



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 329 837**

51 Int. Cl.:  
**G06T 7/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07075360 .3**

96 Fecha de presentación : **08.05.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1857979**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.11.2007**

54 Título: **Detección de objetos móviles.**

30 Prioridad: **17.05.2006 US 383911**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.12.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.12.2009**

73 Titular/es: **THE BOEING COMPANY**  
**100 North Riverside Plaza**  
**Chicago, Illinois 60606-2016, US**

72 Inventor/es: **Neff, Michael G.;**  
**Cheng, Shirley N. y**  
**Johnson, Ted L.**

74 Agente: **Arias Sanz, Juan**

ES 2 329 837 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

Detección de objetos móviles.

5 La presente descripción se refiere a la detección de objetos móviles.

10 La detección y el seguimiento de objetos móviles puede implicar múltiples plataformas de diversas configuraciones que funcionan como un complicado sistema coordinado con requisitos precisos de sincronización de tiempo para hacer el seguimiento de un objeto móvil (por ejemplo objetos, objetivos, y similares). Adicionalmente, el seguimiento de objetos móviles que se han determinado con otro vehículo móvil sobre el suelo, o con una plataforma aerotransportada tal como una aeronave, requiere la actualización de manera continua de la información sobre la posición cambiante de un objeto móvil. La exactitud de las actualizaciones de la posición y la tasa de actualización relativa a la maniobrabilidad de un objeto detectado son las características operativas principales necesarias para detectar y hacer el seguimiento de manera continua del/de los objeto(s) móvil(es).

15 Los requisitos de sincronización para múltiples plataformas coordinadas pueden ser difíciles de mantener debido a diversas características operativas, efectos ambientales y durante un periodo prolongado de vigilancia cuando se hace el seguimiento de múltiples objetos móviles. Además, algunos sistemas de detección y seguimiento de objetos requieren la interacción y participación basadas en un usuario u operario, lo que puede retrasar significativamente las actualizaciones de la información sobre la posición, y hace poco práctico el seguimiento simultáneo de múltiples objetos móviles.

20 El artículo de H. Yalcin *et al* "CMU-RI-TR-05-11: A flow-based approach to vehicle detection and background mosaicking in airborne video" Technical reports, marzo de 2005, páginas 1-15 del Robotics Institute, Carnegie Mellon University, da a conocer un método de detección de uno o más objetos móviles, que comprende acumular probabilidades de movimiento a partir de conjuntos de tramas de imagen secuenciales procedentes de una exploración de un sensor del uno o más objetos móviles; determinar una o más zonas a partir de las probabilidades de movimiento acumuladas, indicando cada una de la una o más zonas un objeto móvil probable; e identificar cada uno del uno o más objetos móviles de las una o más zonas respectivas que indican un objeto móvil probable.

30 Es un objeto de la presente invención obviar los problemas anteriores y mejorar la técnica anterior mencionada previamente, especialmente con respecto a la comparación de tramas de imagen para generar un histograma y una imagen con divergencia de valor de píxel máxima a partir de los cuales pueden determinarse probabilidades de movimiento entre las dos tramas de imagen.

35 La presente invención proporciona un método de detección de uno o más objetos móviles, que comprende acumular probabilidades de movimiento a partir de conjuntos de tramas de imagen secuenciales a partir de la exploración de un sensor del uno o más objetos móviles; determinar una o más zonas a partir de las probabilidades de movimiento acumuladas, indicando cada una de la una o más zonas un objeto móvil probable; e identificar cada una de la una o más zonas que indican un objeto móvil probable; en el que determinar las zonas incluye determinar asociaciones de píxeles para cada píxel de las probabilidades de movimiento acumuladas como un promedio de cada probabilidad de movimiento acumulada horizontal, vertical y diagonal dentro de un operador de referencia centrado en un píxel de la probabilidad de movimiento acumulada; y restar las asociaciones de píxeles para cada píxel de la probabilidad de movimiento acumulada.

#### 45 Sumario

50 En una realización de detección de objetos móviles, se acumulan probabilidades de movimiento a partir de conjuntos de tramas de imagen secuenciales que se generan a partir de la exploración de un sensor de uno o más objetos móviles. Se determinan las zonas que indican, cada una, un objeto móvil probable a partir de las probabilidades de movimiento acumuladas, y entonces se detectan los objetos móviles a partir de las zonas respectivas que indican un objeto móvil probable.

55 En otra realización de detección de objetos móviles, un sensor puede explorar un área que incluye uno o más objetos móviles, y generar una exploración de sensor a partir de la que se reciben tramas de imagen secuenciales. Una aplicación de detección puede acumular entonces probabilidades de movimiento a partir de conjuntos de las tramas de imagen secuenciales, y determinar una o más zonas a partir de las probabilidades de movimiento acumuladas que indican, cada una, un objeto móvil probable. Cada uno de los objetos móviles puede identificarse a partir de las zonas respectivas que indican un objeto móvil probable.

60 En otra realización de detección de objetos móviles, se recibe una secuencia de tramas de imagen a partir de la exploración de un sensor, y se alinea una trama de imagen actual con una trama de imagen previa de la secuencia. Se generan probabilidades de movimiento a partir de la trama de imagen actual cuando se alinea con la trama de imagen previa en secuencia, y se acumulan las probabilidades de movimiento para generar probabilidades de movimiento acumuladas. Se determinan las probabilidades de zona para cada píxel de la probabilidad de movimiento acumulada para detectar una zona que incluye un objeto móvil, y se determina una asociación de zonas a partir de las probabilidades de zona cuando un centro de una asociación de zonas corresponde a una posición del objeto móvil.

## Breve descripción de los dibujos

Se describen realizaciones de detección de objetos móviles con referencia a los siguientes dibujos. Se usan los mismos números en la totalidad de los dibujos para hacer referencia a características y componentes similares:

5 La figura 1 ilustra un entorno a modo de ejemplo en el que pueden implementarse realizaciones de detección de objetos móviles.

10 La figura 2 ilustra tramas de imagen a modo de ejemplo utilizados para detectar y hacer el seguimiento de objetos móviles en una realización de detección de objetos móviles.

La figura 3 ilustra método(s) de alineación de tramas a modo de ejemplo en una realización de detección de objetos móviles.

15 La figura 4 ilustra ejemplos de determinación de probabilidades de movimiento de píxel en una realización de detección de objetos móviles.

20 La figura 5 ilustra método(s) de detección de probabilidades de movimiento de píxel a modo de ejemplo en una realización de detección de objetos móviles.

Las figuras 6A-6B ilustran método(s) de probabilidades de zona y probabilidades de movimiento acumuladas a modo de ejemplo en una realización de detección de objetos móviles.

25 La figura 7 ilustra método(s) de asociación de zonas a modo de ejemplo en una realización de detección de objetos móviles.

La figura 8 ilustra método(s) a modo de ejemplo en una realización de detección de objetos móviles.

## 30 Descripción detallada

Se describen métodos y sistemas de detección de objetos móviles en los que las realizaciones prevén la detección y el seguimiento de uno o más objetos móviles sin tener que depender de la selección de objetivos por parte de terceros, un sistema coordinado de plataformas múltiples, la interacción de un operario humano o la iluminación con láser o radar. Puede determinarse la probabilidad de un objeto móvil que se detecta en tramas de imagen secuenciales y alineadas que son o bien estacionarios o bien móviles a partir de una acumulación de las tramas de imagen secuenciadas. Se seleccionan subconjuntos de zonas en las tramas de imagen que indican la mayor probabilidad de un objeto móvil, lo que elimina ecos parásitos de imagen y objetos estacionarios, tales como edificios, árboles y otra cobertura del terreno. Las zonas de las tramas de imagen que se estima que son objetos móviles, y/o que se mueven constantemente con velocidades previstas, pueden detectarse entonces como los objetos móviles.

Aunque las características y los conceptos de los sistemas y métodos descritos para la detección de objetos móviles pueden implementarse en varios entornos, sistemas, y/u otras configuraciones diferentes, se describen realizaciones de detección de objetos móviles en el contexto de los siguientes sistemas y entornos a modo de ejemplo.

45 La figura 1 ilustra un entorno 100 a modo de ejemplo en el que pueden implementarse realizaciones de detección de objetos móviles. El entorno 100 incluye un sistema de detección de objetos 102 realizado en una plataforma móvil 104, que en este ejemplo se muestra como un vehículo aéreo no tripulado (VANT). En realizaciones alternativas, el sistema de detección de objetos 102 puede implementarse en un sistema de armamento aerotransportado, una aeronave, una 50 plataforma terrestre estacionaria o móvil, una plataforma aerotransportada, o cualquier otro tipo de vehículo tripulado o no tripulado que pueda implementarse para transportar el sistema de detección de objetos 102.

La plataforma móvil 104 incluye un sensor 106, tal como un sistema de obtención de imágenes infrarrojo u óptico de alta resolución, que puede utilizarse para obtener exploraciones de imágenes que incluyen diversos objetos estacionarios y móviles, y que se comunican 110 con el sistema de detección de objetos 102 para extraer y determinar las posiciones de los objetos móviles. En este ejemplo, una exploración de imágenes 108 incluye diversos objetos móviles, tales como vehículos 112 y personas 114, e incluye diversos objetos estacionarios tales como edificios 116 y árboles u otra cobertura del terreno 118.

60 Aunque se describen como “objetos” móviles, cualquiera de los objetos puede considerarse un “objetivo” en sentido militar. En una realización comercial, la detección de objetos móviles puede implementarse para la vigilancia por parte de la policía de un vehículo 112, una persona 114, u otro objeto móvil. En una realización militar, el sistema de detección de objetos 102 puede implementarse en un sistema de armamento, tal como un misil u otro armamento no tripulado, para hacer el seguimiento de objetivos móviles y contribuir a las determinaciones de trayectorias de vuelo. 65 En estas y otras realizaciones de detección de objetos móviles, pueden detectarse múltiples objetos y objetivos móviles y hacer el seguimiento de ellos sin tener que depender de la selección de objetivos por parte de terceros, la interacción de un operario humano o la iluminación con láser o radar.

## ES 2 329 837 T3

En este ejemplo, el sistema de detección de objetos 102 puede implementarse como uno o más dispositivos informáticos que incluyen interfaz/interfaces de exploración de sensor 120 mediante las que se reciben las exploraciones de imágenes 108 procedentes del sensor 106, y como cualquier otro tipo de entradas de exploración de sensor. El sistema de detección de objetos 102 incluye interfaz/interfaces de comunicación 122 que puede(n) implementarse como una cualquiera o más de una interfaz en serie y/o en paralelo, una interfaz inalámbrica, cualquier tipo de interfaz de red, un módem, y como cualquier otro tipo de interfaz de comunicación para facilitar una conexión entre el sistema de detección de objetos 102 y una red de comunicación mediante la cual otros dispositivos electrónicos e informáticos pueden comunicar datos con el sistema 102. Por ejemplo, en diversas realizaciones de detección de objetos móviles, el sistema de detección de objetos 102 puede recibir entrada(s) 124 opcionales que pueden recibirse a través de una interfaz a partir de un sistema de terceros y/o como entradas basadas en un usuario u operario para seleccionar objetos de interés para su seguimiento.

El sistema de detección de objetos 102 también incluye uno o más procesadores 126 (por ejemplo, cualquiera de microprocesadores, controladores, y similares) que procesan diversas instrucciones ejecutables por ordenador para controlar el funcionamiento del sistema 102, para comunicar con otros dispositivos electrónicos e informáticos, y para implementar realizaciones de detección de objetos móviles. El sistema de detección de objetos 102 puede implementarse con medios legibles por ordenador 128, tales como uno o más componentes de memoria, cuyos ejemplos incluyen memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria no volátil (por ejemplo, una cualquiera o más de una memoria de sólo lectura (ROM), memoria flash, EPROM, EEPROM, etc.), y un dispositivo de almacenamiento de disco tal como cualquier tipo de dispositivo de almacenamiento magnético u óptico.

Los medios legibles por ordenador 128 proporcionan mecanismos de almacenamiento de datos para almacenar diversa información y/o datos tales como aplicaciones de software y cualquier otro tipo de información y datos relacionados con aspectos operativos del sistema de detección de objetos 102. Por ejemplo, un sistema operativo 130 y/o una aplicación de detección 132 pueden mantenerse como aplicaciones de software con los medios legibles por ordenador 128 y ejecutarse en procesador(es) 126 para implementar realizaciones de detección de objetos móviles. Además, los medios legibles por ordenador 128 mantienen las exploraciones de imágenes recibidas 108 como tramas de imagen almacenadas 134.

El sistema de detección de objetos 102 puede recibir una secuencia de tramas de imagen 134, y la aplicación de detección 132 puede implementarse para detectar uno o más objetos móviles a partir de la secuencia de tramas de imagen 134 mediante el seguimiento de movimientos de píxeles de las tramas de imagen 134. La aplicación de detección 132 acumula probabilidades de movimiento a partir de conjuntos de las tramas de imagen secuenciales, determina una o más zonas que indican, cada una, un objeto móvil probable a partir de las probabilidades de movimiento acumuladas, e identifica el uno o más objetos móviles a partir de la una o más zonas respectivas que indican un objeto móvil probable. La aplicación de detección 132 genera imágenes con diferencia de valor de píxel a partir de las cuales pueden determinarse las probabilidades de movimiento del uno o más objetos móviles entre una trama de imagen actual y una trama de imagen previa de la secuencia.

La figura 2 ilustra un ejemplo 200 de las tramas de imagen 134 (figura 1) recibidas como parte de una exploración de imágenes 108 procedente del sensor 106 en la plataforma móvil 104. El ejemplo 200 incluye tramas de imagen 202, 204 y 206 que se reciben como una secuencia de tramas de imagen a partir de la cual puede detectarse y hacerse el seguimiento de un objeto móvil. En este ejemplo, cada trama de imagen incluye un objeto estacionario 208 y un objeto móvil 210 mostrados en posiciones secuenciales 212(1-3) para ilustrar el objeto que se mueve desde la posición 212(1) en la trama de imagen 202, hasta la posición 212(2) en la trama de imagen 204, y hasta la posición 212(3) en la trama de imagen 206. La trama de imagen 206 también muestra una trayectoria 214 por la que se desplaza el objeto móvil 210 si las tramas de imagen se solapan y alinean en una vista de la secuencia.

Cada una de las tramas de imagen 202, 204 y 206 incluye "n" x "m" píxeles 216, tales como tramas de imagen que son de 256 x 256 píxeles (por ejemplo, de 0 a 255 píxeles). Un píxel 218 en cada una de las tramas de imagen es un píxel de solapamiento de imagen común para las tres tramas de imagen secuenciales. El sistema de detección de objetos 102 genera un desplazamiento relativo entre una trama de imagen actual y una trama de imagen previa de la secuencia para alinear las tramas de imagen de manera que se correlacionan los píxeles 216 de las tramas de imagen. Si las tramas de imagen 202 y 204 se solapan, los patrones de imagen de las tramas de imagen se alinearían de manera que los objetos estacionarios estarían situados en la misma ubicación, tal como el objeto estacionario 208 en cada una de las tramas de trama de imagen 202 y 204.

Cada par secuenciado, consecutivo de tramas de imagen se compara para la alineación de tramas durante lo cual se genera un histograma de valor de píxel, para determinar la entropía de diferencias de valor de píxel de imagen entre las dos tramas. Por ejemplo, se genera un histograma de diferencia de valor de píxel 220 a partir de las diferencias de valor de píxel de las tramas de imagen 202 y 204, y se genera un histograma de diferencia de valor de píxel 222 a partir de las diferencias de valor de píxel de las tramas de imagen 204 y 206. Un par de tramas de imagen se alinea mejor en una posición en la que se produce la menor entropía. La alineación de tramas para la detección de objetos móviles se describe en más detalle con referencia a la figura 3.

En general, cualquiera de las funciones descritas en el presente documento puede implementarse usando software, firmware (por ejemplo, conjuntos de circuitos de lógica fija), hardware, procesamiento manual, o una combinación de estas implementaciones. Una implementación de software representa un código de programa que realiza tareas

especificadas cuando se ejecuta en procesador(es) (por ejemplo, cualquiera de microprocesadores, controladores, y similares). El código de programa puede almacenarse en uno o más dispositivos de memoria legibles por ordenador, de los que se describen ejemplos con referencia al sistema de detección de objetos 102 a modo de ejemplo mostrado en la figura 1. Además, las características de detección de objetos móviles tal como se describen en el presente documento son independientes de la plataforma de manera que las técnicas pueden implementarse en una variedad de plataformas informáticas comerciales que tienen una variedad de procesadores.

Los métodos para la detección de objetos móviles, tales como los métodos 300, 500, 600, 700, y 800 a modo de ejemplo descritos con referencia a las figuras 3 y 5-8 respectivas, pueden describirse en el contexto general de instrucciones ejecutables por ordenador. En general, las instrucciones ejecutables por ordenador pueden incluir rutinas, programas, aplicaciones, objetos, componentes, estructuras de datos, procedimientos, módulos, funciones, y similares que realizan funcionales particulares o implementan tipos de datos abstractos particulares. Los métodos también pueden ponerse en práctica en un entorno informático distribuido en el que se realizan funciones por parte de dispositivos de procesamiento remotos que están conectados a través de una red de comunicaciones. En un entorno informático distribuido, las instrucciones ejecutables por ordenador pueden estar ubicadas en medios de almacenamiento informáticos tanto locales como remotos, incluyendo dispositivos de almacenamiento de memoria.

La figura 3 ilustra un método 300 a modo de ejemplo de alineación de tramas para la detección de objetos móviles y se describe con referencia al entorno 100 a modo de ejemplo (figura 1) y con referencia al ejemplo de tramas de imagen 200 (figura 2). El orden en el que se describe el método no está previsto para considerarse como una limitación, y puede combinarse cualquier número de los bloques de método descritos en cualquier orden para implementar el método, o un método alternativo. Además, el método puede implementarse en cualquier hardware, software, firmware, o combinación de los mismos adecuada.

En el bloque 302, se recibe una trama de imagen, y en el bloque 304, se recibe una trama de imagen secuencial siguiente. Por ejemplo, el sistema de detección de objetos 102 (figura 1) recibe la trama de imagen 202 y la trama de imagen secuencial 204. La trama de imagen 202 es la trama de imagen “actual” cuando se recibe, y posteriormente se convierte en la trama de imagen “previa” cuando se recibe la trama de imagen 204 tras la trama de imagen 202. De manera similar, la trama de imagen 204 es la trama de imagen “actual” cuando se recibe, y posteriormente se convierte en la trama de imagen “previa” cuando se recibe la trama de imagen 206 tras la trama de imagen 204.

En el bloque 306, se determinan una rotación, escala y desplazamiento relativos entre la trama de imagen actual y la trama de imagen previa tal como se describe con referencia a los bloques 308-316. En el bloque 308, se determina una diferencia de valor de píxel restando un valor de píxel de una trama de imagen actual de un valor de píxel de una trama de imagen previa. Por ejemplo, se resta un valor de píxel del píxel de imagen común 218 en la trama de imagen actual 204 de un valor de píxel del píxel de imagen común 218 en la trama de imagen previa 202 para generar la diferencia de valor de píxel para el píxel particular a una rotación, escala y desplazamiento particulares. Un valor de píxel puede basarse en un nivel de grises del píxel, una magnitud del valor, o basarse en un intervalo definido tal como de -128 a +128.

En el bloque 310, se genera un histograma de las diferencias de valor de píxel para la rotación, escala y desplazamiento o traslación de cada trama de imagen asociada. Por ejemplo, el histograma de diferencia de valor de píxel 220 se genera a medida que se genera cada diferencia de valor de píxel consecutiva, columna por columna y fila por fila. El histograma 220 de las diferencias de valor de píxel es una matriz indexada de diferencias de valor de píxel “k” (por ejemplo, un índice de niveles de diferencia de valor de píxel), en la que  $h(k)$  es un número total de píxeles en el histograma de diferencia de valor de píxel 220 que tiene una diferencia de valor de píxel de “k”.

En el bloque 312, se realiza una determinación en cuanto a si ha de determinarse una diferencia de valor de píxel siguiente. Si ha de determinarse otra diferencia de valor de píxel restando un valor de píxel de una trama de imagen actual de un valor de píxel de una trama de imagen previa (es decir, “sí” desde el bloque 312), entonces el método continúa determinando la diferencia de valor de píxel siguiente en el bloque 308 y suma la diferencia de valor de píxel generada al histograma en el bloque 310.

Si no va a determinarse una diferencia de valor de píxel siguiente (es decir, “no” desde el bloque 312), lo que significa que se ha restado cada valor de píxel de una trama de imagen actual de un valor de píxel de la trama de imagen previa, entonces el método continúa en el bloque 314 determinando la entropía de las diferencias de valor de píxel a partir del histograma generado. Por ejemplo, la entropía de las diferencias de valor de píxel se determina mediante la ecuación:

$$-\sum_{k=\Delta Min}^{\Delta Max} \frac{h(k)}{N_i} \ln \left( \frac{h(k)}{N_i} \right)$$

donde

$\Sigma$  es un sumatorio, “ln” es el logaritmo natural, y donde,  $h(k)$  es el número de diferencias de valor de píxel que tienen el valor “k”;

## ES 2 329 837 T3

$N_i$  es el número total de diferencias de valor de píxel;  $\Delta_{\text{Min}}$  es la diferencia de valor de píxel mínima; y

$\Delta_{\text{Max}}$  es la diferencia de valor de píxel máxima.

5 En el bloque 316, se determina la menor entropía de las diferencias de valor de píxel así como la rotación, escala y desplazamiento relativos correspondientes entre la trama de imagen actual y la trama de imagen previa. En el bloque 318, la trama de imagen actual se alinea con la trama de imagen previa según la rotación, escala y desplazamiento relativos determinados. Por ejemplo, la trama de imagen actual 204 se alinea con la trama de imagen previa 202 basándose en la menor entropía determinada que proporciona la mejor alineación de tramas de imagen a la rotación, escala y desplazamiento de posición correspondientes de manera que se alineen las tramas de imagen. En comparación, es probable que el/los píxel(es) dentro del que/de los que se obtienen imágenes del objeto estacionario 208 en las tramas de imagen 202 y 204 tengan una de las menores entropías de manera que las tramas de imagen 202 y 204 pueden alinearse mediante el/los píxel(es) dentro del que/de los que se obtienen imágenes del objeto estacionario 208. De manera similar, las tramas de imagen 204 y 206 pueden alinearse mediante el/los píxel(es) dentro del que/de los que se toman imágenes del objeto estacionario 208.

El método 300 puede continuar entonces en el bloque 304 recibiendo una trama de imagen secuencial siguiente. Por ejemplo, el sistema de detección de objetos 102 (figura 1) recibe la trama de imagen siguiente 206 que se convierte en la trama de imagen "actual", y la trama de imagen 204 se convierte en la trama de imagen "previa" tras recibirse la trama de imagen 206. En el bloque 306, se determinan una rotación, escala y desplazamiento relativos entre la trama de imagen actual siguiente 206 y la trama de imagen previa 204 tal como se describe con referencia a los bloques 308-316, y se genera el histograma de diferencia de valor de píxel 222. La trama de imagen actual 206 y la trama de imagen previa 204 se alinean entonces tal como se describe con referencia a los bloques 314-318. Aunque sólo se describen dos ejemplos de tramas de imagen secuenciales en todo este ejemplo, los sistemas y métodos descritos en el presente documento se aplican a cualquier número de tramas de imagen secuenciales recibidas.

La figura 4 ilustra los ejemplos 400 y 402 de determinación de probabilidades de movimiento de píxel a partir de pares secuenciados de las tramas de imagen alineadas 202-204 y 204-206, respectivamente. Tal como se describió anteriormente con referencia a la figura 2, las tramas de imagen 202, 204 y 206 se reciben como una secuencia de tramas de imagen a partir de la cual puede detectarse y hacerse el seguimiento de un objeto móvil en una realización de detección de objetos móviles. En este ejemplo, las tramas de imagen todavía se muestran incluyendo el objeto estacionario 208 y el objeto móvil 210 mostrados en las posiciones secuenciales 212 (1-3) para ilustrar el objeto que se mueve desde la posición 212(1) en la trama de imagen 202, hasta la posición 212(2) en la trama de imagen 204, y hasta la posición 212(3) en la trama de imagen 206.

El sistema de detección de objetos 102 determina probabilidades de movimiento de píxel entre dos pares secuenciados, alineados de tramas de imagen. En el ejemplo 400, la trama de imagen 202 se compara con la trama de imagen 204 para generar una imagen 403 y un histograma 404 con diferencia de valor de píxel máxima a partir de los cuales pueden determinarse probabilidades de movimiento entre las dos tramas de imagen. De manera similar en el ejemplo 402, la trama de imagen 204 se compara con la trama de imagen 206 para generar una imagen 405 y un histograma 406 con diferencia de valor de píxel máxima a partir de los cuales pueden determinarse probabilidades de movimiento entre las dos tramas de imagen.

Se utiliza un operador de referencia 408 para comparar cada píxel en una trama de imagen actual con un píxel correspondiente en la trama de imagen previa alineada para determinar las probabilidades de movimiento de píxel. Para las tramas de imagen que son de  $256 \times 256$  píxeles, se determina una probabilidad de movimiento de píxel para cada uno de los  $256 \times 256$  píxeles. En estos ejemplos, el operador de referencia 408 es una trama de  $3 \times 3$  píxeles, aunque pueden implementarse operadores de referencia que tienen diversos números de píxeles en realizaciones de detección de objetos móviles. El operador de referencia 408(1) se muestra en la esquina superior izquierda de la trama de imagen 202, y para la comparación de la probabilidad de movimiento de píxel, el operador de referencia 408(2) se muestra en la esquina superior izquierda de la trama de imagen 204.

En el ejemplo 400, se genera una diferencia de valor de píxel máxima determinando la diferencia máxima entre el valor de píxel del píxel central del operador de referencia 408(2) (es decir, mostrado relleno con un patrón de líneas en la trama de imagen 204) y los valores de píxel de los píxeles exteriores del operador de referencia 408(1) (es decir, mostrados rellenos con un patrón de líneas en la trama de imagen 202). Esto se repite para cada píxel 410(1-n) y 412(1-m) en la trama de imagen actual 204 donde "n" es el número de píxeles de fila, y "m" es el número de píxeles de columna. Por ejemplo, el operador de referencia 408 se mueve desde la posición 410(1) hasta la posición 410(2), etcétera hasta la posición 410(n), y de manera similar hacia abajo en cada fila 412(1-m) para determinar una diferencia de valor de píxel máxima para cada píxel en la trama de imagen actual 204. Se desarrolla una imagen con diferencia de valor de píxel máxima como  $D(i,j)$  donde  $i=0$  al número "n" de píxeles de fila y  $j=0$  al número "m" de píxeles de columna.

De manera similar en el ejemplo 402, se genera una diferencia de valor de píxel máxima determinando la diferencia máxima entre el valor de píxel del píxel central del operador de referencia 408(4) (es decir, mostrado relleno con un patrón de líneas en la trama de imagen 206) y los valores de píxel de los píxeles exteriores del operador de referencia 408(3) (es decir, mostrados rellenos con un patrón de líneas en la trama de imagen 204). Esto se repite para cada píxel 410(1-n) y 412(1-m) en la trama de imagen actual 206 donde "n" es el número de píxeles de fila, y "m" es el número

## ES 2 329 837 T3

de píxeles de columna. Por ejemplo, el operador de referencia 408 se mueve desde la posición 410(1) hasta la posición 410(2), etcétera hasta la posición 410(n), y de manera similar hacia abajo en cada fila 412(1-m) para determinar una diferencia de valor de píxel máxima para cada píxel en la trama de imagen actual 206. Se desarrolla una imagen con diferencia de valor de píxel máxima como  $D(i,j)$  donde  $i=0$  al número “n” de píxeles de fila y  $j=0$  al número “m” de píxeles de columna. Se describen las probabilidades de movimiento de píxel desarrolladas a partir de las diferencias de valor de píxel máximas para la detección de objetos móviles en más detalle con referencia a la figura 5.

La figura 5 ilustra un método 500 a modo de ejemplo de detección de la probabilidad de movimiento de píxel para la detección de objetos móviles y se describe con referencia al entorno 100 a modo de ejemplo (figura 1) y con referencia a los ejemplos de trama de imagen 400 y 402 (figura 4). El orden en el que se describe el método no está previsto para considerarse como una limitación, y puede combinarse cualquier número de los bloques de método descritos en cualquier orden para implementar el método, o un método alternativo. Además, el método puede implementarse en cualquier hardware, software, firmware, o combinación de los mismos adecuada.

En el bloque 502, se recibe o se obtiene un par alineado de tramas de imagen secuenciales. Por ejemplo, el sistema de detección de objetos 102 recibe o solicita las tramas de imagen alineadas 202 y 204, y posteriormente las tramas de imagen alineadas 204 y 206, tal como se describe con referencia a la figura 4. Tal como se describió anteriormente, la trama de imagen 202 es la trama de imagen “actual” cuando se recibe, y posteriormente se convierte en la trama de imagen “previa” cuando la trama de imagen 204 se recibe tras la trama de imagen 202. De manera similar, la trama de imagen 204 es la trama de imagen “actual” cuando se recibe, y posteriormente se convierte en la trama de imagen “previa” cuando se recibe la trama de imagen 206 tras la trama de imagen 204.

En el bloque 504, se genera una imagen con diferencia de valor de píxel máxima de la trama de imagen actual y la trama de imagen previa a partir de un operador de referencia y el par alineado de tramas de imagen tal como se describe con referencia a los bloques 506-512. En el bloque 506, se genera una diferencia de valor de píxel máxima determinando la diferencia máxima entre el píxel central del operador de referencia ya que se refiere a la trama de imagen actual y los píxeles exteriores del operador de referencia ya que se refieren a la trama de imagen previa. Por ejemplo, se genera una diferencia de valor de píxel máxima determinando la diferencia máxima entre el valor de píxel del píxel central del operador de referencia 408(2) (es decir, mostrado relleno con un patrón de líneas en la trama de imagen 204) y los valores de píxel de los píxeles exteriores del operador de referencia 408(1) (es decir, mostrados rellenos con un patrón de líneas en la trama de imagen 202). Un valor de píxel puede basarse en un nivel de grises del valor de píxel, una magnitud del valor de píxel, o basarse en un intervalo definido.

En el bloque 508, se genera un histograma de las diferencias de valor de píxel máximas. Por ejemplo, se genera el histograma de diferencia de valor de píxel máxima 404 a medida que se genera cada diferencia de valor de píxel máxima consecutiva, columna por columna y fila por fila. Un histograma de diferencia de valor de píxel máxima 404 generado como una matriz indexada de diferencias de valor de píxel máximas que tienen el valor “k” (por ejemplo, un índice de niveles de grises de diferencia de valor de píxel), donde  $d(k)$  es un número total de píxeles en el histograma de diferencia de valor de píxel máxima que tiene un valor de “k”.

En el bloque 510, se realiza una determinación en cuanto a si ha de determinarse una diferencia de valor de píxel máxima siguiente. Si ha de determinarse otra diferencia de valor de píxel máxima sustrayendo la diferencia máxima entre un valor de píxel central del operador de referencia para una trama de imagen actual de los valores de píxel exterior del operador de referencia para una trama de imagen previa (es decir, “sí” desde el bloque 510), entonces el operador de referencia se mueve hasta un píxel adyacente o siguiente y el método continúa determinando la diferencia de valor de píxel máxima siguiente en el bloque 506, y suma la diferencia de valor de píxel máxima generada al histograma en el bloque 508.

Si no va a determinarse una diferencia de valor de píxel máxima siguiente (es decir, “no” desde el bloque 510), lo que significa que se ha restado cada valor de píxel de una trama de imagen actual de un valor de píxel de la trama de imagen previa, entonces el método continúa en el bloque 512 para determinar la(s) probabilidad(es) de movimiento de píxel a partir de la imagen y el histograma con diferencia de valor de píxel máxima generados. Por ejemplo, la probabilidad logarítmica de movimiento en cada uno de los píxeles se determina mediante la ecuación:

$$\ln\left(\frac{d(k)}{N_t}\right)$$

donde

“ln” es el logaritmo natural, y donde,

$d(k)$  es el número de diferencias de valor de píxel que tienen un valor “k”; y

$N_t$  es el número total de diferencias de valor de píxel.

## ES 2 329 837 T3

En el bloque 514, se guardan las probabilidades de movimiento de píxel determinadas para referencia. El método 500 puede continuar entonces en el bloque 502 recibiendo un par alineado siguiente de tramas de imagen secuenciales. Por ejemplo, el sistema de detección de objetos 102 (figura 1) recibe las tramas de imagen alineadas 204 y 206, tal como se describe con referencia al ejemplo 402 (figura 4). En el bloque 504, se genera una imagen con diferencia de valor de píxel máxima de la trama de imagen actual siguiente 206 y la trama de imagen previa 204 a partir del operador de referencia y el par alineado de tramas de imagen tal como se describe con referencia a los bloques 506-512.

Las figuras 6A-6B ilustran un método 600 a modo de ejemplo de probabilidad de zona y probabilidad de movimiento acumulada para la detección de objetos móviles y se describe con referencia al entorno 100 a modo de ejemplo (figura 1) y con referencia a los ejemplos de trama de imagen 400 y 402 (figura 4). El orden en el que se describe el método no está previsto para interpretarse como una limitación, y puede combinarse cualquier número de los bloques de método descritos en cualquier orden para implementar el método, o un método alternativo. Además, el método puede implementarse en cualquier hardware, software, firmware, o combinación de los mismos adecuado.

En el bloque 602, se reciben o se obtienen las probabilidades de movimiento de píxel de la trama de imagen previa, y en el bloque 604, se reciben o se obtienen las probabilidades de movimiento de píxel de la trama de imagen actual. Por ejemplo, el sistema de detección de objetos 102 recibe o solicita las probabilidades de movimiento de píxel de la trama de imagen previa 202 y las probabilidades de movimiento de píxel de la trama de imagen actual 204 generadas tal como se describe con referencia a la figura 5.

En el bloque 606, se acumulan las probabilidades de movimiento de píxel de la trama de imagen previa con las probabilidades de movimiento de píxel de la trama de imagen actual. Por ejemplo, las probabilidades de movimiento de píxel generadas a partir de la trama de imagen previa 202 se acumulan con las probabilidades de movimiento de píxel generadas a partir de la trama de imagen actual 204 para generar probabilidades de movimiento acumuladas. En el bloque 608, se guarda la probabilidad de movimiento acumulada para referencia, y se determina una probabilidad de zona en los bloques 610-616.

En el bloque 610, se determina una probabilidad de asociación de píxeles. Una probabilidad de asociación de píxeles (también denominada como “probabilidad de conectividad de píxeles”) en el ejemplo 650 (figura 6B) es el máximo de la probabilidad de movimiento acumulada horizontal, vertical y diagonal dentro de un operador de referencia 652 centrado en la probabilidad de movimiento acumulada 654. El operador de referencia 652 es similar al operador de referencia 408 descrito con referencia a la figura 4 que es una trama de 3x3 píxeles, aunque pueden implementarse operadores de referencia que tienen diversos números de píxeles en realizaciones de detección de objetos móviles.

En el bloque 612, se genera una probabilidad de zona restando la probabilidad de asociación de píxeles de la probabilidad de movimiento de píxeles acumulada, y en el bloque 614, se guarda la probabilidad de zona para referencia. En el bloque 616, se realiza una determinación en cuanto a si ha de determinarse una probabilidad de asociación de píxeles siguiente. Si ha de determinarse otra probabilidad de asociación de píxeles (es decir, “sí” desde el bloque 616), entonces el operador de referencia se mueve hasta un píxel adyacente o siguiente y el método continúa determinando la probabilidad de asociación de píxeles siguiente en el bloque 610. Si no se determina otra probabilidad de asociación de píxeles (es decir, “no” desde el bloque 616), entonces se determina una asociación de zonas tal como se describe con referencia a la figura 7.

La figura 7 ilustra un método 700 a modo de ejemplo de asociación de zonas para la detección de objetos móviles y se describe con referencia al entorno 100 a modo de ejemplo (figura 1). El orden en el que se describe el método no está previsto para interpretarse como una limitación, y puede combinarse cualquier número de los bloques de método descritos en cualquier orden para implementar el método, o un método alternativo. Además, el método puede implementarse en cualquier hardware, software, firmware, o combinación de los mismos adecuado.

En el bloque 702, se reciben o se obtienen probabilidades de zonas actuales. Por ejemplo, el sistema de detección de objetos 102 recibe o solicita las probabilidades de zona generadas tal como se describe con referencia a la figura 6. En el bloque 704, las probabilidades de zona se clasifican mediante una puntuación que corresponde a una métrica de distancia. Por ejemplo, cada una de las probabilidades de zona de las probabilidades de movimiento acumuladas se evalúan mediante una métrica de distancia general, tal como la distancia de Mahalanobis, entre una zona “n” comparada frente a las zonas “m” de una probabilidad de movimiento acumulada para estimar la probabilidad de que estas zonas representen el mismo objeto en las tramas de imagen actual y previa. La distancia de Mahalanobis es en general una medida de distancia basada en las correlaciones entre variables mediante la que puede identificarse una similitud de las diferentes zonas.

En el bloque 706, se realiza una determinación en cuanto a si las zonas actuales alcanzan (incluyendo que superan) un umbral. Las zonas actuales que no alcanzan ni superan el umbral (es decir, “no” desde el bloque 706) se eliminan del conjunto de zonas actuales en el bloque 708. Para las zonas actuales restantes que no alcanzan el umbral (es decir, “sí” desde el bloque 706), se realiza una determinación en cuanto a si las zonas actuales restantes y las asociadas previamente alcanzan (incluyendo que superan) el umbral en el bloque 710. Si las zonas actuales restantes y las asociadas previamente alcanzan o superan el umbral (es decir, “sí” desde el bloque 710), entonces se determinan probabilidades de asociación de las zonas actuales y asociadas previamente y se asignan en el bloque 712. En el bloque 714, se guardan las probabilidades de asociación asignadas para referencia.

## ES 2 329 837 T3

Para las zonas actuales restantes que no alcanzan el umbral (es decir, “no” desde el bloque 710), se realiza una determinación en cuanto a si las zonas actuales restantes y no asociadas previamente alcanzan (incluyendo que superan) el umbral en el bloque 716. Si las zonas actuales restantes y no asociadas previamente alcanzan o superan el umbral (es decir, “sí” desde el bloque 716), entonces se determinan probabilidades de asociación de las zonas actuales y no asociadas previamente y se asignan en el bloque 718. En el bloque 720, las zonas no asociadas previamente se identifican como zonas asociadas, y en el bloque 714, se guardan las probabilidades de asociación asignadas para referencia. Las zonas actuales restantes que no alcanzan el umbral (es decir, “no” desde el bloque 716), se identifican como zonas no asociadas en el bloque 722, y el método 700 puede continuar en el bloque 702 recibiendo u obteniendo probabilidades de zonas actuales adicionales.

La figura 8 ilustra un método 800 a modo de ejemplo de detección de objetos móviles en una realización de detección de objetos móviles y se describe con referencia al entorno 100 a modo de ejemplo (figura 1). El orden en el que se describe el método no está previsto para considerarse como una limitación, y puede combinarse cualquier número de los bloques de método descritos en cualquier orden para implementar el método, o un método alternativo. Además, el método puede implementarse en cualquier hardware, software, firmware, o combinación de los mismos adecuado.

En el bloque 802, se recibe u obtiene un conjunto de zonas asociadas. Por ejemplo, el sistema de detección de objetos 102 recibe o solicita las zonas asociadas determinadas tal como se describe con referencia a la figura 7. En el bloque 804, se selecciona una zona y se determina un centroide de la zona. El centroide de la zona se determina como una posición  $x$  promedio, y promedio que corresponde a ubicaciones de píxel en las tramas de imagen del sensor.

En el bloque 806, se recibe información sobre la posición, velocidad y actitud de la plataforma. Por ejemplo, el sistema de detección de objetos 102 recibe información sobre la posición, velocidad y actitud desde un sistema de guiado inercial de la plataforma móvil 104 (figura 1). En el bloque 808, se estima la posición y velocidad de un objeto móvil. Por ejemplo, se evalúan los datos del centroide de la zona, y la información sobre la posición, velocidad y actitud de la plataforma con un filtro de Kalman para estimar el movimiento de un objeto móvil como una posición y una velocidad. En el bloque 810, se guarda la información sobre la posición y la velocidad del objeto móvil para referencia.

En el bloque 812, se realiza una determinación en cuanto a si ha de seleccionarse una zona adicional. Si ha de seleccionarse una zona adicional (es decir, “sí” desde el bloque 812), entonces se selecciona una zona siguiente en el bloque 804 y el método 800 continúa tal como se describe con referencia a los bloques 804-812. Si no ha de seleccionarse una zona adicional (es decir, “no” desde el bloque 812), entonces el método 800 puede continuar en el bloque 802 recibiendo conjuntos adicionales de zonas asociadas.

Aunque se han descrito realizaciones de detección de objetos móviles con lenguaje específico de métodos y/o características estructurales, ha de entenderse que la invención no está limitada necesariamente a las características o métodos específicos descritos. En su lugar, las características y los métodos específicos se dan a conocer como implementaciones a modo de ejemplo de la invención que se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Método de detección de uno o más objetos móviles, que comprende:

5 acumular probabilidades de movimiento a partir de conjuntos de tramas de imagen secuenciales a partir de la exploración de un sensor del uno o más objetos móviles;

10 determinar una o más zonas a partir de las probabilidades de movimiento acumuladas, indicando cada una de la una o más zonas un objeto móvil probable; e

identificar cada una de la una o más zonas que indican un objeto móvil probable;

en el que determinar las zonas incluye:

15 determinar asociaciones de píxeles para cada píxel de las probabilidades de movimiento acumuladas como un promedio de cada probabilidad de movimiento acumulada horizontal, vertical y diagonal dentro de un operador de referencia centrado en un píxel de la probabilidad de movimiento acumulada; y

20 restar las asociaciones de píxeles para cada píxel de la probabilidad de movimiento acumulada.

2. Método de detección de uno o más objetos móviles según la reivindicación 1, en el que cada uno del uno o más objetos móviles se identifica a partir de las zonas que también indican un objeto que se mueve con una velocidad prevista.

25 3. Método de detección de uno o más objetos móviles según la reivindicación 1 ó 2, que comprende además generar imágenes con diferencia de valor de píxel máxima, es decir, imágenes que representan en cada nivel la diferencia máxima obtenida comparando el valor de píxel de una trama de imagen actual con los valores de píxeles asociados de una trama de imagen previa, a partir de lo cual pueden determinarse las probabilidades de movimiento del uno o más  
30 objetos móviles entre una trama de imagen actual y una trama de imagen previa de la secuencia.

35 4. Método de detección de uno o más objetos móviles según la reivindicación 3, en el que las imágenes con diferencia de valor de píxel máxima se generan con un operador de referencia de manera que se determina una diferencia de valor de píxel máxima entre un píxel central del operador de referencia relacionado con la trama de imagen actual y píxeles exteriores del operador de referencia relacionados con la trama de imagen previa de la secuencia.

5. Sistema de detección de objetos móviles (102), que comprende:

40 un sensor (106) configurado para explorar un área que incluye uno o más objetos móviles (112, 114) y generar una exploración de sensor a partir de la que se reciben tramas de imagen secuenciales;

una aplicación de detección configurada para:

acumular probabilidades de movimiento a partir de conjuntos de las tramas de imagen secuenciales;

45 determinar una o más zonas a partir de las probabilidades de movimiento acumuladas, indicando cada una de la una o más zonas un objeto móvil probable; e

identificar cada uno del uno o más objetos móviles a partir de la una o más zonas respectivas que indican un  
50 objeto móvil probable;

en el que la aplicación de detección está configurada además para:

55 determinar asociaciones de píxeles para cada píxel de las probabilidades de movimiento acumuladas como un promedio de cada probabilidad de movimiento acumulada horizontal, vertical y diagonal dentro de un operador de referencia centrado en un píxel de la probabilidad de movimiento acumulada; y

restar las asociaciones de píxeles para cada píxel de la probabilidad de movimiento acumulada para determinar las zonas.

60 6. Sistema de detección de objetos móviles según la reivindicación 5, en el que cada uno del uno o más objetos móviles se identifica a partir de la una o más zonas respectivas que también indican un objeto que se mueve con una velocidad prevista.

65 7. Sistema de detección de objetos móviles según la reivindicación 5 ó 6, en el que la aplicación de detección está configurada además para generar imágenes con diferencia de valor de píxel máxima a partir de las cuales pueden determinarse las probabilidades de movimiento del uno o más objetos móviles entre una trama de imagen actual y una trama de imagen previa de la secuencia.

## ES 2 329 837 T3

8. Sistema de detección de objetos móviles según la reivindicación 7, en el que la aplicación de detección está configurada además para generar las imágenes con diferencia de valor de píxel máxima con un operador de referencia de manera que se determina una diferencia de valor de píxel máxima entre un píxel central del operador de referencia relacionado con la trama de imagen actual y píxeles exteriores del operador de referencia relacionados con la trama de imagen previa de la secuencia.
9. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que comprende:
- recibir una secuencia de tramas de imagen a partir de la exploración de un sensor;
  - alinear una trama de imagen actual con una trama de imagen previa de la secuencia;
  - generar probabilidades de movimiento a partir de la trama de imagen actual cuando se alinea con la trama de imagen previa de la secuencia; y
  - determinar una asociación de zonas a partir de las probabilidades de zona según una métrica de distancia, correspondiendo un centro de la asociación de zonas a una posición del objeto móvil.
10. Método de detección de un objeto móvil según la reivindicación 9, en el que se explora la secuencia de tramas de imagen procedentes de la exploración del sensor con al menos uno de:
- un sensor óptico;
  - un sensor de obtención de imágenes infrarrojo.
11. Método de detección de un objeto móvil según la reivindicación 9 ó 10, en el que la trama de imagen actual es la última trama de imagen recibida, y la trama de imagen previa de la secuencia es la trama de imagen recibida antes de la trama de imagen actual.
12. Método de detección de un objeto móvil según la reivindicación 9, 10 u 11, en el que alinear la trama de imagen actual con la trama de imagen previa de la secuencia incluye determinar una rotación, escala y desplazamiento relativos de la trama de imagen actual a partir de la trama de imagen previa de la secuencia basándose en valores de intensidad de píxel determinados restando los valores de píxel de la trama de imagen actual de los valores de píxel de la trama de imagen previa de la secuencia basándose en la rotación, escala y desplazamiento relativos.
13. Método de detección de un objeto móvil según cualquiera de las reivindicaciones 9-12, en el que generar las probabilidades de movimiento incluye generar una imagen con diferencia de valor de píxel máxima a partir de la cual puede determinarse la probabilidad de movimiento del objeto móvil entre la trama de imagen actual y la trama de imagen previa de la secuencia.
14. Método de detección de un objeto móvil según la reivindicación 13, en el que la imagen con diferencia de valor de píxel máxima se genera a partir de cada píxel con un operador de referencia de manera que se determina una diferencia de valor de píxel máxima entre un píxel central del operador de referencia relacionado con la trama de imagen actual y píxeles exteriores del operador de referencia relacionados con la trama de imagen previa.
15. Método de detección de un objeto móvil según cualquiera de las reivindicaciones 9-14, en el que determinar las probabilidades de zona para cada píxel de la probabilidad de movimiento acumulada incluye:
- determinar asociaciones de píxeles para cada píxel de la probabilidad de movimiento acumulada como un promedio de cada probabilidad de movimiento acumulada horizontal, vertical y diagonal dentro de un operador de referencia centrado en un píxel de la probabilidad de movimiento acumulada; y
  - restar las asociaciones de píxeles para cada píxel de la probabilidad de movimiento acumulada.
16. Método de detección de un objeto móvil según cualquiera de las reivindicaciones 9-15, en el que determinar la asociación de zonas incluye correlacionar las probabilidades de zona basándose en una distancia de Mahalanobis para determinar una similitud de probabilidades de zona.
17. Método de detección de un objeto móvil según cualquiera de las reivindicaciones 9-16, que comprende además determinar asociaciones de zona adicionales a partir de las probabilidades de zona según la métrica de distancia, y en el que se determina que los centros de las asociaciones de zona adicionales respectivas son, cada uno, un objeto móvil para la detección de múltiples objetos móviles.
18. Método de detección de un objeto móvil según cualquiera de las reivindicaciones 9-17, que comprende además:
- alinear cada trama de imagen actual subsiguiente con cada trama de imagen previa de la secuencia para generar un conjunto alineado de tramas de imagen;

## ES 2 329 837 T3

generar probabilidades de movimiento adicionales para cada conjunto alineado de tramas de imagen;

acumular las probabilidades de movimiento adicionales para cada conjunto alineado de tramas de imagen para generar probabilidades de movimiento acumuladas adicionales;

5

determinar probabilidades de zona adicionales para cada píxel de las probabilidades de movimiento acumuladas adicionales para detectar zonas que incluyen, cada una, un objeto móvil para la detección de múltiples objetos móviles; y

10

determinar asociaciones de zona adicionales a partir de las probabilidades de zona adicionales según la métrica de distancia, y en el que se determina que los centros de las asociaciones de zona adicionales respectivas son, cada uno, un objeto móvil.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

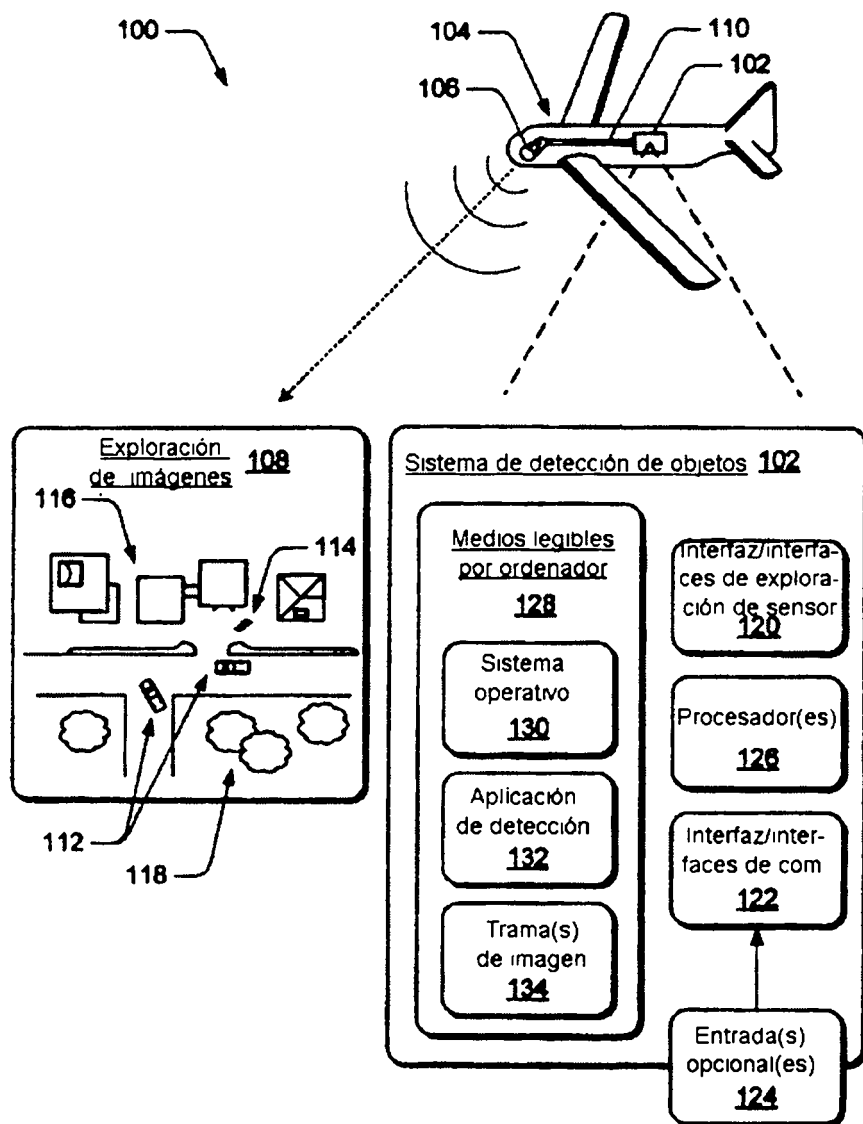


Fig. 1

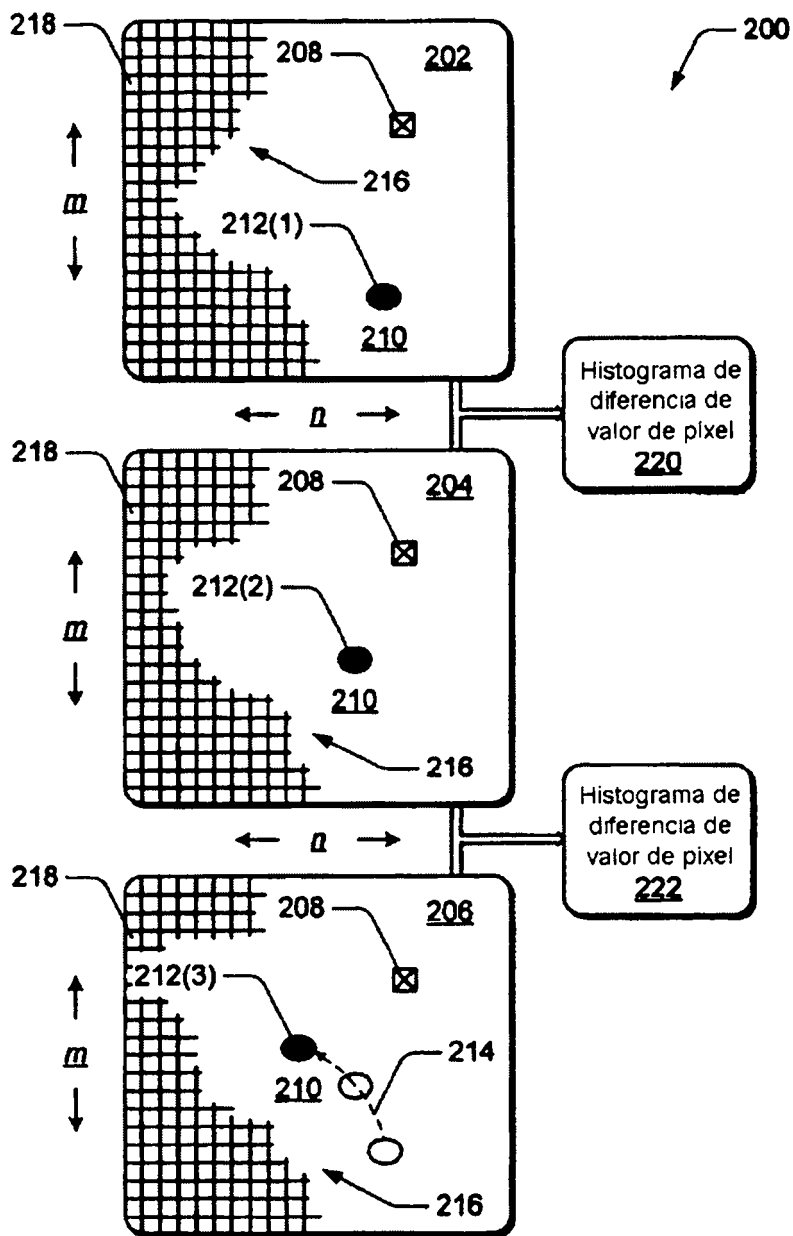


Fig. 2

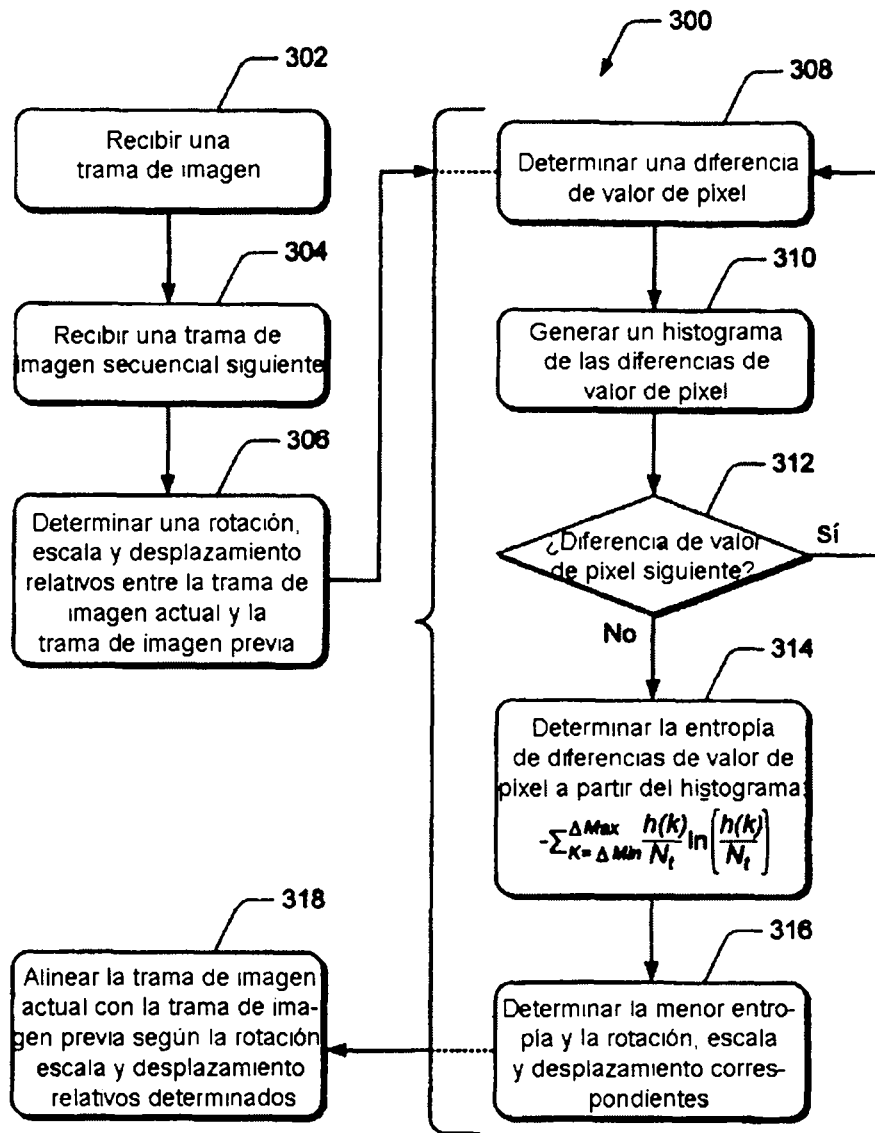


Fig. 3

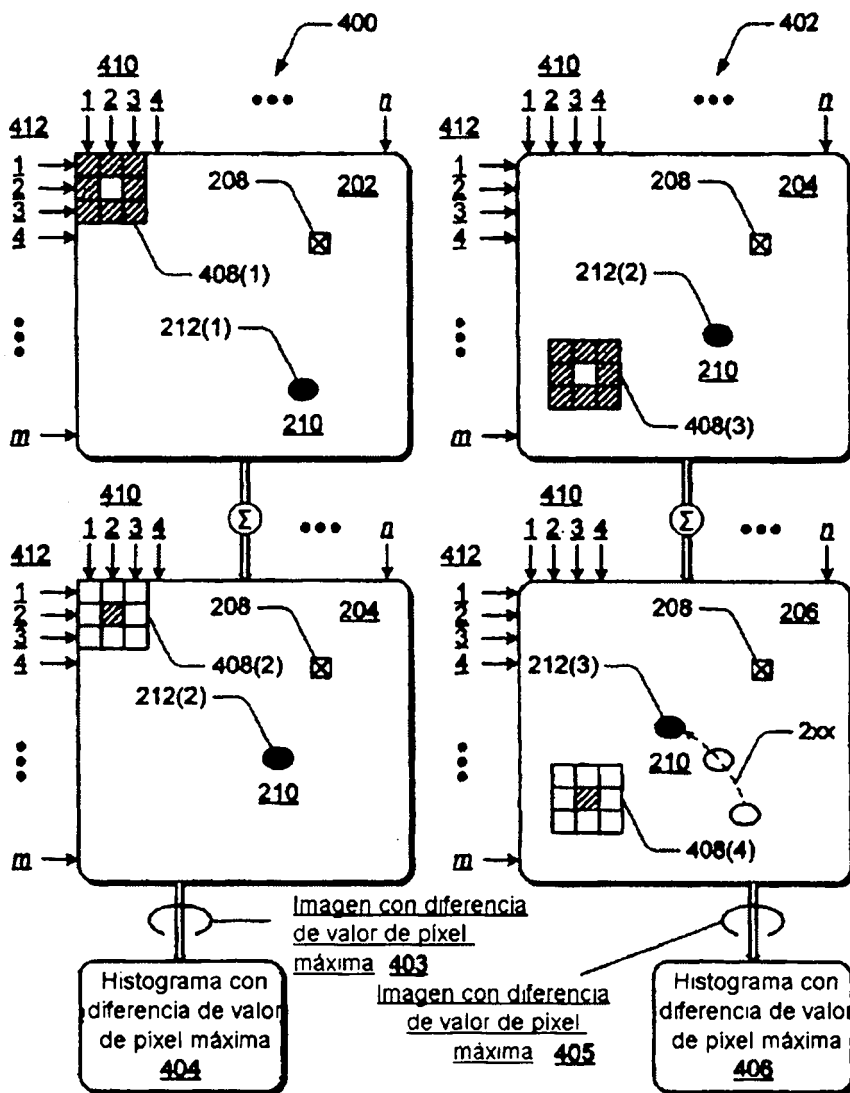


Fig. 4

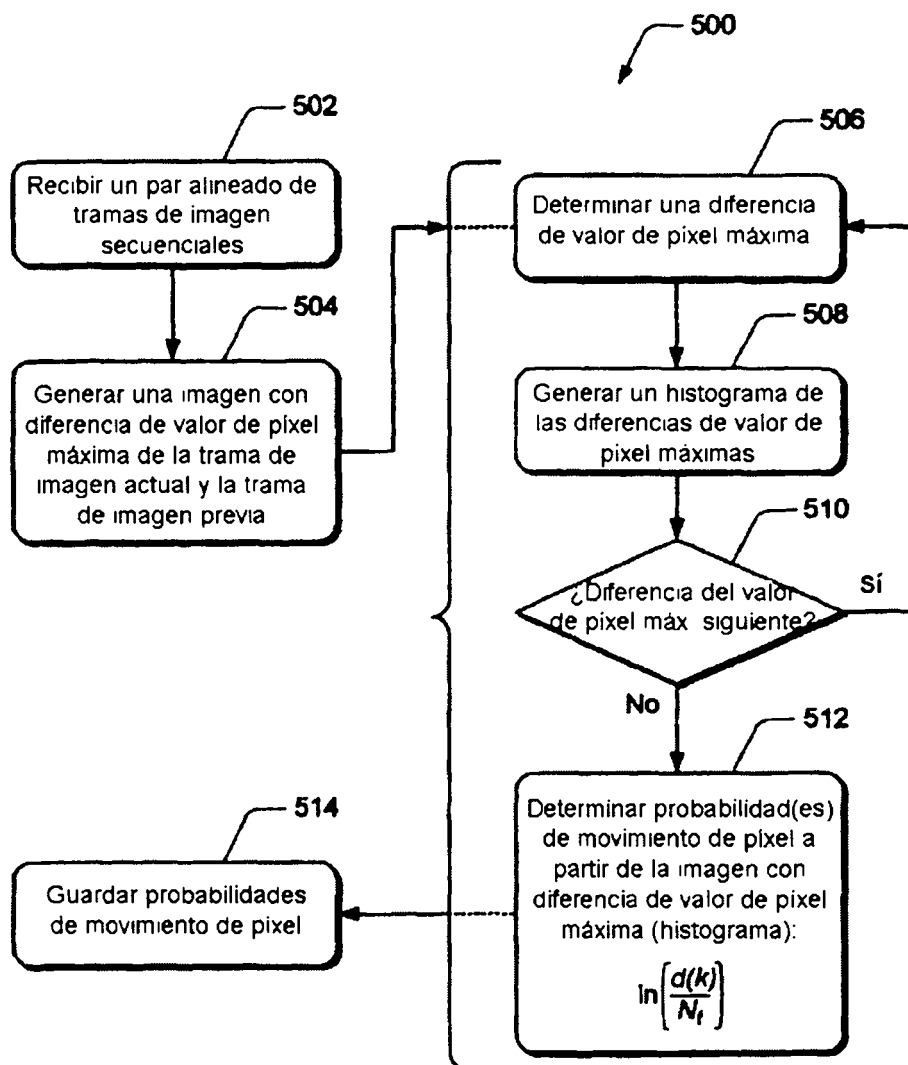


Fig. 5

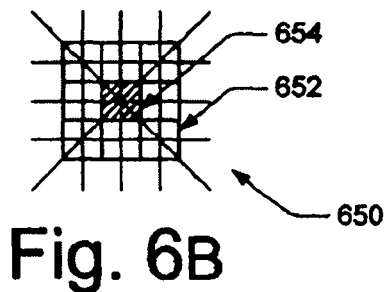
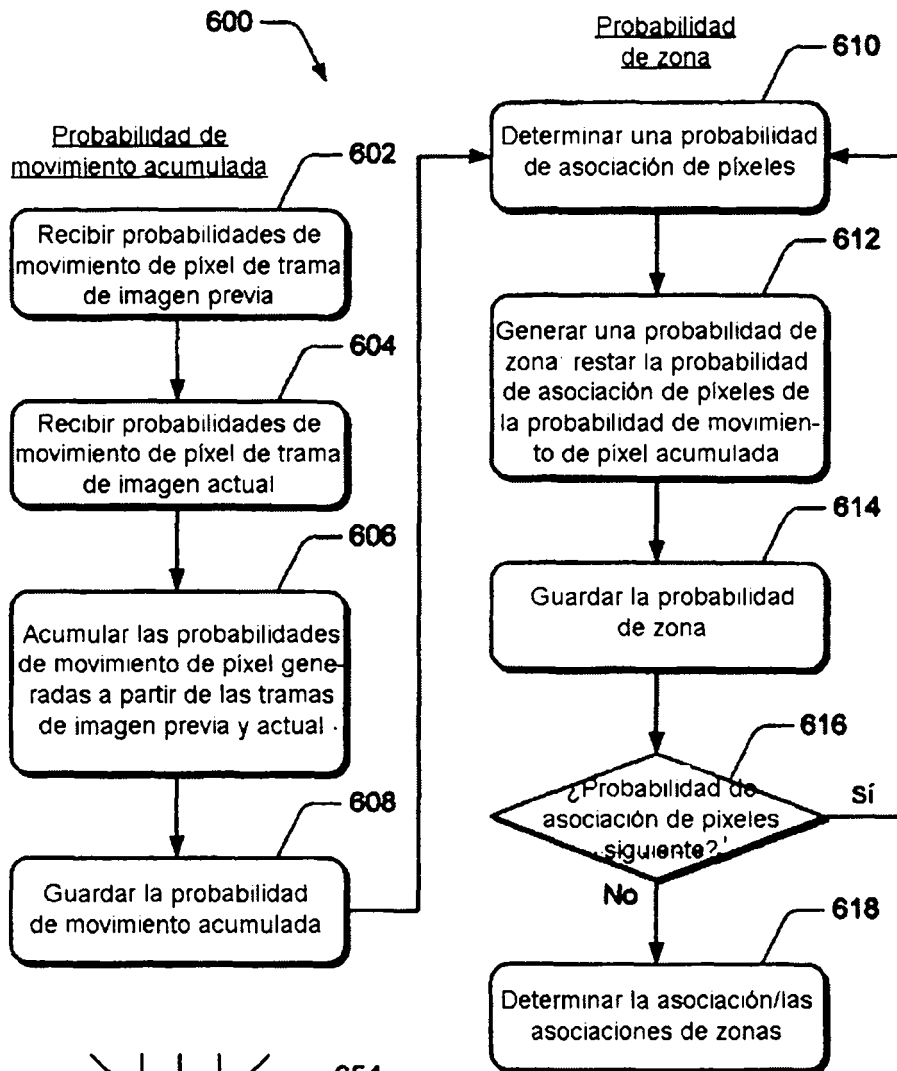


Fig. 6A

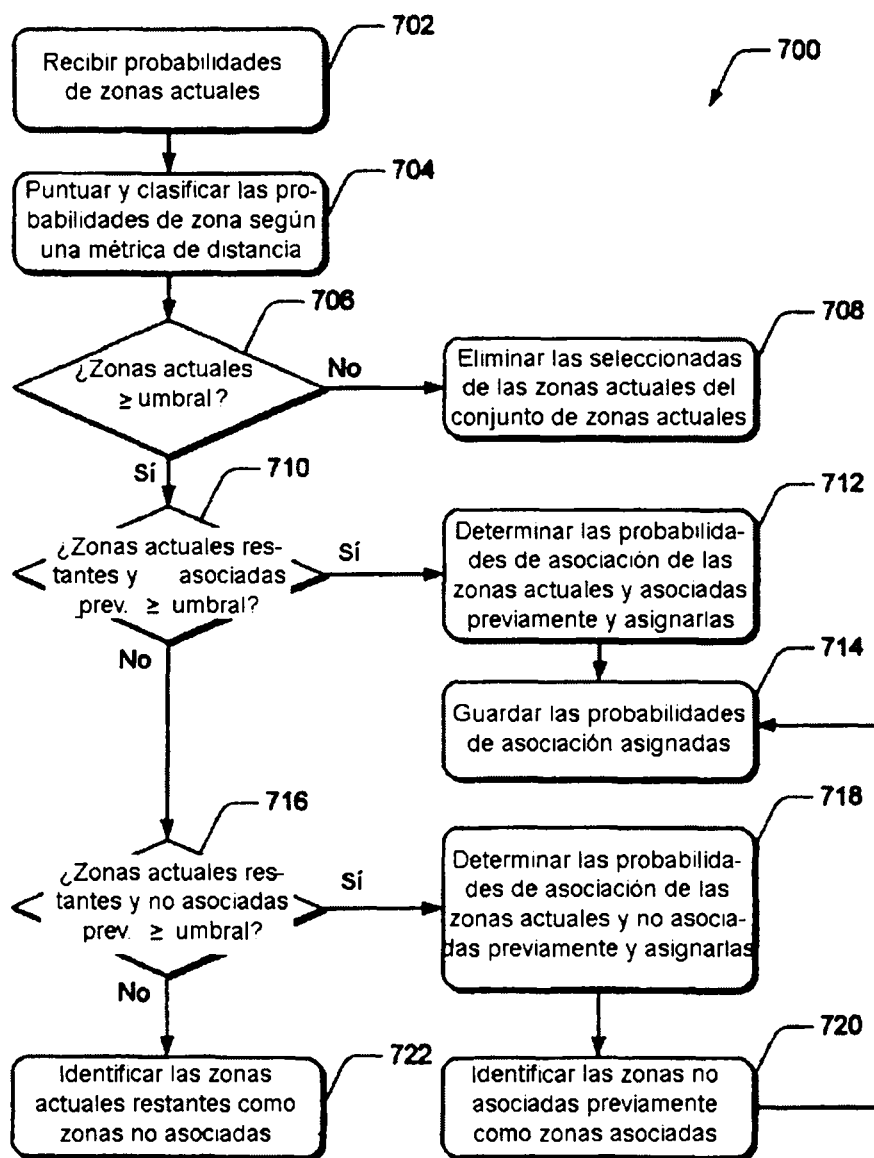


Fig. 7

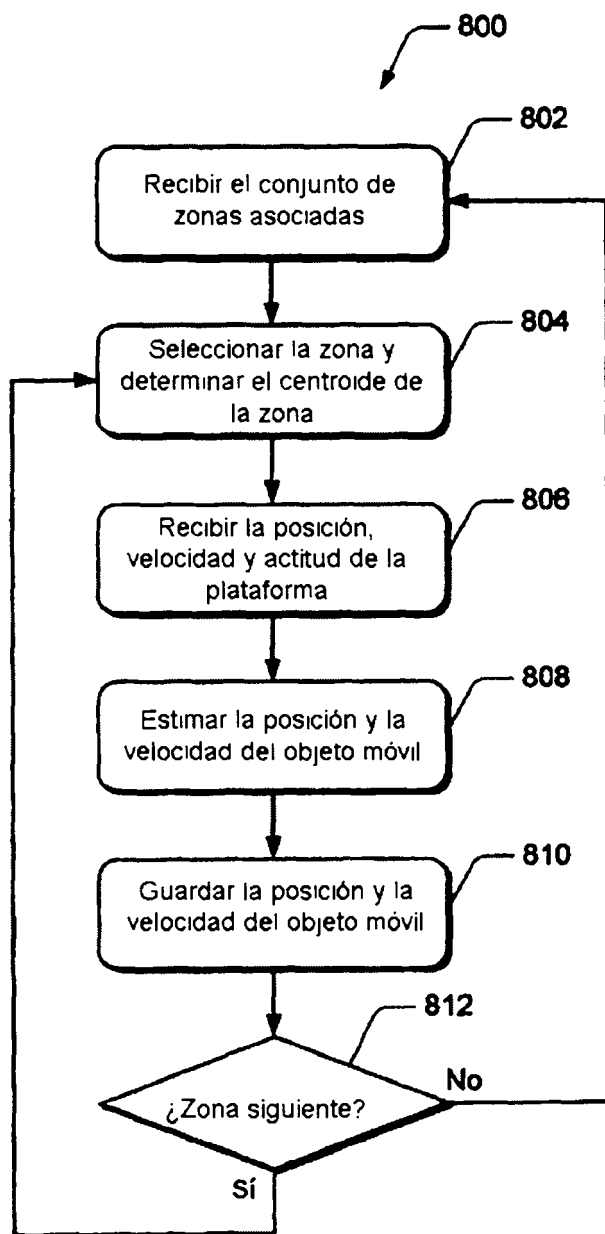


Fig. 8