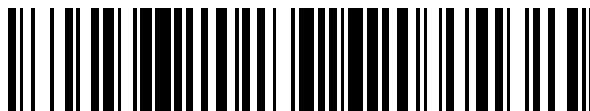


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 561 912**

21 Número de solicitud: 201431262

51 Int. Cl.:

**G08G 1/005** (2006.01)

**G08G 1/09** (2006.01)

**G08G 1/095** (2006.01)

**G06T 3/00** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

**28.08.2014**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**01.03.2016**

Fecha de la concesión:

**04.10.2016**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**11.10.2016**

73 Titular/es:

**FUNDACIÓN CENTRO DE INNOVACIÓN DE  
INFRAESTRUCTURAS INTELIGENTES (90.0%)**

**Avenida de Buendía, 11 Oficina 68**

**19005 Guadalajara (Guadalajara) ES y**

**FUNDACIÓN GENERAL DE LA UNIVERSIDAD DE  
ALCALÁ DE HENARES (10.0%)**

72 Inventor/es:

**FERNÁNDEZ LLORCA, David;**

**SOTELO VÁZQUEZ, Miguel Ángel;**

**PARRA ALONSO, Ignacio;**

**GARCÍA DAZA, Iván;**

**QUINTERO MÍNGUEZ, Raúl y**

**HYAM BORRACHERO, Pablo**

54 Título: **Procedimiento para la monitorización y gestión de seguridad en cruces peatonales y dispositivo para su realización**

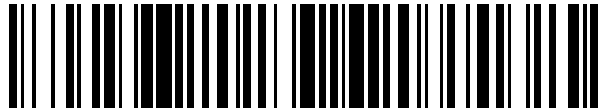
**ES 2 561 912 B1**

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 561 912**

21 Número de solicitud: 201431262

57 Resúmen:

La invención se refiere a un procedimiento para la monitorización y gestión de seguridad en cruces peatonales y al dispositivo necesario para su realización práctica. El dispositivo consta de al menos un sistema completo de monitorización (1), un sistema de transmisión de información a conductores (2) y un sistema de interacción con controladores semafóricos (3) que gestionan cruces peatonales, estando a su vez el sistema de monitorización (1) compuesto por un sistema de cámaras estereoscópicas, un sistema de iluminación artificial, un dispositivo de sincronismo, un procesador y un sistema de almacenamiento. El procedimiento utiliza las imágenes proporcionadas por las cámaras estereoscópicas de los diferentes sistemas de monitorización (1), siendo dichas imágenes analizadas por el procesador, que además está conectado a un sistema de almacenamiento. El procesador se adapta para extraer información tridimensional acerca de los objetos más relevantes presentes en la escena observada por el sistema de monitorización (1), la cual se corresponde con zonas de espera y zonas de paso de peatones en cruces peatonales. El procesador se adapta para analizar los objetos tridimensionales relevantes de las zonas analizadas y clasificarlos en peatones, vehículos y otros elementos de la vía, tales como postes, señalización y bolardos, empleando para ello sistemas de aprendizaje máquina previamente entrenados con imágenes reales y sintéticas. El sistema de iluminación artificial se activa cuando las condiciones de iluminación se encuentran por debajo de un valor predeterminado, de forma que las zonas de análisis siempre estén iluminadas de forma óptima para el funcionamiento del procedimiento de análisis. La activación del sistema de iluminación está acompañada con la adquisición de imágenes estereoscópicas a través del sistema de sincronismo. El procesador se adapta para almacenar el resultado del análisis y las imágenes estereoscópicas en el sistema de almacenamiento.

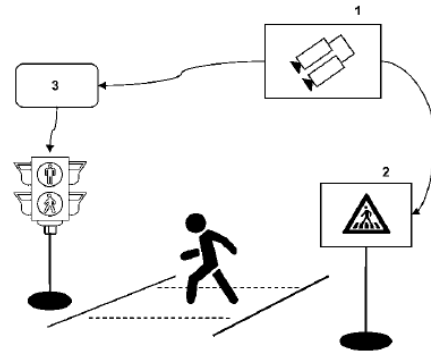


FIG. 1.

ES 2 561 912 B1

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la monitorización y gestión de seguridad en cruces peatonales y dispositivo para su realización.

5

### SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se enmarca dentro de los sistemas ópticos o de visión artificial para la monitorización de cruces peatonales y la gestión óptima de los mismos en función del número de peatones esperando para cruzar, número y velocidad de los peatones que se encuentran transitando a lo largo del cruce peatonal y tiempos de espera y cruce mínimo y máximo admisibles para la gestión del cruce peatonal. El número y velocidad de los peatones presentes en el cruce, tanto en las zonas de espera como en las zonas de cruce, se determina a partir de la información proporcionada por cámaras estereoscópicas. Igualmente, este sistema se encuadra en el sector de los sistemas de gestión de tráfico urbano, abarcando tanto la gestión de la seguridad vial en cruces peatonales como la fluidez del tráfico rodado en el entorno de los mismos.

10  
15

### ESTADO DE LA TÉCNICA

20

El procedimiento habitual para incrementar la seguridad en los cruces peatonales consiste en instalar una señal fija de peligro que alerta a los conductores sobre la presencia de un cruce peatonal unos cuantos metros más adelante. Como medida más avanzada, las señales de peligro en ocasiones son luminosas y emiten ráfagas de luz de manera que la señal se enciende y apaga para conseguir incrementar el nivel de alerta de los conductores cuando se aproximan al cruce peatonal. Sin embargo, este tipo de señal parpadeante realiza su función de forma fija, es decir, parpadea durante todo el día de forma constante, independientemente de que haya peatones en el cruce peatonal o no. Así, los conductores tienden a obviar este tipo de señales ya que estas no proporcionan ningún tipo de información diferencial o específica, convirtiéndose a la postre en una especie de señales fijas de alto coste que tan solo proporcionan una utilidad adicional en condiciones nocturnas dada la mayor visibilidad de las mismas.

25  
30

En relación con el incremento de la seguridad en los cruces peatonales regulados por semáforos, el único dispositivo instalado de forma masiva en la actualidad es el conocido pulsador que el peatón puede presionar cuando llega a un cruce peatonal y desea que el semáforo de peatón conmute a verde para dar paso al tránsito de peatones. Dicho pulsador provoca el paso a verde del semáforo peatonal en función del tiempo transcurrido desde la última conmutación del mismo. No obstante, el tiempo en verde del semáforo peatonal es fijo, y no resulta modificado en función de las circunstancias. Se obvian completamente situaciones tales como la presencia de un número excesivamente elevado de peatones esperando a cruzar, o la presencia de una persona discapacitada o de gran edad que necesita un tiempo adicional para poder transitar a través del cruce de forma segura. Igualmente, existen ocasiones en las que un peatón oprime el pulsador peatonal y a continuación procede a cruzar con anterioridad a la conmutación a verde del semáforo peatonal, de forma que cuando el semáforo conmuta a verde no hay ningún peatón esperando a cruzar, con lo que se detiene el tráfico rodado innecesariamente. No existe en el mercado ningún sistema actualmente que monitorice la presencia de peatones en las zonas de espera o de cruce para poder interactuar en consecuencia con el controlador semaforico que regula el cruce peatonal.

35  
40  
45

50

En la literatura técnica se describen algunos sistemas [Weimer, IEEE Intelligent Vehicles Symposium 2011] de carácter multisensor, basados en láser y cámaras térmicas de espectro lejano (FIR), diseñados para detectar la presencia de peatones en intersecciones. Sin embargo, este tipo de sistemas no utiliza cámaras estéreo, no envía ningún tipo de información

o aviso a conductores de vehículos en las proximidades de la intersección, ni interactúa con el controlador semafórico que regula la intersección. Existe un sistema comercial denominado SafeWalk [Favoreel 2011, IEEE International Conference on Advanced Video and Signal-based Surveillance] capaz de monitorizar la presencia de peatones utilizando una plataforma de cámaras estereoscópicas. La principal desventaja de este sistema es su estrecho campo de visión, lo cual lo hace aplicable solamente en rangos de muy corto alcance, de manera que solamente se puede utilizar para monitorizar una única zona de espera de un cruce peatonal situada en la acera. La monitorización de un cruce peatonal completo exigiría la combinación de SafeWalk con otros sistemas de otra naturaleza. Igualmente, SafeWalk no interactúa con controladores semafóricos, por lo que no dispone de la capacidad de modificar el tiempo en verde para el cruce de peatones. Ello hace que SafeWalk no pueda incrementar la seguridad vial ni tampoco pueda optimizar la fluidez del tráfico rodado en las proximidades del cruce peatonal.

No existe por tanto, hasta la fecha, ninguna publicación o patente en el marco de los sistemas de monitorización y gestión de seguridad en cruces peatonales que realice el análisis de las escenas empleando técnicas de disparidad geométrica basadas en *SemiGlobal Block Matching*, que extraigan objetos tridimensionales de interés a partir de las imágenes de disparidad utilizando técnicas de análisis geométrico, que realicen la clasificación de peatones, vehículos y otros objetos a partir de aprendizaje máquina y características geométricas y de velocidad utilizando para el entrenamiento muestras reales y sintéticas, y que interactúen con sistemas de información a conductores de vehículos y con sistemas de control de semáforos para optimizar las condiciones de seguridad en cruces peatonales.

## EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

La invención se refiere a un procedimiento para la monitorización y gestión de seguridad en cruces peatonales y al dispositivo para su implementación práctica. Los cruces peatonales están indicados por marcas viales sobre el asfalto que pueden consistir en pasos de cebra o en líneas de cruce (*pelikan crossing*) en aquellos casos en los que el cruce peatonal está regulado por semáforo. El objetivo fundamental es incrementar la seguridad en los cruces peatonales a la vez que se optimiza la fluidez del tráfico rodado en los mismos. Para ello, la invención realizada analiza el estado del cruce peatonal, obteniendo el número, velocidad y dirección de los peatones existentes en las zonas de espera y de paso del cruce peatonal, así como el número, velocidad y dirección de los vehículos que se acercan de forma inminente a dicho cruce peatonal. En función de las condiciones del cruce peatonal relativas a la presencia de peatones en el mismo, se procede a enviar señales visuales de precaución dirigidas hacia los conductores de los vehículos que se aproximan al cruce peatonal. Igualmente, si el cruce está regulado por semáforo, se interactúa con el sistema de control (3) del mismo de forma que se modula el tiempo en verde de cruce de peatones dentro de un valor mínimo y máximo preestablecido, con el objetivo de mejorar el confort y la seguridad de los peatones durante su tránsito a través del cruce peatonal, por una parte, y de optimizar la fluidez del tráfico rodado en las proximidades del cruce peatonal, por otra.

La invención consiste en un procedimiento y un dispositivo para su implementación práctica. El dispositivo consta de un sistema de monitorización (1) por cada zona de análisis, entendiéndose como tales las zonas de espera y las zonas de tránsito de cruces peatonales. Dependiendo de las características geométricas del cruce, puede llegarse a utilizar un único sistema de monitorización (1) que cubre la zona de tránsito y las dos zonas de espera del cruce peatonal. El dispositivo se completa con un sistema de información (2) a conductores de vehículos y un sistema de interacción con regulador semafórico (3) que tienen por objetivo respectivamente informar a los conductores de los vehículos que se aproximan al cruce peatonal acerca de la presencia de peatones en las zonas de espera y/o tránsito del mismo, así como regular el tiempo en verde del semáforo que controla el tiempo de tránsito de peatones

5 en el cruce peatonal. Cada sistema de monitorización (1) consta de dos cámaras digitales (4),  
 un sistema de iluminación artificial (5), un sistema de sincronismo (6), un procesador (7) y un  
 sistema de almacenamiento (8). Las cámaras (4) adquieren imágenes estereoscópicas (9) de  
 la zona analizada, entendiéndose como tal una zona de espera, una zona de tránsito o la  
 10 conjunción de dos zonas de espera y una zona de tránsito. Las imágenes estereoscópicas  
 adquiridas constituyen la entrada al procedimiento de análisis que realiza la detección de  
 peatones, vehículos y otros objetos (12) de la vía, tales como postes, señalización vertical y  
 bolardos. Por cada objeto se determina su posición, velocidad y dirección. Como parte del  
 procedimiento, se calcula el tiempo óptimo en verde necesario para mejorar el confort y la  
 15 seguridad de los peatones durante su tránsito a través del cruce peatonal, al tiempo que se  
 evitan situaciones de apertura del semáforo en el caso de que no haya ningún peatón  
 esperando para cruzar o transitando a través de la zona de paso del cruce peatonal. Todo ello  
 redundará en una gestión óptima del cruce peatonal que no solo incrementa la seguridad vial de  
 los usuarios vulnerables de la carretera, sino que también optimiza la fluidez del tráfico rodado  
 en las proximidades del cruce peatonal.

### **Cámaras digitales**

20 Se trata de al menos dos cámaras digitales (4) por cada sistema de monitorización (1),  
 ubicadas en una carcasa industrial aislada, especialmente diseñada para exteriores sobre un  
 soporte en poste, o en báculo o en pared. Las cámaras deberán estar posicionadas de manera  
 que se capturen imágenes estereoscópicas (9) sincronizadas de las zonas de espera y/o de las  
 zonas de paso de cruces peatonales en las que resulten visibles los peatones que esperan o  
 25 transitan a través del cruce peatonal. La cámara digital puede tener salida de formato  
 IEEE1394, IEEE1394-B, USB o Ethernet. La cámara proporciona imágenes en blanco y negro  
 o color con una resolución mínima de 640x480 píxeles, de forma que se puedan apreciar los  
 peatones con suficiente resolución.

### **Procesador de imágenes**

30 Este sistema está basado en un ordenador industrial, o en una tarjeta electrónica con  
 procesadores tipo DSP o FPGAs. En el procesador de imágenes (7) se realizan todas las  
 funciones necesarias para controlar el proceso de captura de imágenes (9) y almacenamiento  
 en memoria (8), pre-procesamiento, extracción de características de las zonas de interés, la  
 35 clasificación de clase entre peatones y vehículos (12) y por último el almacenamiento de la  
 información en una unidad de almacenamiento (8). Todo el proceso está regulado por el  
 software implementado en el procesador de imágenes (7). En líneas generales se realizan las  
 siguientes funciones:

- 40 - Envío de órdenes para captura y almacenamiento de imágenes estereoscópicas (9).
- Ejecución de los algoritmos para el preprocesamiento de las imágenes.
- Ejecución de cualquier método para la obtención de imágenes de disparidad geométrica a partir de imágenes tridimensionales (10).
- 45 - Obtención de las regiones tridimensionales de interés (11) donde se ubican los peatones dentro de las escenas de monitorización a partir de las imágenes de disparidad.
- Análisis de las regiones tridimensionales de interés empleando técnicas de carácter geométrico (11) y de aprendizaje máquina para su clasificación (12)
- 50 entre peatones, vehículos y otros objetos de la vía, tales como postes, señalización vertical y bolardos.
- Seguimiento de los objetos detectados empleando técnicas de filtrado Bayesiano (13).

- Cálculo del tiempo óptimo en verde para el cruce de peatones a partir de las condiciones medidas en el mismo en función de unos tiempos mínimo y máximo preestablecidos.
- Envío de información a conductores de vehículos (15) acerca de la presencia de peatones esperando a cruzar o transitando a través del cruce peatonal.
- Interactuación con el sistema de gestión del controlador semafórico (16) que regula el cruce peatonal.
- Almacenamiento de información relativa a los peatones y vehículos detectados (8).

### **Sistema de iluminación artificial**

Se trata de un sistema que emite luz visible o luz infrarroja, debiendo existir un sistema de iluminación artificial (5) por cada sistema de monitorización (1) que analiza ya sea una zona de espera o una zona de tránsito o la conjunción de dos zonas de espera y una zona de tránsito. El sistema de iluminación artificial (5) será activado solamente en caso de que las condiciones de iluminación ambiente del cruce peatonal no alcancen unos valores mínimos aceptables para el correcto funcionamiento del procedimiento de análisis de imágenes proporcionadas por las cámaras del sistema de monitorización de cruces. La potencia del sistema de iluminación puede resultar variable en función de las dimensiones de la zona a analizar por parte del sistema de monitorización. La activación del sistema de iluminación artificial está sincronizada con la toma de imágenes estereoscópicas del sistema de monitorización a partir de un sistema de sincronismo basado en un microprocesador o microcontrolador externo al procesador.

### **Sistema de información a conductores de vehículos**

Se trata de un sistema que emite un mensaje visual de aviso o precaución dirigido hacia los conductores de los vehículos (15) que se aproximan al cruce peatonal que está siendo monitorizado por el sistema. Se colocará un sistema de información a conductores por cada sentido de avance hacia el cruce monitorizado. Así, en vías de doble sentido de circulación se ubicarán dos sistemas de información a conductores, uno por cada sentido de circulación, mientras que en vías de sentido único se ubicará un único sistema de información a conductores, salvo en aquellos casos en los que la vía disponga de más de dos carriles, en cuyo caso se ubicarán dos sistemas de información a conductores para optimizar su visualización, uno a cada lado de la vía. El sistema de información a conductores de vehículos está instalado sobre un poste o báculo y es totalmente visible desde la posición de un conductor de un vehículo a una distancia mínima de 50 metros.

### **Sistema de interacción con controlador semafórico**

Se trata de un sistema que interactúa entre el procesador y el sistema de control del semáforo que regula los tiempos de tránsito en el cruce peatonal. El sistema de interacción con controlador semafórico (16) adapta las señales proporcionadas por el procesador a los niveles, duración y protocolo de las señales que maneja el controlador semafórico. Este sistema está basado en un sistema microcontrolador o microprocesador.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

La figura 1 muestra una visión en perspectiva de un cruce peatonal en el que se encuentra un peatón cruzando. En dicho cruce peatonal existe un dispositivo compuesto por un sistema de monitorización del cruce peatonal (1) que está conectado a un sistema de información (2) a conductores de vehículos que se aproximan al cruce peatonal y a un sistema de interacción (3) con el controlador de un semáforo que regula el cruce peatonal.

La figura 2 muestra la composición del dispositivo de monitorización del cruce peatonal (1) en la que se incluyen dos cámaras digitales (4) encargadas de adquirir una imagen estereoscópica de la zona de análisis, un sistema de iluminación artificial (5) que emite luz visible o infrarroja para garantizar que el nivel de iluminación de la escena es adecuado, un sistema de sincronismo (6) que garantiza la adquisición sincronizada de imágenes de las cámaras digitales (4), un procesador de imágenes (7) en el que se procesa el procedimiento general para la monitorización y gestión de seguridad en cruces peatonales y un sistema de almacenamiento (8) conectado al procesador digital.

La figura 3 muestra el procedimiento general para la monitorización y gestión de seguridad de cruces peatonales. El procedimiento comienza con la adquisición de dos imágenes (9) procedentes de la cámaras digitales (4). A continuación se crea la imagen de disparidad geométrica empleando la técnica Semiglobal Block Matching o cualquier otra técnica de cálculo de disparidad geométrica (10). En el siguiente paso se procede a obtener los objetos tridimensionales relevantes en la escena, empleando para ello técnicas geométricas y de velocidad de los objetos (11). A continuación se realiza la categorización o clasificación de los diversos objetos en la escena utilizando técnicas de aprendizaje máquina basados en un proceso de entrenamiento que utiliza imágenes reales y sintéticas (12). Los objetos se clasifican en peatones, vehículos y otros objetos de la vía, tales como postes, señalización vertical y bolardos. A partir de los objetos clasificados se realiza la detección y seguimiento de los peatones (13) que se encuentran en las zonas de espera y/o en la zona de tránsito del cruce peatonal. Igualmente, se realiza la detección y seguimiento de los vehículos que se encuentran en la proximidad del cruce peatonal. En los últimos pasos del procedimiento se realizan dos procesos en paralelo: por una parte, se interactúa con un sistema de información (2) que envía información visual a los conductores de los vehículos que se aproximan al cruce peatonal (15). Dicha información les avisa de la presencia de peatones esperando o transitando en el cruce peatonal. Al mismo tiempo, se interactúa con el sistema de control (3) del semáforo que regula el cruce peatonal con el objetivo de optimizar el tiempo en verde de cruce de peatones (16).

## **MODO DE REALIZACIÓN**

El dispositivo para la monitorización y gestión de seguridad en cruces peatonales consta de un sistema de monitorización (1) por cada zona de análisis del cruce peatonal, entendiéndose como tal las zonas de cruce y las zonas de espera, pudiendo gestionar dos zonas de espera y una zona de cruce conjuntamente en un solo sistema de monitorización (1) en función de las características geométricas del cruce peatonal. Cada sistema de monitorización (1) consta de dos cámaras digitales (4) instaladas en una carcasa industrial para exteriores sobre un soporte en poste, en báculo o en pared. Las cámaras (4) pueden ser en color o en niveles de gris, con una resolución mínima de 320x240 píxeles, y una resolución recomendada de al menos 640x480 píxeles. Las cámaras (4) se componen cada una de una óptica con una distancia focal que será función de la distancia entre la cámara y la zona a analizar. Así, por ejemplo, para cámaras instaladas a 3-4 metros de altura la distancia focal estará entre los márgenes de 2,5-4mm. Las cámaras (4) disponen de un sensor de estado sólido que puede ser tanto CCD como CMOS. El posicionamiento de las cámaras (4) se puede definir para obtener tanto imágenes de una única zona de espera o cruce, como de dos zonas de espera y una zona de cruce conjuntamente. Las cámaras (4) se interconectan con el procesador de imágenes (7) a través de interfaz tipo Firewire o USB o Camera Link o GigE Vision. Para obtener imágenes con suficiente contraste en condiciones de iluminación baja, se dispone de un sistema de iluminación artificial (5) que puede ser tanto infrarrojo como visible. Dicho sistema de iluminación (5) se activará de forma automática mediante una fotocélula que monitorice las condiciones actuales de iluminación en todo momento. El procesador (7) está conectado con un sistema de almacenamiento (8) de datos tipo disco duro o memoria de estado sólido preferiblemente. El procesador (7) se encarga de procesar las imágenes capturadas por las cámaras (4), y se trata de un PC industrial o de una tarjeta electrónica

5 basada en DSPs o FPGAs. El procesador de imágenes (7) implementa un procedimiento específico de reconocimiento de peatones, vehículos y otros objetos de la vía. El dispositivo consta igualmente de un sistema de información a conductores de vehículos (2), basado en una señal de información instalada sobre un poste o báculo y que resulta totalmente visible desde la posición de un conductor de un vehículo a una distancia mínima de 50 metros. Se instala un sistema de información a conductores (2) por cada sentido de circulación de vehículos. En caso de vías con sentido de circulación único con más de dos carriles, se instala un sistema de información (2) a cada lado de la vía para optimizar la percepción de los mismos por parte de los conductores de vehículos. El dispositivo también cuenta con un sistema de interacción con controladores de semáforos (3) que regulan los cruces peatonales. Dicho sistema se implementa sobre una tarjeta basada en microcontrolador o microprocesador, y tiene por misión la modulación del tiempo en verde de cruce de peatones en cruces peatonales regulados por semáforo.

15 El procedimiento para la monitorización y gestión de seguridad en cruces peatonales está caracterizado por la obtención de una o varias imágenes estereoscópicas (9) de las zonas de espera en cruces peatonales señalizados, estando dichas zonas de espera generalmente ubicadas en una zona de acera o en la mediana de una avenida o paseo. De la misma forma, se obtienen una o varias imágenes estereoscópicas de la zona de paso de peatones en cruces peatonales señalizados. A continuación, se crea una imagen tridimensional de disparidad geométrica empleando la técnica denominada *SemiGlobal Block Matching (SGM)* u otra técnica similar de cálculo de imagen de disparidad geométrica a partir de imágenes estereoscópicas (10). Ello permite obtener los elementos tridimensionales de interés presentes en la escena analizada a partir de la representación tridimensional de las zonas de espera y paso de peatones (11) utilizando técnicas de resta de fondo, filtrado por altura e integración temporal con los elementos tridimensionales detectados en instantes de tiempo anteriores. Se procede a continuación a realizar la discriminación entre elementos tridimensionales de la escena correspondientes a peatones, vehículos y objetos fijos de la infraestructura utilizando técnicas de análisis geométrico, cálculo de velocidad y aprendizaje máquina para reconocer la forma de peatones y vehículos, distinguiéndolas de objetos tales como farolas, postes de semáforos o señales de tráfico, o bolardos, empleando para ello un clasificador entrenado tanto con muestras reales como sintéticas (12). El siguiente paso es la detección de la presencia de peatones en las zonas de espera y en las zonas de paso en cruces peatonales señalizados, así como el seguimiento de sus trayectorias empleando técnicas de filtrado de carácter Bayesiano (13). Igualmente, se realiza la detección de la presencia de vehículos en las proximidades de las zonas de cruce peatonal y seguimiento de sus trayectorias empleando técnicas de filtrado de carácter Bayesiano. El resultado obtenido permite interactuar con un sistema de información (2) que alerta a los conductores de los vehículos (15) acerca de la presencia de uno o varios peatones esperando en la zona de espera o transitando a lo largo de la zona de paso de peatones del cruce peatonal. De forma alternativa o complementaria, se calcula la duración óptima del tiempo en verde del semáforo que regula el tiempo de paso de peatones en función del número de peatones presentes en el cruce peatonal, la velocidad de tránsito de los mismos y las condiciones de seguridad. A partir de dicho cálculo, se procede a interactuar con un sistema de gestión de información (3) que permite modificar la duración del tiempo en verde del semáforo (16) que regula el tiempo de paso de peatones en función del tiempo óptimo necesario para incrementar la seguridad en el cruce peatonal.

## APLICACIÓN INDUSTRIAL

50 La patente objeto de esta invención tiene su campo de aplicación en la industria de los sistemas inteligentes de transporte, así como en el ámbito de las empresas encargadas del control y regulación de tráfico en zonas urbanas en las que la gestión de cruces peatonales y semáforos resulta esencial para incrementar la seguridad vial y la fluidez del tráfico urbano.



**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la monitorización y gestión de seguridad en cruces peatonales caracterizado por comprender las siguientes etapas:
- 5
- a. Obtención de una o varias imágenes estereoscópicas (9) de las zonas de espera en cruces peatonales señalizados, estando dichas zonas de espera generalmente ubicadas en una zona de acera o en la mediana de una avenida o paseo.
  - 10 b. Obtención de una o varias imágenes estereoscópicas (9) de la zona de paso de peatones en cruces peatonales señalizados.
  - c. Creación de una imagen tridimensional de disparidad geométrica empleando la técnica denominada *SemiGlobal Block Matching (SGM)* u otra técnica similar de cálculo de imagen de disparidad geométrica a partir de imágenes estereoscópicas (10).
  - 15 d. Obtención de los elementos tridimensionales de interés presentes en la escena analizada a partir de la representación tridimensional de las zonas de espera y paso de peatones utilizando técnicas de resta de fondo, filtrado por altura e integración temporal con los elementos tridimensionales detectados en instantes de tiempo anteriores (11).
  - 20 e. Discriminación entre elementos tridimensionales de la escena correspondientes a peatones, vehículos y objetos fijos de la infraestructura utilizando técnicas de análisis geométrico, cálculo de velocidad y aprendizaje máquina para reconocer la forma de peatones y vehículos, distinguiéndolas de objetos tales como farolas, postes de semáforos o señales de tráfico, o bolardos, empleando para ello un clasificador entrenado tanto con muestras reales como sintéticas (12).
  - 25 f. Detección de la presencia de peatones en las zonas de espera y en las zonas de paso en cruces peatonales señalizados, así como el seguimiento de sus trayectorias empleando técnicas de filtrado de carácter Bayesiano (13).
  - 30 g. Detección de la presencia de vehículos en las proximidades de las zonas de cruce peatonal y seguimiento de sus trayectorias empleando técnicas de filtrado de carácter Bayesiano (13).
  - 35 h. Interactuación con un sistema de información que permite alertar a los conductores de los vehículos acerca de la presencia de uno o varios peatones esperando en la zona de espera o transitando a lo largo de la zona de paso de peatones del cruce peatonal (15).
  - 40 i. Cálculo de la duración óptima del tiempo en verde del semáforo que regula el tiempo de paso de peatones en función del número de peatones presentes en el cruce peatonal, la velocidad de tránsito de los mismos y las condiciones de seguridad (16).
  - 45 j. Interactuación con un sistema de gestión de información que permite modificar la duración del tiempo en verde del semáforo que regula el tiempo de paso de peatones en función del tiempo óptimo necesario para incrementar la seguridad en el cruce peatonal (16).
2. Dispositivo para la monitorización y gestión de seguridad en cruces peatonales que, utilizando el procedimiento de la reivindicación [1], se caracteriza porque comprende uno o varios sistemas de monitorización (1) de zonas de espera o zonas de paso de peatones en cruces peatonales, un sistema de transmisión de información (2) a conductores de vehículos y un sistema de interacción con controladores semafóricos (3).
- 50

- 5
3. Dispositivo de monitorización de zonas de espera o zonas de paso de peatones en cruces peatonales según las reivindicaciones [1] y [2] que se caracteriza porque comprende dos cámaras (4), un sistema de iluminación artificial (5), un sistema de sincronismo (6), un procesador (7) y un sistema de almacenamiento (8).
- 10
4. Dispositivo de monitorización de zonas de espera o zonas de paso de peatones en cruces peatonales según las reivindicaciones [1], [2] y [3], que se caracteriza por un sistema de iluminación artificial (5) de naturaleza visible o infrarroja que se activa a partir de la señal que le envía el sistema de sincronismo (7), en coherencia y sincronía con la adquisición de imágenes que realizan las dos cámaras (4).
- 15
5. Dispositivo de monitorización de zonas de espera o zonas de paso de peatones en cruces peatonales según las reivindicaciones [1], [2] y [3], que se caracteriza por un procesador (7) que se adapta para interactuar con el sistema de información (2) para el aviso a conductores sobre la presencia de peatones en las zonas de espera o de paso de un cruce peatonal, así como con el sistema de gestión (3) de información que permite modificar el tiempo en verde para el paso de peatones en cruces peatonales controlados por semáforos.
- 20
6. Dispositivo de monitorización de zonas de espera o zonas de paso de peatones en cruces peatonales según las reivindicaciones [1], [2] y [3], que se caracteriza por un procesador (7) que se adapta para que el resultado de la detección de vehículos y peatones, así como las imágenes estereoscópicas correspondientes a las zonas de espera y de paso de peatones de cruces peatonales se almacenen en un dispositivo de almacenamiento (8) para su uso posterior.
- 25
7. Dispositivo de monitorización de zonas de espera o zonas de paso de peatones en cruces peatonales según las reivindicaciones [1] y [2] que se caracteriza porque comprende un sistema de información (2) que permite enviar un mensaje visual de aviso a los conductores de los vehículos que se aproximan a un cruce peatonal, informando a dichos conductores acerca de la presencia de peatones en la zona de espera o en la zona de paso de dicho cruce peatonal.
- 30
8. Dispositivo de monitorización de zonas de espera o zonas de paso de peatones en cruces peatonales según las reivindicaciones [1] y [2] que se caracteriza porque comprende un sistema de gestión (3) de información que permite modificar el tiempo en verde correspondiente al paso de peatones en un cruce peatonal controlado por semáforos.
- 35

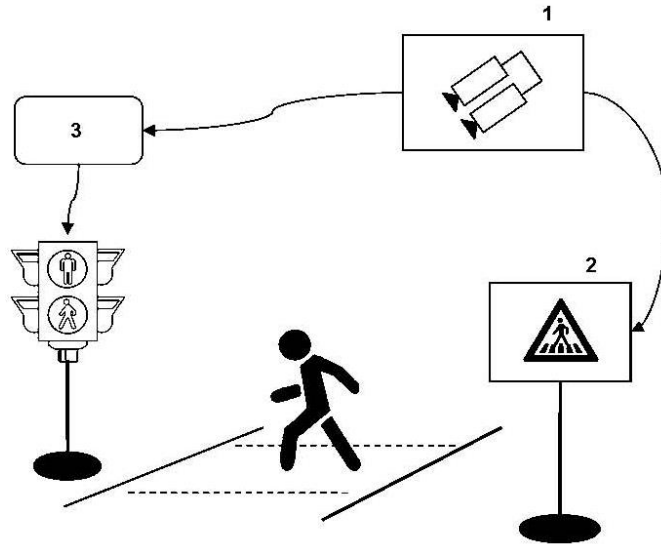


FIG. 1.

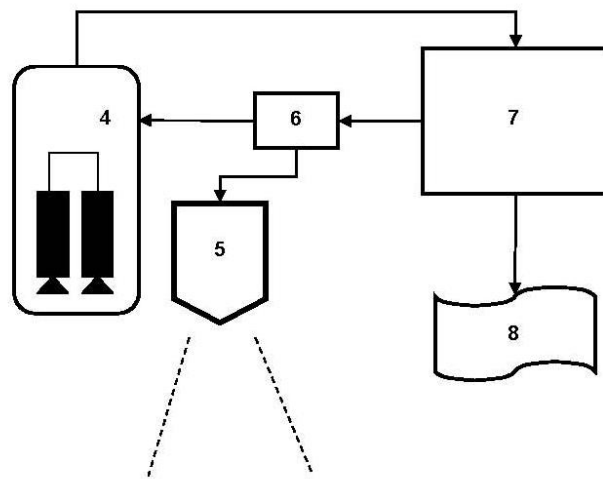


FIG. 2.

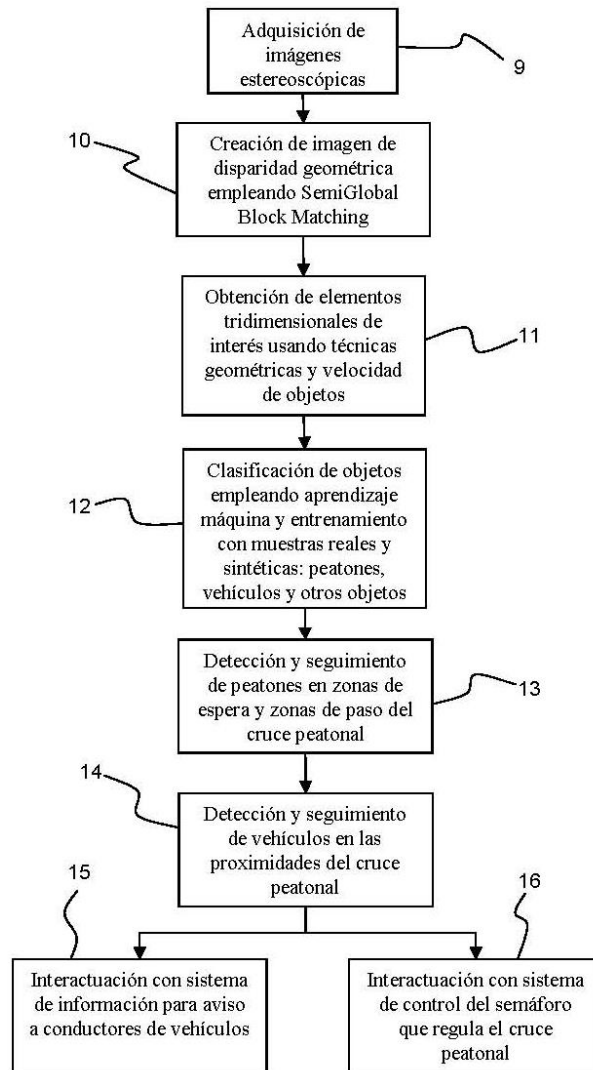


FIG. 3.



- ②① N.º solicitud: 201431262  
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 28.08.2014  
 ③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X A	TU-SUNG et al, "Road Environment Recognition Method in Complex Traffic Situations Based on Stereo Vision", 2012, International Conference on ITS Telecommunications, DOI: 10.1109/ITST.2012.6425161, IEE, páginas: 180184.	1 2-8
X A	ES 2370198 A1 (UNIV ALCALA HENARES) 13.12.2011, página 4, línea 8 – página 5, línea 27; figura 1.	2-8
A	KR 2001010103326 A (NAM GI SIK) 23.11.2001, resumen; figuras. Extraída de la base de datos WPI en EPOQUE.	1-8
A	EP 2211321 A1 (HELLA KGAA HUECK & CO) 28.07.2010, resumen; figuras. Extraída de la base de datos EPODOC en EPOQUE.	1-8
A	JP 2012221271 A (NIPPON SIGNAL CO LTD) 12.11.2012, resumen; figuras. Extraída de la base de datos EPODOC en EPOQUE.	1-8

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia  
 Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría  
 A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita  
 P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud  
 E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
23.02.2015

Examinador  
P. Pérez Fernández

Página  
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**G08G1/005** (2006.01)

**G08G1/09** (2006.01)

**G08G1/095** (2006.01)

**G06T3/00** (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G08G, G06T

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, PAJ

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 23.02.2015

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1,7	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 2-6,8	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-8	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	TU-SUNG et al., "Road Environment Recognition Method in Complex Traffic Situations Based on Stereo Vision", 2012, International Conference on ITS Telecommunications, DOI: 10.1109/ITST.2012.6425161, IEE, páginas: 180184.	
D02	ES 2370198 A1 (UNIV ALCALA HENARES)	13.12.2011
D03	KR 2001010103326 A (NAM GI SIK)	23.11.2001

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

Falta de Novedad

Reivindicación nº 2

Con referencia a las reivindicaciones nº 2-8, el documento D02 se considera como el más próximo del Estado de la Técnica. Dicho documento D02 hace referencia a "un sistema para el control inteligente de los tiempos de apertura y cierre de un semáforo que gobierna un cruce peatonal" y contiene:

-varios sistemas de monitorización (1) de las zonas de espera en un cruce peatonal (ver página 5, líneas 13, 14; figura 1).

-un sistema de interacción con controladores semafóricos (5) (ver página 5, líneas 22, 23; figura 1).

El objeto de la invención recogido en la reivindicación nº 2 deriva directamente y sin ningún equívoco del documento D02.

Por tanto, la reivindicación nº 2 carece de Novedad (Art 6.1 LP).

Reivindicación nº 3

Las características de la reivindicación nº 3 se encuentran ya en el documento D02 (ver página 5, líneas 13-20; figura 1).

Por consiguiente, la reivindicación nº 3 carece de Novedad (Art 6.1 LP).

Reivindicación nº 4

El objeto de la invención recogido en la reivindicación nº 4 aparece en el documento D02 (ver página 4, líneas 17-23; figura 1). En consecuencia, la reivindicación nº 4 carece de Novedad (Art 6.1 LP).

Reivindicaciones nº 5, 6, 8

Las características de las reivindicaciones nº 5, 6, 8 se encuentran ya en el documento D02 (ver página 4, líneas 31-46; figura 1). Por tanto, las reivindicaciones nº 5,6, 8 carecen de Novedad (Art 6.1 LP).

Falta de Actividad Inventiva

Reivindicación nº1

El documento D01 hace referencia a "un método de reconocimiento del entorno de una carretera basado en visión estereoscópica" y comprende::

-la obtención de imágenes estereoscópicas de las zonas de espera y paso de cruces peatonales.

-la creación de una imagen tridimensional de disparidad geométrica empleando la técnica denominada "SemiGlobal Block Matching" (SGBM).

-la detección de obstáculos.

El resto de las etapas contenidas en la reivindicación nº1 no se considera que requieran ningún esfuerzo inventivo para un experto en la materia. Por consiguiente, la reivindicación nº 1 carece de Actividad Inventiva (Art 8 LP).

Reivindicación nº 7

La existencia de un sistema de información que envíe un mensaje visual de aviso a los vehículos que se aproximan a un cruce peatonal es una medida considerada obvia para un experto en la materia. No obstante y para ilustrar este criterio de obviedad puede verse el documento D03 (resumen; figuras 2-4).