

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 945 310**

51 Int. Cl.:

**B61L 23/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.09.2012 PCT/EP2012/068346**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.04.2013 WO13045315**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2012 E 12759729 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.03.2023 EP 2760724**

54 Título: **Método y sistema para determinar la disponibilidad de una vía para un vehículo guiado**

30 Prioridad:

**30.09.2011 EP 11290457**

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

**30.06.2023**

73 Titular/es:

**SIEMENS MOBILITY S.A.S. (100.0%)  
150, Avenue de la République  
92320 Châtillon, FR**

72 Inventor/es:

**MURA, JEAN-POL;  
FORNI, VIRGINIE y  
NOGUEIRA ALVES, CLARA**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 945 310 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

Método y sistema para determinar la disponibilidad de una vía para un vehículo guiado

5 La presente invención se refiere a un método y un sistema para determinar la disponibilidad de una vía para un vehículo guiado según el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 14.

10 Por "vehículo guiado" se hace referencia en particular, a los medios de transporte público como autobuses, trolebuses, tranvías, metros, trenes o unidades de tren, etc., y a los medios de transporte de carga como, por ejemplo, puentes grúa, para los que el tema de la seguridad es muy importante y para los que el guiado está asegurado por al menos un carril que define al menos una vía, es decir, al menos un itinerario o camino seguido por dicho medio de transporte. En particular, la presente invención se refiere al campo ferroviario, en particular a los medios de transporte completamente automáticos, así como a los medios de transporte equipados con un sistema de control basado en la comunicación a distancia, por ejemplo, los trenes equipados con un sistema de control de trenes por radio, comúnmente llamado "Control de trenes basado en comunicaciones" (CBTC).

15 Un importante criterio de seguridad relativo al desplazamiento de un vehículo guiado es la determinación de la disponibilidad del tramo de vía que va a recorrer dicho vehículo guiado. En efecto, cada vehículo guiado sólo está autorizado a circular sobre un tramo de vía si y sólo si ésta está disponible, es decir, está libre de cualquier obstáculo que pueda entorpecer el desplazamiento de dicho vehículo guiado o menoscabar su seguridad. Esta determinación de la disponibilidad de un tramo de vía garantiza principalmente una distancia mínima de separación entre dos vehículos guiados y es un criterio clave para gestionar el tráfico de vehículos guiados en una red de circulación.

20 La determinación de disponibilidad de una vía se puede realizar por diversos medios conocidos por el experto en la materia. Por ejemplo, el circuito de vía es un dispositivo capaz de detectar la presencia de un vehículo guiado sobre los carriles de un tramo de vía o un bloque al utilizar el contacto de una primera rueda del vehículo guiado con un primer carril de dicho tramo de vía, y una segunda rueda, fijada al mismo eje que dicha primera rueda, con un segundo carril de dicho tramo de vía para realizar una conexión eléctrica entre el primer y el segundo carril (la rueda y el eje son conductores), dicha conexión induce a un cortocircuito detectable por dicho circuito de vía, y permite señalar la presencia de dicho vehículo guiado sobre dicho tramo de vía. Desgraciadamente, el buen funcionamiento del circuito de vía depende de la longitud de dicho tramo de vía, del estado de conducción entre las ruedas del vehículo guiado y los carriles de la vía, de las condiciones ambientales, y además requiere un tramo de vía aislado eléctricamente del resto de la vía y que comprenda al menos dos carriles con el fin de formar un circuito eléctrico. Otro dispositivo conocido por el experto en la materia y utilizado para determinar la disponibilidad de un tramo de vía es el contador de ejes. Este dispositivo consta de dos detectores, un primer detector situado en un extremo del tramo de vía, y un segundo detector situado en el otro extremo del tramo de vía, cada detector puede contar el número de ejes que lo cruzan. Así, comparando el número de ejes que han pasado por el primer y el segundo detector, es posible determinar si un vehículo guiado se encuentra todavía en dicho tramo de vía, o ha abandonado dicho tramo de vía. A diferencia del circuito de vía, el contador de ejes no se ve influido por la longitud del tramo de vía a controlar. Pero, por otro lado, para una misma longitud de tramo de vía, su realización tiene un coste mayor que el circuito de vía. Además, ciertas partes del vehículo guiado pueden generar un falso recuento del número de ejes y, por lo tanto, bloquear así un tramo de vía sin motivo.

40 También existen otras técnicas para comprobar la disponibilidad de un tramo de vía. Por ejemplo, el documento WO2005/120924A1 describe un sistema para escanear una parte de la vía y detectar si un objeto o una anomalía se encuentra en o cerca del tramo de vía escaneada. Asimismo, el documento DE 10 2005 029956 A1 describe un sistema que utiliza una cámara de vídeo para detectar un cambio en el estado de la vía, por ejemplo, la interrupción de la vía o un obstáculo en la vía, a partir de imágenes de dicha vía. Sistemas similares se describen en los documentos WO 02/058984 A1 y WO 2010/083946 A1 que utilizan datos de posición geográfica relativos a la vía para determinar un posible peligro, vinculado por ejemplo a la presencia de un obstáculo.

50 Es objeto de la presente invención proponer un método y un sistema para determinar la disponibilidad de una vía o de un tramo de vía que sean sencillos, seguros y fiables, fácilmente adaptables a cualquier tipo de vehículo guiado y vía, económicamente ventajosos, y que no tengan las desventajas del circuito de vía y el contador de ejes. Otro objeto de la presente invención es en particular, garantizar una determinación de la disponibilidad de vía o de un tramo de vía que alcance un nivel de seguridad SIL2 a SIL 4, es decir, que tenga una probabilidad de fallo peligroso por hora de entre  $10^{(-6)}$  y  $10^{(-9)}$ .

55 Para este fin, se proponen un sistema y un método por medio del contenido de las reivindicaciones 1 y 13. Un conjunto de subreivindicaciones también presenta ventajas de la invención.

60 La presente invención propone un sistema para determinar la disponibilidad de vía en tiempo real diseñado para equipar un vehículo guiado que puede desplazarse de aguas arriba a aguas abajo en una vía (2), dicho sistema consta de:

65 al menos una cámara capaz de captar en tiempo real al menos una imagen de un tramo aguas abajo de dicha vía, dicho tramo aguas abajo es una porción de vía que se extiende desde un primer punto de dicha vía situada aguas abajo de dicho vehículo guiado hasta un segundo punto de dicha vía situada aguas abajo de dicho vehículo guiado, en particular dicha cámara se puede montar en un extremo de dicho vehículo guiado, por ejemplo montada en la cabeza del

5 tren, la distancia que separa la cámara, y por tanto el vehículo guiado, del segundo punto es mayor que la distancia que lo separa de dicho primer punto, dicha vía es en particular modelable por uno o más conjuntos de puntos, cada punto se caracteriza por una posición (o coordenada) de suerte que cada conjunto de puntos es capaz de definir al menos una forma geométrica capaz de modelar al menos un elemento de dicha vía, por ejemplo un carril de dicha vía es definible por un conjunto de puntos que forman una curva y representan dicho carril;

10 al menos un dispositivo de procesamiento y análisis de imágenes capaz de analizar automáticamente cada imagen tomada por cada cámara, de localizar en ella dicho tramo aguas abajo, de determinar en tiempo real, por un lado, la distancia de seguridad aguas abajo, en particular en función del vehículo guiado y sus características de desplazamiento, y, por otro lado, el estado de disponibilidad de la vía entre dicho primer punto y dicho segundo punto; el sistema se caracteriza porque el dispositivo de procesamiento y análisis de imágenes utiliza las características dimensionales conocidas e invariables de la vía para localizar dicho tramo aguas abajo con respecto a dicha cámara una vez que se han reconocido una o varias partes de la vía en dicha imagen.

15 Asimismo, la presente invención propone un método para determinar la disponibilidad de vía en tiempo real destinado a determinar la disponibilidad de vía para un vehículo guiado que puede desplazarse de aguas arriba a aguas abajo, dicho método consta de las siguientes etapas:

20 una captura mediante una cámara de al menos una imagen de un tramo aguas abajo de dicha vía, dicho tramo aguas abajo es un tramo de vía que se extiende desde un primer punto de dicha vía situada aguas abajo de dicho vehículo guiado hasta un segundo punto de dicha vía situada aguas abajo de dicho vehículo guiado, la distancia que separa la cámara del segundo punto es mayor que la distancia que la separa de dicho primer punto;

25 un procesamiento y un análisis automático de cada imagen captada por dicha cámara con el fin de localizar dicha vía en cada imagen captada, para determinar una distancia de seguridad aguas abajo y un estado de disponibilidad de la vía entre dicho primer punto y dicho segundo punto;

el método se caracteriza porque se utilizan características dimensionales conocidas e invariables de la vía con el fin de localizar dicho tramo aguas abajo con respecto a dicha cámara (31) una vez que se han reconocido una o varias partes de vía en dicha imagen.

30 Preferentemente, dicho procesamiento y análisis de cada imagen puede comprender en particular al menos una etapa de entre las etapas siguientes:

una digitalización de cada imagen captada para transformar dicha imagen captada en un formato utilizable para una localización de dicha vía;

35 un reconocimiento de dicho tramo aguas abajo en dicha imagen adquirida por dicha cámara mediante un algoritmo de reconocimiento de objetos y una localización de dicho tramo aguas abajo con respecto a dicha cámara;

una determinación de una distancia de seguridad aguas abajo y una determinación de un estado de disponibilidad de la vía entre dicho primer punto y dicho segundo punto a partir de unos datos de localización resultantes de una localización de dicho tramo aguas abajo de dicha vía con respecto a dicha cámara.

40 Preferentemente, el algoritmo de reconocimiento es capaz de reconocer en cada imagen al menos una parte de dicho tramo aguas abajo de dicha vía y de localizar en cada imagen la totalidad de dicho tramo aguas abajo de dicha vía, en particular utilizando una técnica de reconocimiento geométrico de un tramo de vía, utilizando por ejemplo una técnica de aprendizaje automático como el boosting, dicha técnica de reconocimiento coopera con una técnica de localización a fin de localizar cada punto del tramo de vía con respecto a la cámara, es decir, la localización o la posición relativa de cada punto con respecto a la cámara se puede determinar mediante dicha técnica de localización según la invención, y por tanto se puede determinar su localización o posición con respecto al vehículo guiado.

45 Preferentemente, dicho algoritmo de reconocimiento puede en particular, para llevar a cabo el reconocimiento de dicho tramo aguas abajo en una imagen adquirida por la cámara, de hacer una correlación o una correspondencia entre un conjunto de píxeles de una imagen captada por dicha cámara y representar una parte o la totalidad de dicho tramo aguas abajo de la vía y un conjunto de características de las vías, dichas características se pueden registrar previamente en una base de datos del sistema según la invención y pueden definir, por ejemplo, formas geométricas particulares de dicha vía destinada a permitir el reconocimiento de dicha vía o de uno de sus tramos.

50 Preferentemente, dicho método según la invención puede contener, en particular, una fase inicial de aprendizaje destinada a crear dicha base de datos. En este caso, este último contiene al menos ejemplos de imágenes de tramos de vía destinados al aprendizaje automático del reconocimiento del tramo aguas abajo por el algoritmo de reconocimiento, en particular según dicha técnica de boosting. Esta base de datos puede contener, por ejemplo, un conjunto de imágenes que hayan sido adquiridas por la cámara montada en dicho vehículo guiado cuando éste se desplazaba, durante dicha fase inicial de aprendizaje, a lo largo de dicha vía que comprende dicho tramo aguas abajo, entonces dichas imágenes adquiridas sirven como ejemplos de imágenes (es decir, imágenes típicas que representan un tramo de vía, en particular dicho tramo aguas abajo) de dicho tramo de vía sobre el que es probable que se desplace dicho vehículo guiado y que están destinadas a dicho aprendizaje. Estos ejemplos de imágenes son en particular utilizados después por el algoritmo de reconocimiento para su aprendizaje de dicho reconocimiento de una parte o de la totalidad de un tramo de vía y, a continuación, las aplica para el reconocimiento del tramo aguas abajo de dicha vía.

5 En particular, una vez finalizada dicha fase de aprendizaje, dicha base de datos se utiliza entonces preferentemente para la determinación en tiempo real del estado de disponibilidad del tramo aguas abajo de la vía, utilizándose los datos de dicha base de datos en particular para el reconocimiento y la localización rápida de dicho tramo de vía. Ventajosamente, dicha base de datos es evolutiva y adaptativa en el sentido de que, una vez finalizada dicha fase inicial de aprendizaje se puede actualizar en tiempo real por otras imágenes adquiridas por dicha cámara durante desplazamientos posteriores de dicho vehículo guiado a lo largo de dicha vía.

10 La etapa de localización de dicho tramo aguas abajo con respecto a la cámara se puede realizar preferentemente por medio de al menos una de las técnicas de localización que se describen a continuación, bien tan pronto como se realice completamente el reconocimiento de dicho tramo aguas abajo de la vía a partir de la imagen adquirida por la cámara, bien tan pronto como se reconozca una parte de dicho tramo aguas abajo de la vía. Por localización se hace referencia en particular a la determinación de la posición de cada punto del tramo aguas abajo con respecto a dicha cámara.

15 Por ejemplo, dicha base de datos contiene un conjunto de coordenadas geográficas destinadas a describir y determinar la posición terrestre de los puntos que forman dicha vía. En particular, este conjunto de coordenadas geográficas permite ventajosamente determinar la posición en tiempo real de dicho vehículo guiado sobre dicha vía, por ejemplo, a partir de datos de la velocidad de desplazamiento de dicho vehículo guiado, por ejemplo, comunicados a dicho sistema según la invención por un sistema de control del vehículo guiado. Preferentemente, dicho algoritmo de reconocimiento puede tener  
20 en cuenta en tiempo real el posicionamiento de dicho vehículo guiado sobre dicha vía a partir de su velocidad de desplazamiento y de dichas coordenadas geográficas, o preferentemente, a partir de los datos de localización proporcionados por un sistema de localización capaz de indicar en tiempo real la posición del vehículo guiado, como un sistema GPS, bien integrado en el sistema según la invención, bien a bordo del vehículo guiado. Así, la posición de dicho vehículo guiado correlativamente a dicho conjunto de coordenadas, así como sobre dicha vía se puede determinar en  
25 tiempo real por el sistema según la invención.

Preferentemente, dicho tramo aguas abajo puede por tanto ser localizado respecto a dicho vehículo guiado mediante al menos un dato de localización en cuanto el reconocimiento de al menos una parte de dicho tramo aguas abajo permita una correspondencia entre dicha parte del tramo aguas abajo y dicho conjunto de coordenadas geográficas. Así, el  
30 posicionamiento en tiempo real de dicho vehículo guiado combinado con el reconocimiento de dicho tramo aguas abajo permite ventajosamente asociar a cada punto de dicho tramo aguas abajo una coordenada geográfica, y por tanto determinar unos datos de localización destinados a indicar la posición de dicho punto con respecto a dicha cámara, en particular con respecto a dicho vehículo guiado. Preferentemente, el dispositivo de procesamiento y análisis, según la invención, es así capaz de determinar la longitud de vía que separa dicha cámara, y por tanto dicho vehículo guiado, de  
35 al menos un tercer punto situado entre dicho primer punto y dicho segundo punto de dicho tramo aguas abajo. Esta determinación de la longitud de vía se utiliza, en particular, para controlar y mantener una distancia de seguridad aguas abajo de dicho vehículo guiado, con el fin de evitar, por ejemplo, cualquier colisión entre dicho vehículo guiado y otro vehículo guiado, o con el fin de desencadenar un procedimiento de frenado de emergencia si un objeto se encuentra en la vía en una posición que define una longitud de vía que separa dicho vehículo guiado de dicho objeto que es inferior a  
40 dicha distancia de seguridad aguas abajo. En particular, dicha distancia de seguridad aguas abajo puede variar en función de la velocidad de desplazamiento de dicho vehículo guiado o de las características de frenado de dicho vehículo guiado y, en particular, puede evaluarse automáticamente y compararse con una longitud de vía calculada por el dispositivo de procesamiento y análisis según la invención.

45 Según la presente invención, el dispositivo de procesamiento y análisis es capaz de detectar y reconocer, en particular mediante dicho algoritmo de reconocimiento, en dicha imagen capturada, al menos un objeto del que al menos una característica dimensional es invariable y conocida por dicho dispositivo de procesamiento y análisis (es decir, registrada en dicha base de datos de dicho sistema según la invención) para determinar, a partir de dicha característica dimensional y de al menos una característica óptica de dicha cámara, una distancia entre dicho objeto y dicha cámara, o, dicho de otro modo, entre dicho objeto y dicho vehículo guiado.  
50

Por ejemplo, dicho objeto puede ser la propia vía, que tiene características dimensionales invariables y conocidas, como el ancho de los raíles o la distancia entre las traviesas. Dicho objeto también puede ser otro vehículo guiado del que al menos se conoce una característica dimensional y es invariable, o un cartel de ayuda para la medición de la distancia,  
55 que puede montarse en el borde de la vía o acoplarse a dicho otro vehículo guiado y configurado de manera que presenta una forma geométrica adecuada para servir en la determinación de dicha distancia. En particular, a partir de las características dimensionales conocidas e invariantes de la propia vía y de las características ópticas de la cámara, el dispositivo de procesamiento y análisis es capaz de localizar dicho tramo aguas abajo de dicha vía calculando para cada punto de dicha vía, dichos datos de localización que son por ejemplo un tramo de vía que separa la cámara o el vehículo guiado de dicho punto, o incluso preferentemente, la posición geográfica de dicho punto con respecto a la cámara o al  
60 vehículo guiado. Así, según la presente invención, se utilizan las características dimensionales conocidas e invariantes de la vía para localizar dicho tramo aguas abajo con respecto a dicha cámara, es decir, para determinar la posición de los puntos del tramo aguas abajo con respecto a dicha cámara, una vez que una o más partes de la vía han sido reconocidas en dicha imagen. Por lo tanto, el dispositivo de procesamiento y análisis según la invención es en particular capaz de  
65 determinar dicha longitud de vía que separa dicha cámara, y por lo tanto dicho vehículo guiado, de al menos un tercer

punto situado entre dicho primer punto y dicho segundo punto de dicho tramo aguas abajo. En particular, el algoritmo de reconocimiento es entonces capaz de determinar si un objeto se encuentra entre el vehículo guiado y dicho tercer punto. En particular, la longitud de vía entre dicha cámara y cualquier objeto reconocido por el dispositivo de procesamiento y análisis, y que tenga una característica dimensional incluida en la base de datos, por ejemplo, otro vehículo guiado, puede ser determinada por el sistema según la invención. En particular, dicho otro vehículo guiado puede estar equipado con dicho cartel destinado a cooperar con dicho dispositivo de procesamiento y análisis con el fin de determinar dicha longitud de vía que separa dicho vehículo guiado de dicho otro vehículo guiado. Así, el dispositivo de tratamiento y análisis es capaz de determinar la distancia que separa dicha cámara de un objeto reconocido en dicha imagen adquirida por la cámara, que comprende una característica dimensional conocida e invariable, y que está comprendida en dicha base de datos.

Preferentemente, cada objeto asociable a una vía, es decir perteneciente al entorno de la vía y/o del vehículo guiado, y cuya característica dimensional es conocida e invariable, puede ser enumerado, por ejemplo en forma de parámetros geométricos, en dicha base de datos de dicho sistema según la invención, con el fin de ser reconocido por una parte en dicha imagen adquirida por la cámara mediante dicho algoritmo de reconocimiento, y por otra parte, con el fin de que la distancia que separa dicho objeto de la cámara sea evaluada en base a su o sus características dimensionales y las características ópticas de la cámara.

Preferentemente, el estado de disponibilidad del tramo aguas debajo de la vía puede determinarse en particular por el dispositivo de tratamiento y análisis de la siguiente manera:

si la longitud de vía aguas abajo de dicho vehículo guiado, que separa dicho primer punto de dicho segundo punto, y que puede ser calculada por el dispositivo de procesamiento y análisis, es mayor o igual a dicha distancia de seguridad aguas abajo y no incluye ningún objeto susceptible de impedir el desplazamiento de dicho vehículo guiado, entonces dicho tramo aguas abajo de la vía está disponible;

si la longitud de vía aguas abajo de dicho vehículo guiado, que separa dicho primer punto de dicho segundo punto, y que puede ser calculada por el dispositivo de procesamiento y análisis, es inferior a dicha distancia de seguridad, o si un objeto susceptible de obstaculizar el desplazamiento de dicho vehículo guiado se encuentra en una longitud de vía inferior a la distancia de seguridad aguas abajo, entonces dicho tramo aguas abajo de la vía no está disponible y, en particular, se puede aplicar una reacción automática a dicha indisponibilidad, como el frenado de dicho vehículo guiado, comunicando, por ejemplo, una señal del estado de disponibilidad de la vía a un sistema de control del vehículo guiado.

Preferentemente, la longitud de vía que separa dicho vehículo guiado de un objeto que ocupa dicha vía aguas abajo de dicho vehículo guiado y que puede obstaculizar el desplazamiento de dicho vehículo guiado puede o bien deducirse de una medición de la distancia que separa dicho objeto de dicho vehículo guiado si una característica dimensional de dicho objeto es conocida e invariable, o bien se deduce de una correspondencia entre la posición de dicho objeto en la vía y la posición de uno de los puntos de la vía, dado que en cada punto de la vía se puede asimilar un dato de localización que indica la posición de dicho punto con respecto al vehículo guiado.

Preferentemente, el sistema según la invención se caracteriza porque contiene otra cámara capaz de captar, simultáneamente con la captura de dicha imagen por dicha cámara, al menos otra imagen del tramo aguas abajo de dicha vía, dicha cámara y dicha otra cámara pueden así cooperar entre sí para crear una imagen estereoscópica que comprende dicha imagen y dicha otra imagen de dicho tramo aguas abajo. La imagen estereoscópica de dicho tramo aguas abajo permite ventajosamente una determinación directa de la localización del tramo aguas abajo y de un posicionamiento de un objeto con respecto a uno o más puntos de dicho tramo aguas abajo utilizando una técnica tridimensional de representación de dicho tramo aguas abajo, y puede utilizarse en combinación con los métodos de localización descritos anteriormente para, por un lado, confirmar el estado de disponibilidad del tramo aguas abajo, y por otro lado, para garantizar con seguridad una correcta localización de dicho tramo aguas abajo.

En particular, el sistema según la invención se caracteriza porque comprende un sistema de radar capaz de cooperar con dicha cámara o con dicha otra cámara para detectar cualquier objeto que ocupe dicho tramo aguas abajo y que potencialmente obstaculice el desplazamiento de dicho vehículo guiado. Ventajosamente, dicho sistema de radar es capaz de confirmar con seguridad dicha determinación del estado de disponibilidad del tramo aguas abajo, en particular mediante la determinación de una distancia que separa dicho objeto de dicha cámara. En particular, en cuanto se reconoce un objeto en una imagen adquirida por dicha cámara, un dispositivo de desplazamiento de dicho sistema según la invención es capaz de guiar un posicionamiento de dicho sistema de radar y/o de dicha cámara en función de una posición de dicho tramo aguas abajo o de dicho objeto en dicha imagen captada por la cámara, en particular con el fin de mantener dicha imagen centrada en dicha vía.

Preferentemente, la detección de un objeto susceptible de obstaculizar el desplazamiento del vehículo guiado se puede correlacionar con la detección de una discontinuidad de la vía en dicho tramo aguas abajo. En efecto, dicho dispositivo de tratamiento y análisis es en particular capaz de detectar una discontinuidad de dicha vía entre dicho primer punto y dicho segundo punto mediante el análisis de dicha imagen adquirida por la cámara. Toda discontinuidad de dicha vía puede, en particular, ser analizada por dicho dispositivo de tratamiento y análisis con el fin de determinar si se debe a una ocupación de dicha vía por un objeto. Por discontinuidad se hace referencia a un análisis de la continuidad de la vía, por

ejemplo, de al menos un carril de dicha vía, o de los dos carriles de la vía, en dicho tramo aguas abajo.

Preferentemente, dicho sistema según la invención se caracteriza además porque el dispositivo de procesamiento y análisis es capaz de detectar una señalización en tierra aguas abajo de dicho vehículo guiado. En particular, dicho algoritmo de reconocimiento es capaz de identificar cada señalización en tierra que aparece en una imagen tomada por dicha cámara. Además, el dispositivo de procesamiento y análisis es capaz, en particular, de interpretar una información proporcionada por dicha señalización en tierra identificada y de comunicar dicha información a un sistema de control del vehículo guiado o a un controlador.

Preferentemente, dicho sistema según la invención se caracteriza porque contiene un dispositivo de señalización capaz de generar una señal del estado de disponibilidad de la vía capaz de caracterizar el estado de disponibilidad de dicho tramo aguas abajo, dicha señal del estado tiene un primer valor cuando dicho vía está disponible para dicho vehículo guiado y un segundo valor cuando dicha vía no está disponible, por ejemplo cuando está ocupada por otro vehículo guiado o por un objeto susceptible de obstaculizar el movimiento de dicho vehículo guiado. En particular, dicho sistema según la invención se caracteriza porque consta de un dispositivo de comunicación capaz de transmitir dicha señal del estado al menos a otro dispositivo de comunicación, que puede ser en particular un dispositivo de comunicación de otro sistema de determinación de disponibilidad de vía destinado a equipar otro vehículo guiado o un dispositivo de comunicación en tierra, que equipa por ejemplo un puesto de mando central de uno o más vehículos guiados. Ventajosamente, el intercambio entre vehículos guiados de dicha señal del estado permite al sistema según la invención actualizar en tiempo real el estado de la red de vías por las que puede circular el vehículo guiado que equipa.

Preferentemente, dicho sistema según la invención contiene al menos una cámara adicional configurada para captar al menos una imagen de un tramo aguas arriba de dicha vía, dicho tramo aguas arriba es un tramo de vía que se extiende desde otro primer punto de dicha vía situado aguas arriba de dicho vehículo guiado hasta otro segundo punto de dicha vía situado aguas arriba de dicho vehículo guiado, la distancia que separa al vehículo guiado de dicho otro segundo punto es mayor que la distancia que lo separa de dicho otro primer punto. En particular, el dispositivo de procesamiento y análisis es capaz de analizar cada imagen adquirida por dicha cámara adicional con el fin de determinar si el vehículo guiado ha abandonado dicho tramo aguas abajo. Ventajosamente y en particular, el dispositivo de procesamiento y análisis puede comunicar a otros vehículos guiados, dichos dispositivos de comunicación, una señal capaz de indicar que dicho vehículo guiado ha abandonado dicho tramo aguas debajo de la vía.

Finalmente, la presente invención también reivindica un vehículo guiado que se caracteriza porque comprende dicho sistema de determinación de la disponibilidad de vía según la invención, así como un cartel de ayuda a la medición de la distancia destinado a cooperar con el sistema de determinación de la disponibilidad de vía, configurado para ser aplicable en un soporte de una superficie, por ejemplo externa, de otro vehículo guiado o en el borde de la vía, que comprende una forma geométrica dimensionada para permitir al sistema de determinación de la disponibilidad de vía de determinar una distancia entre dicho cartel y dicho vehículo guiado, por ejemplo un conjunto de tres discos dispuesto cada uno en la parte superior de un triángulo, cuya altura y anchura pueden utilizarse para determinar una distancia que separa dicho cartel y dicha cámara.

Finalmente, se proporciona un ejemplo de realización y de aplicación de la presente invención con la ayuda de las siguientes figuras:

Figura 1 ejemplo de realización según la invención de un sistema de determinación de disponibilidad de vía destinado a equipar un vehículo guiado (vista desde arriba).

Figura 2 ejemplo de una imagen tomada por una cámara del sistema según la invención en una configuración dada según la Figura 1.

A título de ejemplo, la figura 1 muestra una vista desde arriba de un vehículo guiado 1 que se desplaza sobre una vía 2 de aguas arriba a aguas abajo, dicho vehículo guiado 1 consta de un sistema para determinar la disponibilidad de vía según la invención, dicho sistema contiene:

al menos una cámara 31 capaz de captar al menos una imagen 311, como se representa en la FIG. 2, de un tramo aguas abajo de dicha vía 2, dicho tramo aguas abajo es un tramo de vía que se extiende desde un primer punto P1 de dicha vía situado aguas abajo de dicho vehículo guiado hasta un segundo punto P2 de dicha vía situado aguas abajo de dicho vehículo guiado 1, la distancia que separa la cámara 31 del segundo punto P2 es mayor que la distancia que la separa de dicho primer punto P1;

al menos un dispositivo de procesamiento y análisis de imágenes 32 capaz de analizar cada imagen 311 (cf. Fig. 2) tomada por cada cámara 31, de localizar en ella dicho tramo aguas abajo, de determinar por un lado una distancia de seguridad aguas abajo, en particular como una función del vehículo guiado y de sus características de movimiento, tales como la velocidad de desplazamiento y la capacidad de frenado, y por otro lado un estado de disponibilidad de la vía entre dicho primer punto P1 y dicho segundo punto P2.

En particular, el dispositivo de procesamiento y análisis 32 contiene un algoritmo de reconocimiento, capaz de reconocer en una imagen 311 (cf. Fig. 2) tomada por la cámara 31, al menos un objeto, tal como dicha vía 2 y una o varias

señalizaciones, tales como una primera señalización 4 y una segunda señalización 5. Ventajosamente, el dispositivo de procesamiento y análisis contiene además una base de datos que enumera las características dimensionales invariantes pertenecientes a dichos objetos, como la vía 2 y las señales 4, 5. A partir de dichas características dimensionales, el dispositivo de procesamiento y análisis 32 puede determinar una distancia que separa dicha cámara 31 de dicho objeto, por ejemplo la distancia D1 que separa dicha cámara 31 de la primera señal 4, la distancia D2 que separa dicha cámara 31 de la segunda señal 5 y la distancia D3 que separa dicha cámara 31 de un tercer punto P3 de dicha vía 2. Así, el reconocimiento, por el algoritmo de reconocimiento, de objetos cuyas características dimensionales se detallan en dicha base de datos permite al dispositivo de procesamiento y análisis 32 establecer una escala de distancias asociable a la representación de dicha vía 2 en dicha imagen, ya que a cada punto P1, P2, P3 y a cada objeto como la primera señal 4 y la segunda señal 5 corresponde una distancia. Por lo tanto, el dispositivo de procesamiento y análisis 32 es en particular capaz de calcular una longitud de vía que separa dicha cámara 31 de dicho tercer punto P3, y de comprobar en tiempo real por una parte el estado de disponibilidad de la vía entre dicho vehículo guiado y dicho tercer punto P3 y por otra parte que dicha longitud de vía sea mayor o igual a dicha distancia de seguridad aguas abajo.

Preferentemente, el algoritmo de reconocimiento utiliza una función de intercorrelación entre dicha imagen 311 captada por dicha cámara 31 y las imágenes de dicha vía previamente grabadas en la base de datos de dicho sistema según la invención. Dicha función de intercorrelación es, por ejemplo, una transformada rápida de Fourier (Fast Fourier Transform) o una transformada wavelet. Dichas imágenes grabadas previamente, por ejemplo, durante dicha fase inicial de aprendizaje, son en particular un conjunto de imágenes adquiridas por dicha cámara 31 durante un viaje previo del vehículo guiado a lo largo de diferentes trayectos susceptibles de ser recorridos por dicho vehículo guiado. Dichas imágenes adquiridas previamente se almacenan preferentemente en una base de datos a bordo, es decir, montada a bordo de dicho vehículo guiado. Dicha base de datos a bordo se utiliza luego para comparar imágenes 311 adquiridas en tiempo real por dicha cámara 31 con las imágenes previamente adquiridas y almacenadas en dicha base de datos con el fin de localizar dicho vehículo guiado y determinar la disponibilidad de vía aguas abajo de dicho vehículo guiado.

Preferentemente, la frecuencia de adquisición de las imágenes destinadas a constituir dicha base de datos depende de la velocidad de dicho vehículo guiado. Ventajosamente, para superar un fenómeno de dispersión de la adquisición de dichas imágenes destinadas a ser almacenadas en dicha base de datos, se realiza preferentemente una base de datos específica de cada vehículo guiado, una base de datos específica que equipa por tanto a un vehículo guiado específico. En particular, cada imagen adquirida previamente para formar dicha base de datos es preprocesada para superar, o al menos disminuir, la influencia de las condiciones externas que varían según el tiempo, el clima o la hora adquirida de dicha imagen, como, por ejemplo, una variación de la luminosidad, un desplazamiento de las sombras proyectadas, una variación de la posición de los astros que pueden influir en las características de la imagen adquirida (posición del sol con respecto a la vía o a la cámara durante el día o el año), variación de las estaciones, etc. De hecho, la variación de dichas condiciones externas puede perturbar la determinación de la posición de dicho vehículo guiado (localización) por parte del algoritmo de reconocimiento, así como la detección de dicha disponibilidad de vía. Para evitar estas perturbaciones, la presente invención propone, por ejemplo, que el algoritmo de reconocimiento sea capaz de tener en cuenta el conocimiento de la posición del sol en el cielo y el relieve de la escena fotografiada para predecir las sombras proyectadas y poder borrarlas de las imágenes adquiridas en tiempo real durante el recorrido del vehículo guiado, o bien añadirlas a las imágenes de la base de datos, en particular durante dicha fase inicial de aprendizaje. Asimismo, otro medio para superar, o al menos disminuir, la influencia de dichas condiciones externas en la detección de la disponibilidad de vía y de dicha localización de dicho vehículo guiado consiste en particular en realizar diferentes adquisiciones de imágenes para una misma ruta o recorrido del vehículo guiado en diferentes condiciones externas, por ejemplo, en diferentes condiciones de luminosidad, de manera que dicha base de datos contenga imágenes adquiridas en diferentes condiciones externas, por ejemplo de luminosidad, para un mismo recorrido.

Preferentemente, cada imagen registrada y almacenada en dicha base de datos está asociada con al menos una coordenada geográfica que permite la localización de dicho vehículo guiado, dicha coordenada geográfica es, por ejemplo, la posición terrestre de dicho vehículo guiado en el momento de la adquisición de dicha imagen que se quiere registrar y almacenar en dicha base de datos, o su posición lineal con respecto a la vía sobre la que se desplaza, dicha coordenada geográfica es, por ejemplo, en este caso, el punto kilométrico a lo largo de la vía, que también puede estar asociado con el nombre de la vía para poder diferenciar las distintas rutas susceptibles de ser seguidas por dicho vehículo guiado. Ventajosamente, cuando una imagen adquirida en tiempo real por dicha cámara 31 es reconocida por el algoritmo de reconocimiento como correspondiente a una de las imágenes previamente almacenadas en dicha base de datos, el dispositivo de procesamiento y análisis es entonces capaz, en particular, de asociar la posición de dicho vehículo guiado con dicha coordenada geográfica, por ejemplo haciendo coincidir la posición de dicho vehículo guiado con dicha coordenada geográfica cuando esta última caracteriza la posición de dicho vehículo guiado en el momento de la adquisición de las imágenes destinadas a ser registradas y almacenadas en dicha base de datos.

Preferentemente, dichas imágenes de la base de datos se clasifican por zonas que corresponden, por ejemplo, a diferentes trayectos susceptibles de ser seguidos por el vehículo guiado, o a diferentes localizaciones del trayecto que contienen elementos fácilmente reconocibles. En particular, la presente invención también consta de una determinación inicial de la posición de un vehículo guiado cuando se desconoce por completo la posición de este último, es decir, cuando la zona en la que se encuentra dicho vehículo guiado se desconoce específicamente. Durante dicha determinación inicial, dicho algoritmo de reconocimiento compara en particular una imagen adquirida en tiempo real por dicha cámara con todas

5 las imágenes almacenadas en dicha base de datos para determinar en qué zona se encuentra dicho vehículo guiado. Una vez determinada dicha zona, únicamente las imágenes de dicha zona y de las zonas vecinas son utilizadas por el algoritmo de reconocimiento, con el fin de realizar, por ejemplo, cálculos para determinar la posición de dicho vehículo guiado y la disponibilidad de vía. Ventajosamente, cuanto más preciso es el conocimiento de la posición de dicho vehículo guiado y de su velocidad de desplazamiento, más se reducen los cálculos realizados por dicho algoritmo de reconocimiento.

10 En resumen, el procedimiento y el sistema para determinar la disponibilidad de vía para un vehículo guiado tiene varias ventajas sobre los métodos y sistemas existentes, ya que permiten:

15 una modernización de equipos y redes de vehículos guiados antiguos a menor coste: la modernización/migración de los llamados sistemas de señalización convencionales (basados en circuitos de vía o contadores de ejes) a sistemas tipo CBTC es larga y costosa, ya que requiere el recableado de estos detectores, y crea problemas de acceso a la vía, a la red vial y a las infraestructuras, mientras que la presente invención permite prescindir de los llamados sistemas de señalización convencionales basados en los circuitos de vía o contadores de ejes, y permite conectar el CBTC de forma inalámbrica al sistema de señalización existente;

una detección segura de la disponibilidad de vía;

una comunicación del estado de disponibilidad de una vía a otros vehículos guiado o sistemas de control.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema para determinar la disponibilidad de vía destinado para equipar un vehículo guiado (1) que puede desplazarse de aguas arriba a aguas abajo, dicho sistema consta de:
- 5 al menos una cámara (31) capaz de captar al menos una imagen (311) de un tramo aguas abajo de dicha vía (2), dicho tramo aguas abajo es una porción de vía que se extiende desde un primer punto (P1) de dicha vía (2) situada aguas abajo de dicho vehículo guiado (1) hasta un segundo punto (P2) de dicha vía (2) situada aguas abajo de dicho vehículo guiado (1), la distancia que separa la cámara (31) del segundo punto (P2) es mayor que la distancia que lo separa de dicho primer punto (P1);
- 10 al menos un dispositivo de procesamiento y análisis de imágenes (32) capaz de analizar cada imagen (311) tomada por cada cámara (31), de localizar en ella dicho tramo aguas abajo, de determinar por un lado la distancia de seguridad aguas abajo y por otro lado el estado de disponibilidad de la vía (2) entre dicho primer punto (P1) y dicho segundo punto (P2),
- 15 caracterizado porque el dispositivo de procesamiento y análisis de imágenes (32) utiliza las características dimensionales conocidas e invariantes de la vía para localizar dicho tramo aguas abajo con respecto a dicha cámara (31) una vez que se han reconocido una o varias partes de la vía en dicha imagen.
2. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque,
- 20 el dispositivo de procesamiento y análisis (32) es capaz de determinar una longitud de vía que separa dicho vehículo guiado (1) de al menos un tercer punto (P3) situado entre dicho primer punto (P1) y dicho segundo punto (P2).
3. Sistema según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque,
- 25 contiene una base de datos.
4. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque,
- 30 contiene otra cámara capaz de captar al menos una imagen del tramo aguas abajo de dicha vía (2), dicha cámara (31) y dicha otra cámara pueden cooperar para crear una imagen estereoscópica de dicho tramo aguas abajo.
5. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque,
- 35 contiene un sistema de radar capaz de generar imágenes de dicho tramo aguas abajo y de cooperar con dicha cámara (31).
6. Sistema según la reivindicación 5, caracterizado porque,
- 40 contiene un dispositivo de desplazamiento capaz de guiar un posicionamiento de dicho sistema de radar y/o de dicha cámara (31) en función de una posición de dicho tramo aguas abajo en dicha imagen (311) captada por la cámara (31).
7. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque,
- 45 dicho dispositivo de procesamiento y análisis de imágenes (32) es capaz de detectar una discontinuidad en dicha vía (2) entre dicho primer punto (P1) y dicho segundo punto (P2).
8. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque,
- 50 el dispositivo de procesamiento y análisis de imágenes (32) es capaz de detectar una señalización en tierra (4, 5) aguas abajo de dicho vehículo guiado (1).
9. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque,
- 55 contiene un dispositivo de señalización capaz de generar una señal del estado de disponibilidad de la vía capaz de caracterizar el estado de disponibilidad de dicho tramo aguas abajo, dicha señal tiene un primer valor cuando dicha vía está disponible para dicho vehículo guiado (1) y un segundo valor cuando dicha vía (2) está ocupada.
10. Sistema según la reivindicación 9, caracterizado porque,
- 60 contiene un dispositivo de comunicación capaz de transmitir dicha señal del estado a otro dispositivo de comunicación.
11. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque,
- 65 contiene al menos una cámara adicional configurada para captar al menos una imagen de un tramo aguas arriba de dicha

vía (2).

12. Vehículo guiado (1)  
caracterizado porque, consta de dicho sistema de determinación de la disponibilidad de vía según la reivindicación 1.

5

13. Método para determinar la disponibilidad de vía destinado a determinar la disponibilidad de una vía (2) para un vehículo guiado (1) que se puede desplazar de aguas arriba a aguas abajo, dicho método consta de las siguientes etapas:  
una captura mediante una cámara (31) de al menos una imagen de un tramo aguas abajo de dicha vía (2), dicho tramo aguas abajo es un tramo de vía (2) que se extiende desde un primer punto (P1) de dicha vía (2) situada aguas abajo de dicho vehículo guiado (1) hasta un segundo punto (P2) de dicha vía (2) situada aguas abajo de dicho vehículo guiado (1), la distancia que separa la cámara (31) del segundo punto (P2) es mayor que la distancia que la separa de dicho primer punto (P1);

10

un procesamiento y un análisis automático de cada imagen captada con el fin de localizar dicha vía en cada imagen captada, para determinar una distancia de seguridad aguas abajo y un estado de disponibilidad de la vía entre dicho primer punto (P1) y dicho segundo punto (P2),  
caracterizado porque,

15

se utilizan características dimensionales conocidas e invariables de la vía con el fin de localizar dicho tramo aguas abajo con respecto a dicha cámara (31) una vez que se han reconocido una o varias partes de la vía en dicha imagen.

20

14. Procedimiento según la reivindicación 13,  
caracterizado porque,  
contiene la generación de una señal del estado capaz de caracterizar el estado de disponibilidad de la vía y la transmisión de dicha señal de estado a al menos otro vehículo guiado.

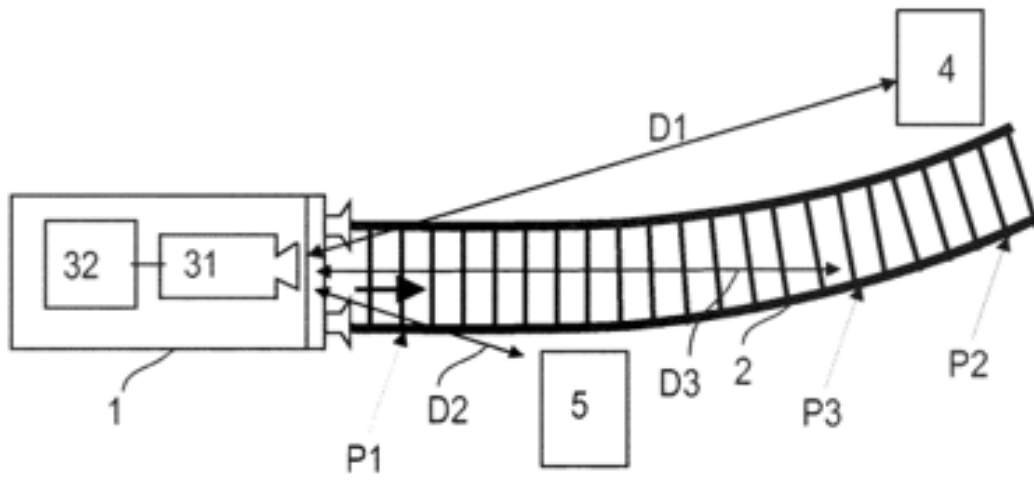


FIG 1

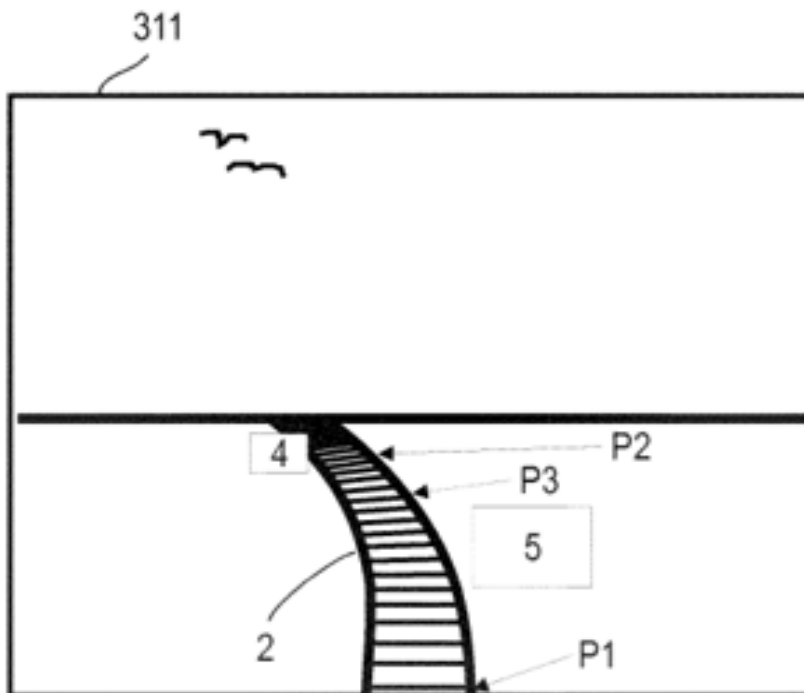


FIG 2