenes; estimar una localización del punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes, en un momento futuro relacionado con el retardo tierra-espacio; calcular una distancia entre la localización estimada del objetivo identificado por el usuario y la localización estimada del punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes en dicho momento futuro; y calcular un comando de control requerido para dirigir espacialmente el punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes sobre el objetivo identificado por el usuario, basándose en dicha distancia calculada y teniendo en cuenta todos los comandos de control previos que habían sido ya transmitidos por el usuario pero no han afectado todavía a la imagen presentada actualmente.

Estos, adicionales, y/u otros aspectos y/o ventajas de la presente invención se exponen la descripción detallada que sigue; pueden deducirse de la descripción detallada; y/o pueden aprenderse por la práctica de la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

30 Para una mejor comprensión de la invención y para demostrar el modo en que la misma puede llevarse a la práctica, se hará referencia a continuación, simplemente a modo de ejemplo, a los dibujos que se adjuntan en los cuales los números iguales designan elementos o secciones correspondientes en todos los casos.

En los dibujos adjuntos:

FIG. 1 es un diagrama esquemático de alto nivel de un vehículo aéreo controlado a distancia (UAV/RPA) controlado por un satélite de acuerdo con la técnica existente;

35 FIG. 2 es un diagrama de flujo de alto nivel que muestra un aspecto del método de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;

FIG. 3 es un diagrama de tiempos que muestra un aspecto del método de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;

40 FIG. 4 es un diagrama esquemático de una pantalla de visualización de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;

FIG. 5 es un diagrama de tiempos que muestra un aspecto del método de acuerdo con algunas realizaciones de la invención; y

FIG. 6 y FIG. 7 muestran un diagrama de flujo de alto nivel que ilustra un aspecto de un método de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

45 Los dibujos, junto con la descripción detallada siguiente, exponen claramente a los expertos en la técnica el modo en que puede llevarse a la práctica la invención.

Descripción detallada

50 Haciendo ahora referencia específica a los dibujos en detalle, se subraya que las particularidades que se muestran tienen por objeto servir de ejemplo y se presentan únicamente para propósitos de exposición ilustrativa de las realizaciones preferidas de la presente invención únicamente, y se presentan a fin de proporcionar lo que se cree es la descripción más útil y más fácilmente comprensible de los principios y aspectos conceptuales de la invención. En este sentido, no se hace intento alguno de mostrar detalles estructurales de la invención con mayor detalle del que es necesario para una comprensión fundamental de la invención, ilustrando la descripción tomada junto con los

dibujos a los expertos en la técnica claramente de qué modo pueden llevarse a la práctica las varias formas de la invención.

5 Antes de explicar al menos una realización de la invención en detalle, debe entenderse que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y a la disposición de los componentes expuestos en la descripción siguiente o ilustrados en los dibujos. La invención es aplicable a otras realizaciones o puede ser practicada o llevada a cabo de diversas maneras. Asimismo, debe entenderse que la fraseología y terminología empleadas en esta memoria tienen por objeto propósitos descriptivos y no deben considerarse como limitantes.

10 La presente invención, en realizaciones de la misma, proporciona un método para permitir a un usuario controlar eficazmente un aparato de obtención de imágenes localizado a distancia sobre un enlace de comunicación que exhibe un retardo. Las realizaciones de la presente invención tienen en cuenta los retardos implicados en la computación de los comandos óptimos que precisan ser transmitidos en cualquier momento dado a fin de dirigir el dispositivo de obtención de imágenes sobre un objetivo identificado por el usuario. Además de una pantalla de visualización (v.g., una secuencia de vídeo que exhibe imágenes consecutivas) transmitida constantemente al usuario por el dispositivo de obtención de imágenes, se proporciona al usuario una interfaz que permite que él o ella rastreen automáticamente un objetivo que él o ella identifica en la pantalla de visualización. El rastreo automático del objetivo es utilizado luego por el método propuesto para estimar la localización y velocidad del objetivo identificado en una imagen presentada actualmente al usuario, en un momento futuro que corresponde al momento en que los comandos ejecutados por el usuario en el momento actual lleguen al aparato de obtención de imágenes. Junto con la estimación de la localización del punto de señalamiento del dispositivo de obtención de imágenes en el momento futuro mencionado anteriormente, el método propuesto puede calcular los comandos requeridos a fin de dirigir el aparato de obtención de imágenes sobre el objetivo. De acuerdo con realizaciones de la presente invención, los comandos calculados tienen en cuenta adicionalmente todos los comandos previos que habían sido transmitidos por el usuario pero no han afectado todavía a la imagen presentada actualmente al usuario.

25 FIG. 2 es un diagrama de flujo de alto nivel que muestra un aspecto del método de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. El diagrama de flujo muestra un método que permite a un usuario controlar una dirección espacial de un aparato de obtención de imágenes sobre un enlace de comunicación que exhibe un retardo tierra-aire y un retardo aire-tierra. El método comprende: transmitir periódicamente un comando de control para dirigir espacialmente el aparato de obtención de imágenes, en donde el aparato de obtención de imágenes transmite periódicamente al usuario una imagen, y en donde se presenta al usuario la imagen transmitida que contiene un punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes 210; permitir al usuario rastrear automáticamente un objetivo identificado por el usuario en una imagen presentada actualmente de las imágenes transmitidas periódicamente 220 en tiempo real; estimar una localización del objetivo identificado por el usuario con vistas al rastreo automático por el usuario y el comando de control que dirigía la imagen presentada, en un momento futuro correspondiente al retardo tierra-espacio, en donde el retardo tierra-espacio es un tiempo requerido para que un comando de control transmitido actualmente por el usuario llegue al aparato de obtención de imágenes 230; estimar una localización del punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes, en un momento futuro dependiente del retardo tierra-espacio 240; calcular una distancia entre localización del objetivo identificado por el usuario y la localización del punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes en dicho momento futuro 250; y calcular un comando de control requerido para dirigir espacialmente el punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes sobre el objetivo identificado por el usuario, basado en dicha distancia calculada y basado además en todos los comandos previos de control que habían sido ya transmitidos pero no han afectado todavía a la imagen presentada actualmente debido a los retardos espacio-tierra y tierra-espacio 260.

45 FIG. 3 es un diagrama de tiempos que muestra un aspecto del método de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. El diagrama de tiempos 300 muestra una escala de tiempos que exhibe periodos o ciclos de operación 1-14. En cada ciclo, se presenta al usuario una nueva imagen del aparato de obtención de imágenes y ulteriormente puede ser transmitido al aparato de obtención de imágenes un comando de control del usuario. Como se ha explicado arriba, debido al enlace de comunicación retardada existe una diferencia de tiempos entre la transmisión de un comando por el usuario 310 y la recepción del mismo por el aparato de obtención de imágenes 312. Este retardo se designa como el retardo tierra-espacio 320, 340. Existe también un retardo debido a la diferencia de tiempos entre la transmisión de la imagen por el aparato de obtención de imágenes 312 y la recepción del mismo por el usuario 314. Este retardo se designa como retardo espacio-tierra 340. Por razones de simplicidad, en el ejemplo arriba mencionado, la recepción del comando por el aparato de obtención de imágenes y la transmisión de una imagen por el aparato de obtención de imágenes ocurren al mismo tiempo.

55 Durante la operación, una imagen que es presentada actualmente al usuario en el tiempo $t = 10$ fue obtenida realmente por el aparato de obtención de imágenes y transmitida por el UAV/RPA en el tiempo $t = 4$. Adicionalmente, cualquier comando que es transmitido actualmente por el usuario en el tiempo $t = 10$ llegará sólo al aparato de obtención de imágenes en el tiempo $t = 13$. Las realizaciones de la presente invención superan estos dos tipos de retardos teniéndolos en cuenta mientras se calcula, para cualquier tiempo dado, el comando requerido para dirigir el punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes al objetivo identificado por el usuario.

Dado que durante el retardo tierra-espacio tanto el punto de señalamiento de aparato de obtención de imágenes como el objetivo identificado por el usuario cambiarán su posición, es necesario determinar a la vez su localización en el tiempo $t = 13$.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, la posición del punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes se determina fácilmente sumando todos los comandos previos que han sido transmitidos ya. Adicionalmente, la localización del objetivo identificado por el usuario puede estimarse calculando primeramente su velocidad momentánea y luego su velocidad media de acuerdo con la hipótesis de que su velocidad (un vector que incorpora velocidad y dirección) no cambia sustancialmente durante el retardo tierra-espacio. La velocidad momentánea se calcula comparando la localización tanto del objetivo identificado por el usuario como del punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes en una imagen presentada actualmente con su localización en una imagen presentada previamente (un periodo/ciclo anterior). De este modo puede calcularse también una velocidad media - varias velocidades momentáneas ponderadas para un periodo predefinido tales que el retardo total, tierra-espacio y espacio-tierra se sumen.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, la localización del objetivo identificado por el usuario se determina haciendo posible que el usuario lo rastree automáticamente de modo independiente. Por rastreo automático del objetivo con éxito, el usuario determina para cualquier momento dado y para cualquier imagen transmitida, la localización del objetivo identificado por el usuario. De este modo se hace posible el rastreo automático, proporcionando una interfaz gráfica de usuario como se explica más adelante.

FIG. 4 es un diagrama esquemático de una pantalla de visualización de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. La pantalla de visualización 400 comprende una imagen cambiante de modo dinámico, sobre una base de ciclo a ciclo (periodo a periodo). La pantalla de visualización 400 puede ser una secuencia de video que exhiba la imagen óptica tomada por el aparato de obtención de imágenes o cualquier otra tecnología de obtención de imágenes, con inclusión de radar, infrarrojos (IR) y análogas. La pantalla de visualización 400 presenta las imágenes tomadas por el aparato de obtención de imágenes que pueden contener un objetivo 420 identificable por el usuario. La pantalla de visualización 400 presenta también un punto de señalamiento que representa el punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes. Adicionalmente, de acuerdo con algunas realizaciones de la invención, se presenta también al usuario en la pantalla de visualización 400 un cursor de comando 430.

Durante la operación, el usuario puede mover el cursor de comando 430 hacia el objetivo identificado por el usuario 420. Por rastreo automático del objetivo 420 identificado por el usuario, el usuario determina la localización del objetivo identificado por el usuario 420 en cualquier imagen dada. Así, la localización del objetivo 420 identificado por un usuario en una imagen presentada actualmente puede utilizarse para estimar su localización futura en un momento correspondiente al momento actual más el retardo tierra-espacio. En el caso en que el objetivo 420 identificado por el usuario no se ha identificado automáticamente, las realizaciones de la presente invención permiten la determinación de la localización del objetivo 420 identificado por el usuario suponiendo que el usuario rastreará de modo satisfactorio el objetivo 420 identificado por el usuario utilizando el cursor de comando 430 después de un tiempo predefinido.

Alternativamente, la localización del objetivo identificado por el usuario puede determinarse de modo automático utilizando técnicas mecánicas de visión o por un rastreador externo. En estas realizaciones, el usuario puede ser capaz de proporcionar una indicación inicial solamente del objetivo después de identificarlo, dejando el rastreo real para el medio de rastreo automático mencionado anteriormente.

FIG. 5 es un diagrama de tiempos que muestra un aspecto del método de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. Análogamente a FIG. 3, el diagrama de tiempos 500 muestra una escala de tiempos que exhibe periodos o ciclos de operación 1-14. En cada ciclo, se presenta al usuario una nueva imagen del aparato de obtención de imágenes y adicionalmente, puede ser transmitido un comando de control del usuario al aparato de obtención de imágenes. Como se ha explicado arriba, debido al enlace de comunicación retardado existe una diferencia de tiempos entre la transmisión de un comando por el usuario 310 y la recepción del mismo por el aparato de obtención de imágenes 312. Este retardo se designa como el retardo tierra-espacio 320, 340. Existe también un retardo debido a la diferencia de tiempos entre la transmisión de la imagen por el aparato de obtención de imágenes 312 y la recepción de la misma por el usuario 314. Este retardo se designa como el retardo espacio-tierra 340. Por razones de simplicidad, en el ejemplo arriba mencionado, la recepción del comando por el aparato de obtención de imágenes y la transmisión de una imagen por el aparato de obtención de imágenes ocurren al mismo tiempo.

Dado que la imagen presentada actualmente corresponde a un tiempo $t = 10$ 510, la imagen presentada actualmente se obtuvo en realidad y se transmitió en el tiempo $t = 4$ y por consiguiente refleja únicamente el comando (en ejes X e Y) que ha sido transmitido en el tiempo $t = 1$. Esto es debido a que existe un retardo tierra-espacio 320 hasta que un comando transmitido llega al aparato de obtención de imágenes. Así, los comandos que han sido transmitidos en ciclos de tiempo $t = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,$ y 9 no afectarían a la imagen presentada actualmente del tiempo $t = 10$. Por tanto, mientras se calcula el comando requerido para ser transmitido en el tiempo $t = 10$, es preciso tener en consideración dos retardos. En primer lugar, se realiza una estimación de la distancia entre las localizaciones tanto del punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes como del objetivo identificado por el usuario en el

tiempo $t = 13$ (teniendo en cuenta el retardo tierra-espacio 340) teniendo en cuenta sus localizaciones respectivas en la imagen presentada actualmente del tiempo $t = 10$ y la velocidad del objetivo definida por el usuario. En segundo lugar, debe tenerse en cuenta una suma de todos los comandos previos que habían sido ya transmitidos pero no han afectado todavía a la imagen presentada actualmente.

- 5 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el cálculo de un comando de control requerido para dirigir el punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes va seguido por la transmisión del comando calculado al aparato de obtención de imágenes.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, cada imagen comprende un sistema de píxeles y en el cual la distancia se calcula por cálculo de la diferencia en la localización de los píxeles correspondientes.

- 10 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, las diferencias se calculan en términos angulares.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes se localiza en el centro de la imagen de la pantalla de visualización.

- 15 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, se consigue la posibilidad del usuario para rastrear un objetivo identificado por el usuario en una imagen presentada actualmente de las imágenes transmitidas periódicamente y se implementa mediante la presentación de un cursor de comando en la pantalla de visualización, en la cual el usuario puede mover el cursor de comando hacia el objetivo identificado por el usuario, rastreándolo por tanto.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, inicialmente, el cursor de comando está localizado en el punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes.

- 20 En el resto de la descripción, se representa en detalle una implementación potencial del método mencionado anteriormente, de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. El ejemplo descrito en esta memoria ilustra de una manera no limitante una posible implementación del mecanismo de estimación de la localización tanto del punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes como del objetivo identificado por el usuario en un momento que está precedido por un retardo tierra-espacio respecto al momento actual.

- 25 El algoritmo propuesto hace uso de la interfaz de usuario mencionada anteriormente de un indicador de comando que puede ser desplazado por el usuario en cualquier momento dado. El algoritmo comienza calculando la distancia entre la localización del cursor de comando y el punto de señalamiento en el tiempo actual t . El mismo pasa luego a medir la misma distancia en un ciclo (periodo) previo $t-1$ y calcula la diferencia entre la distancia de localización actual y la previa.

- 30 A continuación se estima la velocidad momentánea (por ciclo) del objetivo de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$\text{Velocidad} = \text{Comando}_{j,t-N} + \text{Diferencia}_{j,t} \quad (1)$$

- 35 en donde, en la fórmula (1) arriba mencionada, Velocidad es un vector que denota la velocidad del objetivo identificado por el usuario en el tiempo t para cada eje j (X e Y); Comando denota todos los comandos en cada eje j que fueron transmitidos en el tiempo $t-N$; en donde N es el retardo total (tierra-espacio y espacio-tierra sumados); y en donde Diferencia denota la diferencia entre la distancia entre las localizaciones del cursor de comando y el punto de señalamiento en el tiempo t y la distancia respectiva en el tiempo $t-1$.

A continuación, se calcula la velocidad media estimada por ciclo (periodo) para cada eje j de acuerdo con la fórmula siguiente:

40

$$\text{VelocidadEst}_{j,t} = \frac{\sum_{l=t-N}^t \text{Velocidad}_{j,l}}{N+1} \quad (2)$$

45

en donde, en la fórmula (2) arriba mencionada, VelocidadEst es un vector que denota la velocidad media estimada del objetivo identificado por el usuario en el tiempo t en cada eje j ; Velocidad es un vector que denota la velocidad del objetivo identificado por el usuario en el tiempo t , y N denota el número de ciclos utilizados para estimar la

velocidad media que se ha ajustado preferiblemente al número de ciclos en el retardo total (tierra-espacio y espacio-tierra sumados). La suma en la fórmula (2) se realiza para el número de ciclos utilizados para estimar la velocidad media que, como se ha indicado, está ajustada al número de ciclos en el retardo total.

5 A continuación, la localización estimada del objetivo en relación con la localización del punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes, en el momento $t = t + \text{tierra-espacio} - 1$ se calcula de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$PrevisiónDist_{j,t+\text{retardo tierra-espacio}-1} = Dist_{j,t} + VelocidadEst * (N - 1)$$

(3)

10 en donde, en la fórmula (3) arriba mencionada, PrevisiónDist es la distancia estimada entre el objetivo identificado por el usuario y el punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes en el momento en que el comando actual llega al aparato de obtención de imágenes, en donde Dist es la distancia actual entre el objetivo identificado por el usuario y el punto de señalamiento y VelocidadEst es un vector que denota la velocidad media estimulada del objetivo identificado por el usuario en el momento t en cada eje j.

A continuación, se calculan todos los comandos que habían sido ya transmitidos por el usuario y no han sido afectados todavía en la imagen presentada actualmente, de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$NoAfectadosTodavía_{j,t} = \sum_{l=t-N+1}^{t-1} Comando_{j,t}$$

(4)

15 en donde, en la fórmula (4) arriba mencionada, NoAfectadosTodavía denota una suma de todos los comandos que habían sido ya transmitidos y no han sido afectados todavía en la imagen presentada actualmente.

20 A continuación, se calcula la distancia estimada entre la localización estimada del punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes y la localización estimada del objetivo identificado por el usuario, en el momento $t + \text{tierra-espacio} - 1$ que representan un ciclo antes del momento en el que los comandos transmitidos actualmente llegan al aparato de obtención de imágenes, de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$DistTotPrevista_{j,t+\text{retardo tierra-espacio}-1} = DistPrevista_{j,t+\text{retardo tierra-espacio}-1} - NoAfectadosTodavía_{j,t}$$

(5)

25 en donde, en la fórmula (5) arriba mencionada, DistTotPrevista es una distancia estimada entre la localización estimada del punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes y la localización estimada del objetivo identificado por el usuario; DistPrevista es una distancia estimada entre el objetivo identificado por el usuario y el puntos de señalamiento del aparato de obtención de imágenes un ciclo antes del momento en el que el comando actual llega al aparato de obtención de imágenes; y NoAfectadosTodavía denota una suma de todos los comandos
30 que habían sido ya transmitidos por el usuario y no habían sido afectados todavía en la imagen presentada actualmente.

A continuación, el comando requerido para dirigir el aparato de obtención de imágenes hacia el objetivo identificado por el usuario en el tiempo t se calcula de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$Comando_{j,t} = VelocidadEst_{j,t} + \frac{DistTotPrevista_{j,t+\text{retardo tierra-espacio}-1}}{CiclosHastaAdelantamiento}$$

(6)

en donde, en la fórmula (6) arriba mencionada, $DistTotPrevista$ es la distancia estimada entre la localización estimada del punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes y la localización estimada del objetivo identificado por el usuario; $VelocidadEst$ es un vector que denota la velocidad media estimada del objetivo identificado por el usuario en el tiempo t en cada eje j ; y $CiclosHastaAdelantamiento$ es el número de ciclos que se fija para el cierre de la distancia entre la localización estimada del punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes y la localización estimada del objetivo identificado por el usuario.

FIG. 6 y Fig. 7 muestran un diagrama de flujo de alto nivel que ilustra una implementación del algoritmo arriba mencionado de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. El diagrama de flujo muestra un método implementado por computadora de controlar un aparato de obtención de imágenes sobre un enlace de comunicación retardado, por transmisión periódica de un comando de control al aparato de obtención de imágenes, y en el cual el método comprende: presentar a un usuario una pantalla de visualización asociada operativamente con imágenes obtenidas periódicamente por el aparato de obtención de imágenes, comprendiendo la pantalla de visualización una secuencia de imágenes, en la cual cada imagen está asociada con un ciclo particular, en donde cada imagen contiene un punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes, y un cursor de comando 600; permitir al usuario, en cada ciclo particular, dirigir el cursor de comando hacia un objetivo identificado por el usuario contenido en una imagen particular, rastreando de este modo automáticamente el objetivo identificado por el usuario 610; calcular, en cada ciclo particular, una primera distancia que muestra una distancia entre el cursor de comando y el indicador del punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes 620; calcular, en cada ciclo particular, una diferencia entre la primera distancia en el ciclo particular y la primera distancia en un ciclo previo 630; estimar, en cada ciclo particular, una velocidad del objetivo identificado por el usuario por adición de la diferencia calculada al comando de control transmitido en un ciclo que precede al ciclo particular por un retardo total que es el retardo requerido para que una comando transmitido afecte a una imagen presentada al usuario 640; calcular, en cada ciclo particular, un valor medio a lo largo de un tiempo predefinido, de la velocidad estimada del objetivo 650 identificado por el usuario; estimar, en cada ciclo particular, una segunda distancia entre la localización estimada del objetivo identificado por el usuario en un ciclo futuro, un ciclo antes que los comandos transmitidos lleguen al aparato de obtención de imágenes y la localización del punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes en el ciclo particular, por suma de la distancia entre el cursor de comando y el punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes en el ciclo particular, a la velocidad media del objetivo multiplicada por el retardo total -1, 660; sumar, en cada ciclo particular, todos los comandos previos que habían sido ya transmitidos pero que no han afectado todavía a la imagen presentada en el ciclo particular 670; calcular, en cada ciclo particular una tercera distancia entre la localización estimada del punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes y la localización estimada del objetivo identificado por el usuario en un ciclo futuro, un ciclo antes que los comandos transmitidos por el usuario lleguen al aparato de obtención de imágenes, por sustracción de la suma de todos los comandos previos de la segunda distancia 680; y calcular, en cada ciclo particular, un comando de control requerido para dirigir el dispositivo de obtención de imágenes al objetivo identificado por el usuario por adición de la velocidad media estimada del objetivo a la tercera distancia dividida por un tiempo predefinido ajustado para adelantar el objetivo identificado por el usuario 690.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el cálculo, en cada ciclo particular, de un comando de control requerido para dirigir el punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes va seguido por la transmisión del comando calculado al aparato de obtención de imágenes.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el cursor de comando está localizado inicialmente en el punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes está localizado en el centro de cada imagen.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, la velocidad y la distancia se calculan en términos angulares.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, la velocidad media estimada se pondera para el retardo total.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el tiempo definido ajustado para adelantar al objetivo identificado por el usuario se ajusta para el retardo total.

Ventajosamente, la presente invención está orientada al mercado de vehículos aéreos no tripulados (UAV/RPAs). Sin embargo, debe entenderse que la modificación necesaria puede realizarse con objeto de soportar cualquier tipo de control a distancia de un dispositivo que está equipado con un aparato de obtención de imágenes, a lo largo de un enlace de comunicación retardado, sea tripulado o no tripulado. Tales dispositivos pueden comprender, pero sin carácter limitante: armas controladas a distancia, dispositivos aeroespaciales, submarinos, vehículos de superficie y análogos afines.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, el método descrito puede ser implementado en circuitería electrónica digital, o en hardware de computadoras, microprogramación por cable, software, o en combinaciones de los mismos.

- Pueden utilizarse procesadores adecuados para implementar el método arriba mencionado. Generalmente, un procesador recibirá instrucciones y datos de una memoria de sólo lectura o una memoria de acceso aleatorio, o ambas. Los elementos esenciales de una computadora son un procesador para ejecutar instrucciones y una o más memorias para almacenar instrucciones y datos. Generalmente, una computadora incluirá también, o estará acoplada operativamente para comunicarse con, uno o más dispositivos de almacenamiento másico para almacenar archivos de datos. Los dispositivos de almacenamiento adecuados para incorporación tangible de instrucciones y datos de programas de computadora incluyen todas las formas de memoria no volátil, que incluyen, a modo de ejemplo, dispositivos de memoria de semiconductores, tales como EPROM, EEPROM, y dispositivos de memoria flash.
- 5
- 10 En la descripción anterior, una realización es un ejemplo o implementación de las invenciones. Las diversas apariciones de "una sola realización", "una realización" o "algunas realizaciones" no se refieren todas ellas necesariamente a las mismas realizaciones.
- Aunque diversas características de la invención pueden describirse en el contexto de una sola realización, las características pueden proporcionarse también por separado o en cualquier combinación adecuada. Inversamente, aunque la invención puede describirse en esta memoria en el contexto de realizaciones separadas por claridad, la invención puede implementarse también en una sola realización.
- 15
- La referencia en la memoria descriptiva a "algunas realizaciones", "una realización", "una sola realización" u "otras realizaciones", significa que un rasgo, estructura, o característica particular descritos en conexión con las realizaciones se incluye en al menos algunas realizaciones, pero no necesariamente en todas las realizaciones de la invención.
- 20
- Debe entenderse que la fraseología y terminología empleadas en esta memoria no deben interpretarse como limitantes y se utilizan únicamente para propósito descriptivo.
- Los principios y usos de la doctrina de la presente invención pueden comprenderse mejor con referencia a la descripción, figuras y ejemplos que se adjuntan.
- 25 Debe entenderse que los detalles indicados en esta memoria no constituyen una limitación a una aplicación de la invención.
- Adicionalmente, debe entenderse que la invención se puede llevar a cabo o puede practicarse de diversas maneras y que la invención puede implementarse en realizaciones distintas de las expuestas en la descripción anterior.
- 30 Debe entenderse que los términos "que incluye", "que comprende", "que consiste" y variantes gramaticales de los mismos no excluyen la adición de uno o más componentes, rasgos, pasos, o entidades o grupos de los mismos y que los términos deben interpretarse como especificación de componentes, rasgos, pasos o entidades.
- Si la memoria descriptiva o las reivindicaciones hacen referencia a un "elemento adicional", ello no excluye que exista más de uno de los elementos adicionales.
- 35 Debe entenderse que donde las reivindicaciones o la memoria descriptiva se refieren a "un" elemento o "uno" de los elementos, dicha referencia no debe interpretarse como que exista uno solo de dichos elementos.
- Debe entenderse que donde la memoria descriptiva estipula que un componente, rasgo, estructura, o característica "puede", "podría", "es capaz de" o "podría ser capaz de" incluirse, no es preciso que se incluya dicho componente, rasgo, estructura, o característica.
- 40 Siempre que sea aplicable, aunque pueden utilizarse diagramas de estado, diagramas de flujo o ambos para describir las realizaciones, la invención no está limitada a dichos diagramas o a las descripciones correspondientes. Por ejemplo, el flujo no precisa desplazarse a través de cada recuadro o estado ilustrado, o exactamente en el mismo orden que se ilustra y se describe.
- Los métodos de la presente invención pueden implementarse por realización o terminación de pasos o tareas seleccionados de modo manual, automático o por una combinación de ambos.
- 45 El término "método" puede hacer referencia a maneras, medios, técnicas y procedimientos para realización de una tarea dada con inclusión, pero sin carácter limitante, de aquellas maneras, medios, técnicas y procedimientos conocidos para, o desarrollados fácilmente a partir de maneras, medios, técnicas y procedimientos conocidos por los expertos en la técnica a la que pertenece la invención.
- 50 Las descripciones, ejemplos, métodos y materiales presentados en las reivindicaciones y la memoria descriptiva no deben interpretarse como limitantes sino más bien como meramente ilustrativos.

Los significados de los términos técnicos y científicos utilizados en esta memoria serán comprendidos comúnmente por una persona con experiencia ordinaria en la técnica a la que pertenece la invención, a no ser que se defina otra cosa.

5 La presente invención puede implementarse en el test o la práctica con métodos y materiales equivalentes o similares a los descritos en esta memoria.

10 Cualesquiera publicaciones, con inclusión de patentes, solicitudes de patente y artículos, citados como referencia o mencionados en esta memoria descriptiva se incorporan por la presente en su totalidad en la memoria descriptiva, con la misma extensión que si se indicara específica o individualmente que cada publicación individual se incorporara en ella. Adicionalmente, la cita o identificación de cualquier referencia en la descripción de algunas realizaciones de la invención no deben interpretarse como una admisión de que dicha referencia esté disponible como técnica anterior a la presente invención.

15 Si bien la invención se ha descrito con respecto a un número limitado de realizaciones, éstas no deben interpretarse como limitaciones del alcance de la invención, sino más bien como ejemplo de algunas de las realizaciones preferidas. Otras variaciones, modificaciones, y aplicaciones posibles están también dentro del alcance de la invención. De acuerdo con ello, el alcance de la invención no debería considerarse limitado por lo que se ha descrito hasta ahora, sino por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un método para dirigir espacialmente un aparato de obtención de imágenes (312) sobre un enlace de comunicación que exhibe un retardo tierra-espacio y un retardo espacio-tierra, por transmisión periódica de un comando de control para dirigir el aparato de obtención de imágenes, que se caracteriza porque en el mismo el aparato de obtención de imágenes transmite periódicamente al usuario una imagen, y porque en el mismo la imagen transmitida es presentada al usuario y contiene un punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes, comprendiendo el método:
- 5 permitir al usuario rastrear un objetivo identificado por el usuario (420) en una imagen presentada actualmente de las imágenes transmitidas periódicamente;
- 10 estimar una localización del objetivo identificado por el usuario basada en un rastreo por el usuario, en un momento futuro correspondiente al retardo tierra-espacio, en donde el retardo tierra-espacio es el tiempo requerido para que un comando de control transmitido actualmente por el usuario llegue al aparato de obtención de imágenes;
- estimar una localización del punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes, en un momento futuro correspondiente al retardo tierra-espacio;
- 15 calcular una distancia entre la localización estimada del objetivo identificado por el usuario y la localización estimada del punto de señalamiento en dicho momento futuro; y
- calcular un comando de control que dirigirá el punto de señalamiento sobre el objetivo identificado por el usuario, basándose en la distancia calculada y todos los comandos de control previos que han sido transmitidos al aparato de obtención de imágenes pero no han afectado todavía a la imagen presentada actualmente,
- 20 en donde al menos uno de los pasos de: presentación, estimación, y cálculo es realizado por al menos una computadora.
- 2.- El método de acuerdo con la reivindicación 1, que se caracteriza porque el mismo comprende adicionalmente transmitir el comando de control calculado al aparato de obtención de imágenes, después del cálculo del comando de control.
- 25 3.- El método de acuerdo con la reivindicación 1, que se caracteriza porque en el mismo cada imagen comprende un sistema de píxeles, y en donde las distancias se calculan por cálculo de diferencias en las localizaciones de píxeles correspondientes de imágenes sucesivas.
- 4.- El método de acuerdo con la reivindicación 1, que se caracteriza porque en el mismo las diferencias se calculan en términos angulares.
- 30 5.- El método de acuerdo con la reivindicación 1, que se caracteriza porque en el mismo el punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes está localizado en el centro de una imagen de una pantalla de visualización.
- 6.- El método de acuerdo con la reivindicación 1, que se caracteriza porque en el mismo la habilitación se implementa por recepción de una indicación inicial relativa a la posición del objetivo identificado por el usuario, y en el cual el rastreo se implementa automáticamente utilizando técnicas de visualización mecánicas.
- 35 7.- El método de acuerdo con la reivindicación 1, que se caracteriza porque en el mismo la habilitación se implementa por recepción de una indicación inicial relativa a la posición del objetivo identificado por el usuario, y en el cual el rastreo se implementa automáticamente utilizando un medio de rastreo externo.
- 8.- El método de acuerdo con la reivindicación 1, que se caracteriza porque en el mismo la habilitación se implementa por presentación de un cursor de comando en una pantalla de visualización, y en el cual el usuario puede mover el cursor de comando hacia el objetivo identificado por el usuario.
- 40 9.- El método de acuerdo con la reivindicación 8, que se caracteriza porque en el mismo, inicialmente, el cursor de comando está localizado en el punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes.
- 10.- Un sistema para dirigir espacialmente un aparato de obtención de imágenes (312) sobre un enlace de comunicación que exhibe un retardo tierra-espacio y un retardo espacio-tierra, por transmisión periódica de un comando de control para dirigir el aparato de obtención de imágenes, que se caracteriza porque en el mismo el aparato de obtención de imágenes transmite periódicamente al usuario una imagen, y en donde la imagen transmitida se presenta al usuario y contiene un punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes, comprendiendo el sistema:
- 45 una interfaz de usuario configurada para permitir al usuario rastrear un objetivo identificado por el usuario (420) sobre una imagen presentada actualmente de las imágenes transmitidas periódicamente; y
- 50 un procesador configurado para:

estimar una localización del objetivo identificado por el usuario basada en un rastreo por el usuario en la interfaz de usuario, en un momento futuro correspondiente al retardo tierra-espacio, en el cual el retardo tierra-espacio es un tiempo requerido para que un comando de control transmitido actualmente por el usuario llegue al aparato de obtención de imágenes;

- 5 estimar una localización de un punto de señalamiento del aparato de obtención de imágenes, en un momento futuro correspondiente al retardo tierra-espacio;

calcular una distancia entre la localización estimada del objetivo identificado por el usuario y localización estimada del punto de señalamiento en el momento futuro; y

- 10 calcular un comando de control que dirigirá el punto de señalamiento en el objetivo identificado por el usuario, basado en la distancia calculada y todos los comandos previos de control que han sido transmitidos al aparato de obtención de imágenes pero no han afectado todavía a la imagen presentada actualmente.

11.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 10, que se caracteriza porque el mismo comprende adicionalmente un modo de transmisión configurado para transmitir el comando de control calculado al aparato de obtención de imágenes, después del cálculo del comando de control.

- 15 12.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 10, que se caracteriza porque en el mismo cada imagen presentada a la interfaz de usuario comprende un sistema de píxeles, y en el cual las distancias se calculan por cálculo de las diferencias en localizaciones de píxeles correspondientes de imágenes sucesivas.

Referencias citadas en la descripción

5 Esta lista de referencias citadas por el solicitante es para comodidad del lector únicamente. No forma parte del documento de la patente europea. Aun cuando se tuvo gran cuidado al reunir las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la Oficina Europea de Patentes (EPO) declina toda responsabilidad a este respecto.

10 **Los documentos de patente citados en la descripción**

- EP 0148704 A [0006]

15

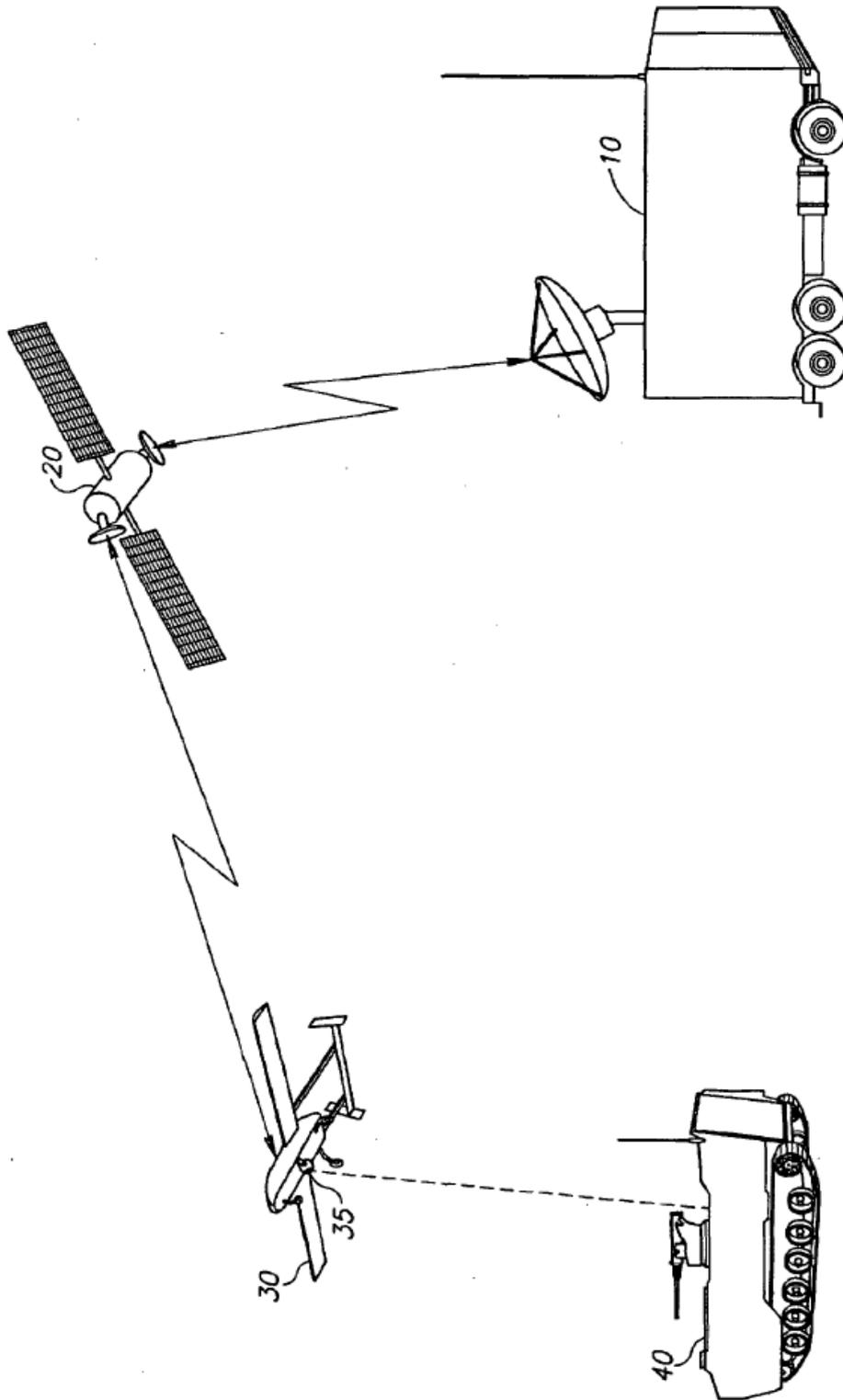


FIG. 1

(Técnica Anterior)

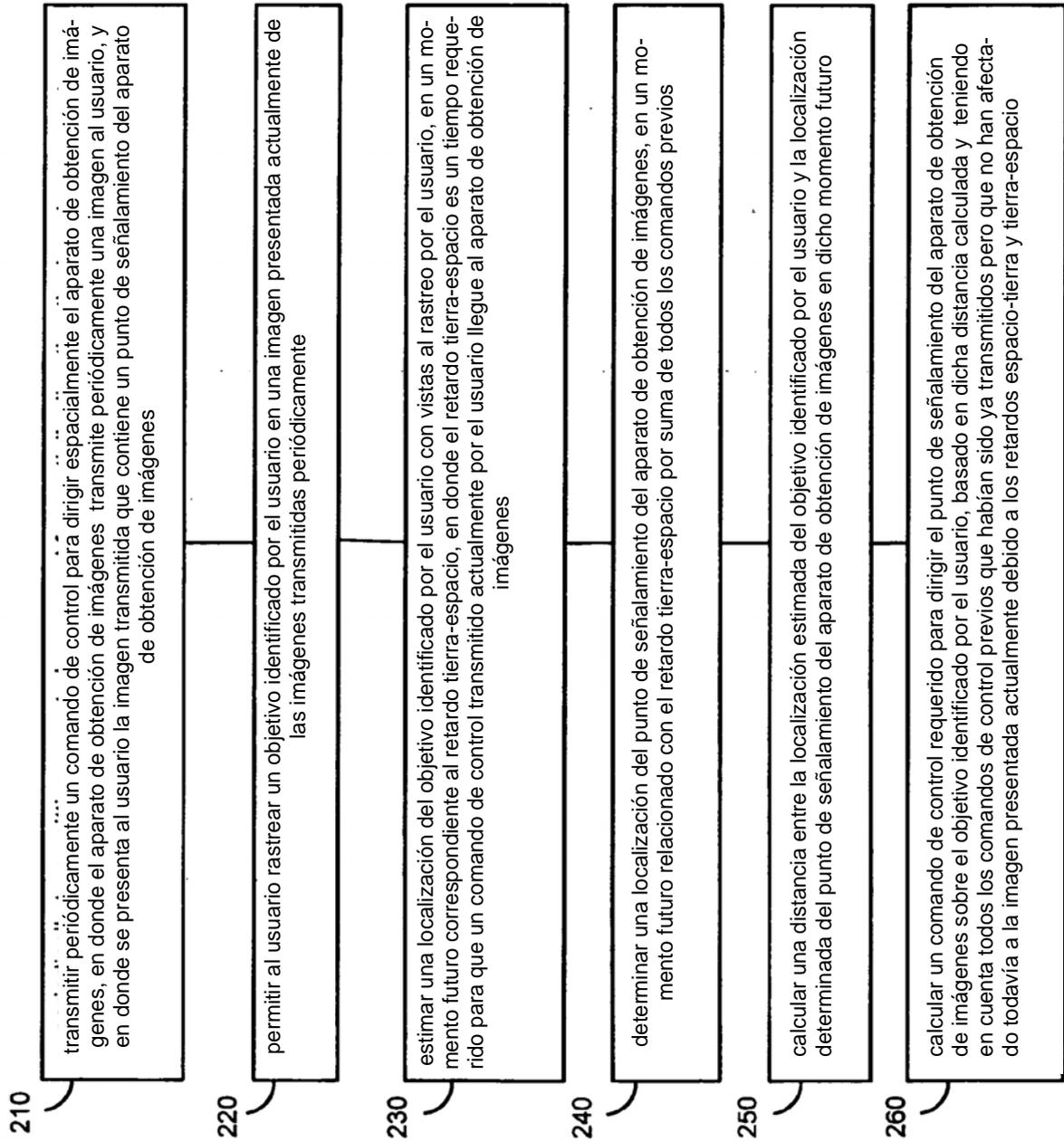


FIG. 2

300

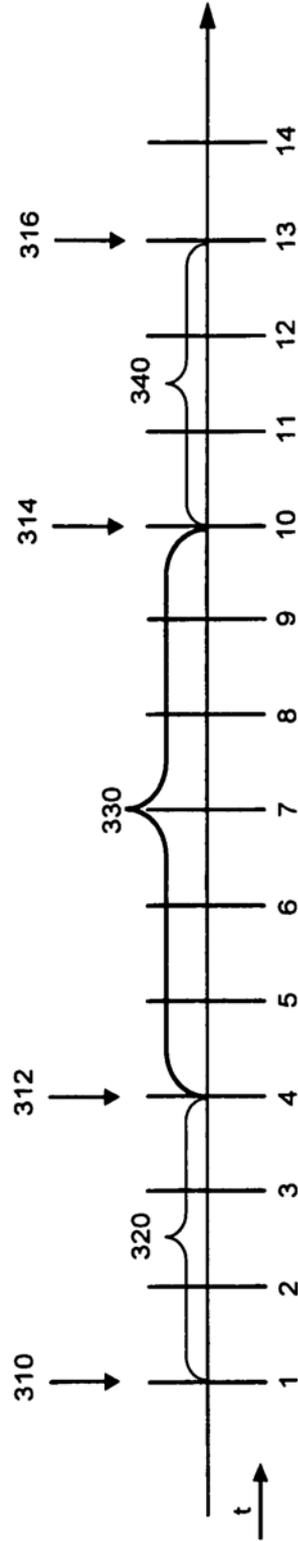


FIG. 3

400

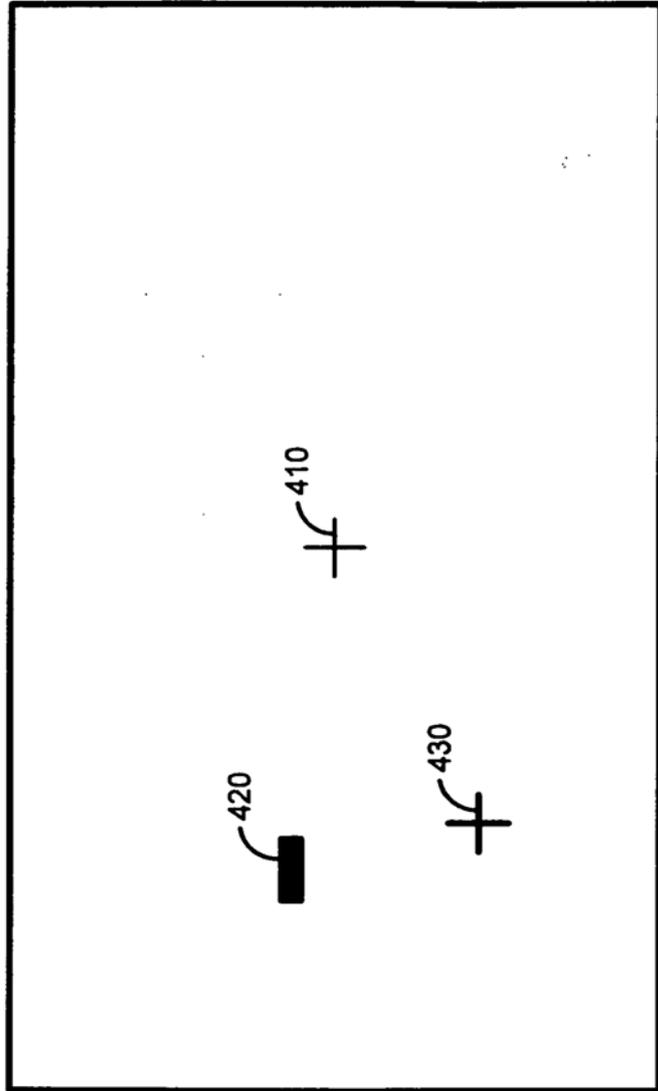


FIG. 4

500

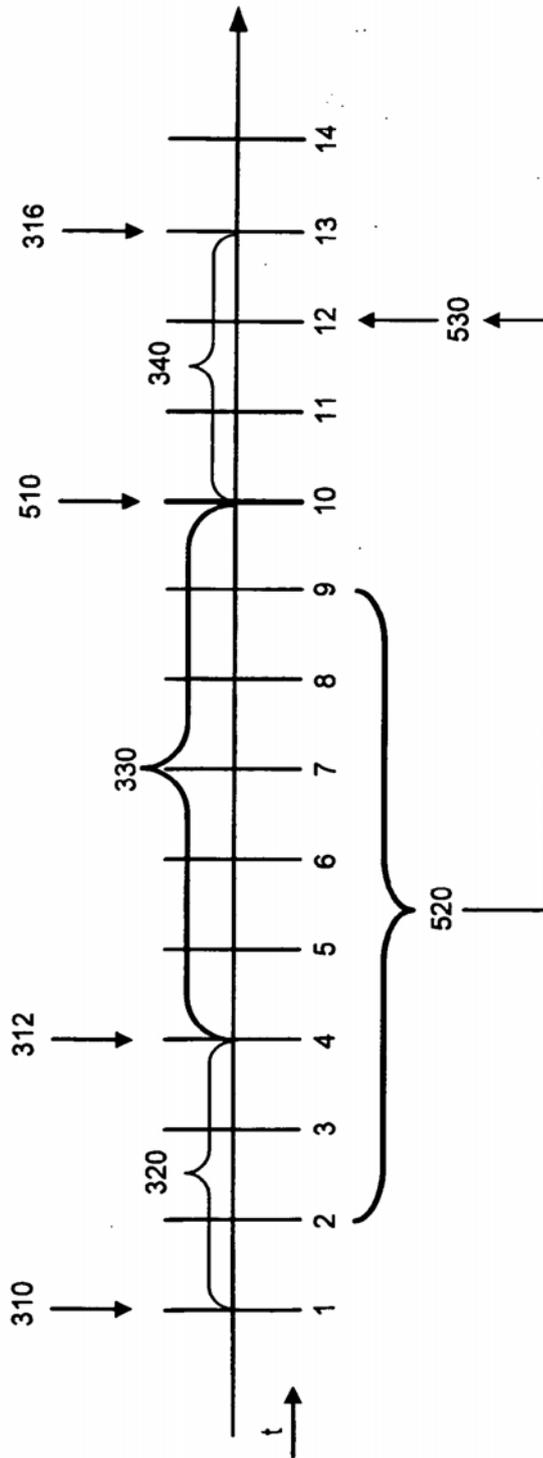


FIG. 5

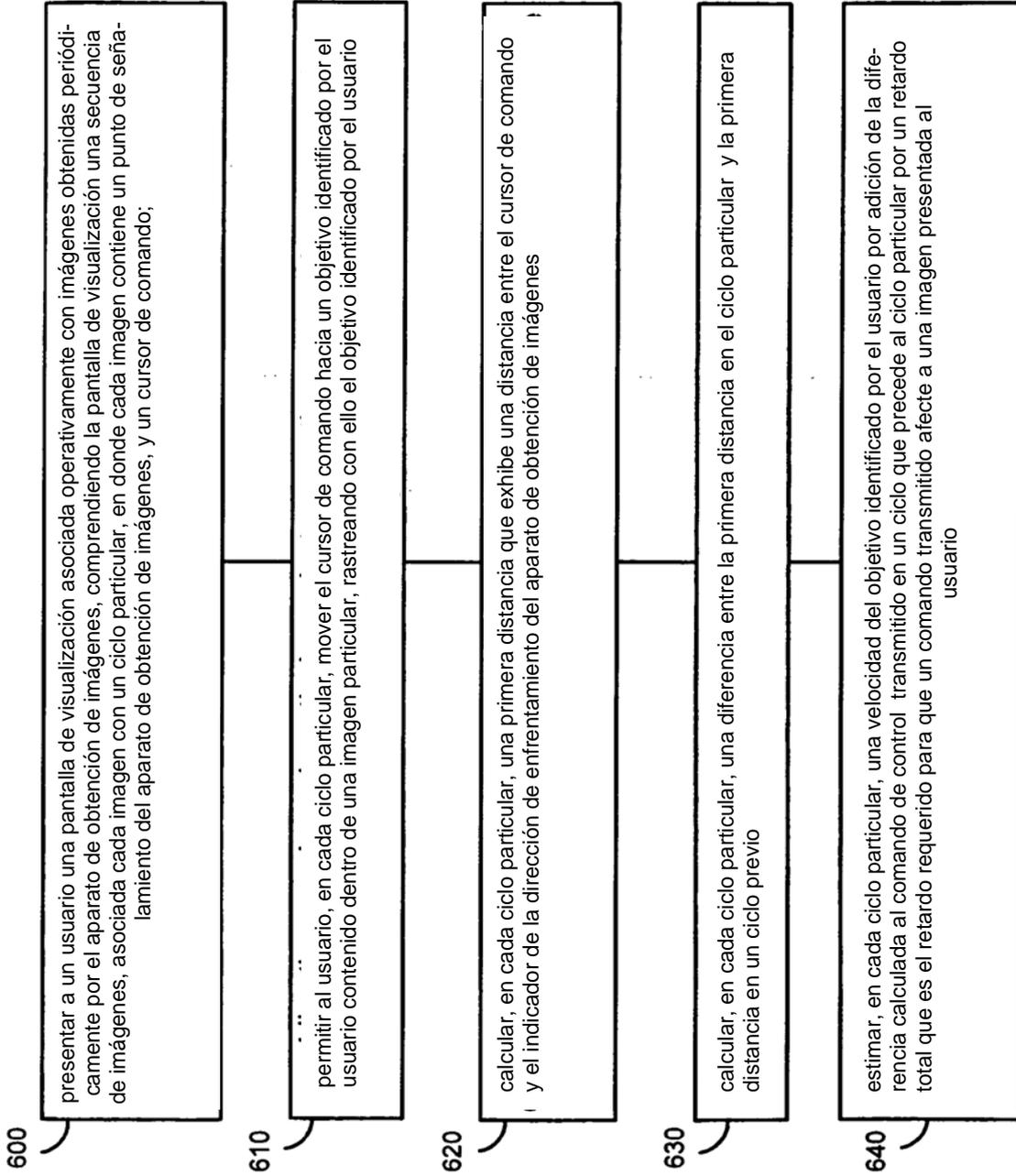


FIG. 6

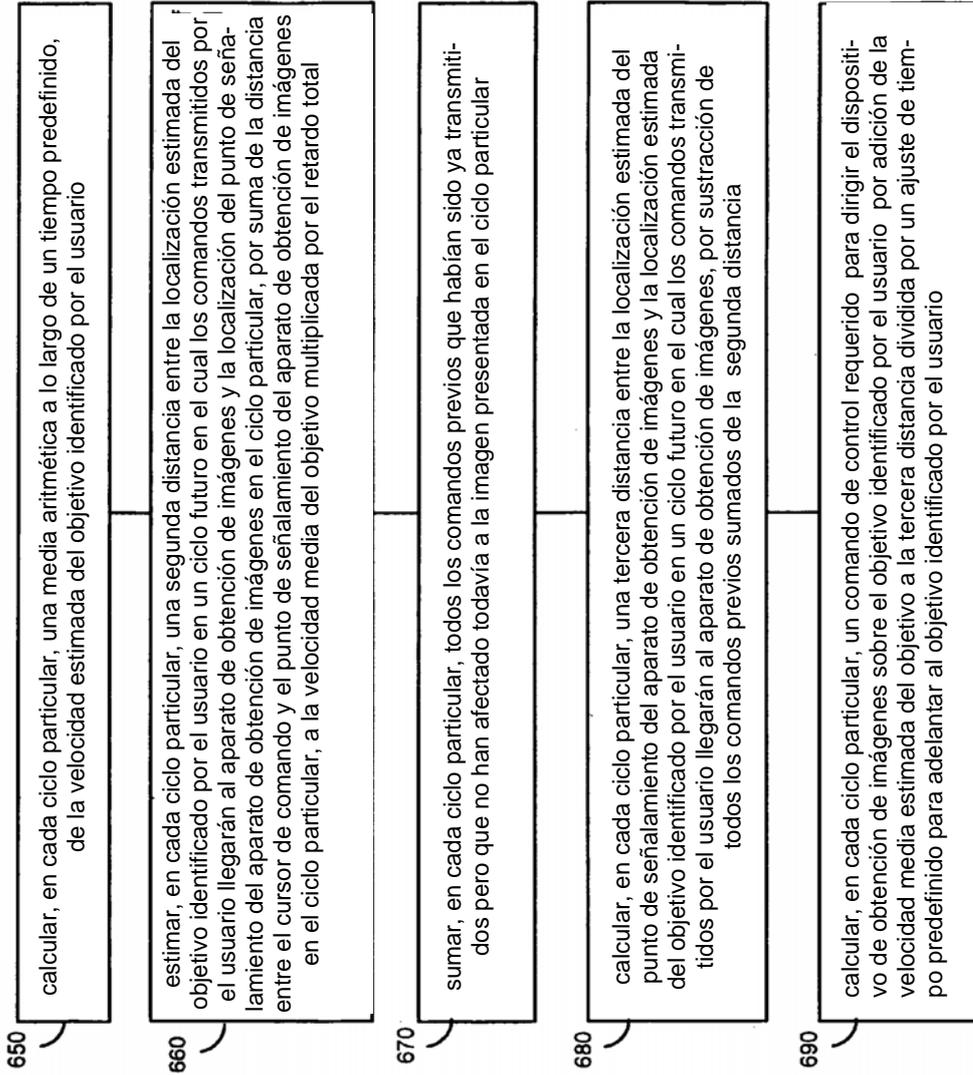


FIG.7