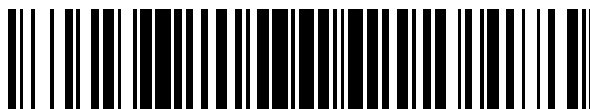


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 860 776**

51 Int. Cl.:

G05D 1/02 (2010.01)

H04B 10/116 (2013.01)

H04B 10/80 (2013.01)

G05D 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.08.2018** **PCT/EP2018/073177**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.03.2019** **WO19048296**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2018** **E 18758636 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.01.2021** **EP 3679438**

54 Título: **Sistema de posicionamiento interior para objetos móviles**

30 Prioridad:

07.09.2017 EP 17189882

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

05.10.2021

73 Titular/es:

SIGNIFY HOLDING B.V. (100.0%)
High Tech Campus 48
5656 AE Eindhoven, NL

72 Inventor/es:

VERBRUGH, STEFAN, MARCUS;
DAVIES, ROBERT, JAMES;
VAN VOORTHUISEN, PAUL, HENRICUS,
JOHANNES, MARIA;
HABETS, ALEXANDER, PAULUS, PHILIPPUS,
MARIA y
KUPPEN, JOHAN, WILHELMUS, HERMANUS

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 860 776 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

Sistema de posicionamiento interior para objetos móviles

5 Campo técnico

La presente divulgación se refiere a un sistema de posicionamiento interior para objetos móviles y objetos móviles para su uso en el sistema.

10 Antecedentes

Los denominados vehículos autónomos se extienden cada vez más en su uso tanto en exteriores como en interiores. Los vehículos autónomos son vehículos que pueden moverse sin que sea necesario ser conducidos por un humano. Abarcan, por ejemplo, coches autónomos, robots, drones, etc. Tienen una fuente de energía, por ejemplo, un motor, lo que significa que no son objetos portátiles - su movilidad proviene de su propia fuente de energía. La dirección y la velocidad del vehículo autónomo se controlan por un ordenador a bordo que ejecuta software informático para controlar el vehículo. Hay muchos desafíos en ese contexto. Un desafío importante es evitar que los vehículos autónomos colisionen entre sí o con otros obstáculos en un entorno. Se han propuesto una variedad de soluciones diferentes para abordar este problema. Los desafíos son diferentes en un entorno externo (al aire libre) en comparación con un entorno interior. Una propuesta que se ha hecho proporciona un procedimiento de medición del intervalo de vehículos en base a la comunicación de luz visible entre vehículos. Los transmisores y receptores ópticos se proporcionan en los vehículos para que los vehículos puedan determinar las distancias entre vehículos al estar en comunicación entre sí a través de estas señales ópticas. En el campo del sistema de iluminación de puesta en servicio, el documento WO2015036912 (A1) divulga un vehículo autónomo con uno o más sensores de luz y un detector de ubicación, que navega por todo el sistema de iluminación. El sensor de luz detecta un identificador codificado en una fuente de luz y el detector de ubicación determina la ubicación del vehículo autónomo. La ubicación se asocia con el identificador codificado, de ese modo es puesta en servicio la fuente de luz.

30 Sumario

De acuerdo con un aspecto de la presente invención se proporciona un objeto móvil configurado para el movimiento en un área equipada con fuentes de iluminación cada una configurada para emitir iluminación a partir del que puede determinarse un identificador único de la fuente de iluminación, el objeto móvil que comprende: un sensor de luz dispuesto para detectar iluminación de al menos una de las fuentes de iluminación dentro de la vista del sensor de luz; un ordenador dispuesto a determinar a partir de la iluminación detectada (i) una posición del objeto móvil en relación con al menos una fuente de iluminación y (ii) el identificador de la al menos una fuente de iluminación; un transceptor acoplado al ordenador y configurado para recibir de al menos otro objeto móvil en el área un mensaje que comprende la posición del al menos otro objeto móvil en relación con una fuente de iluminación, y el identificador de esa fuente de iluminación, el ordenador configurado para determinar desde su posición y el mensaje recibido desde el al menos otro objeto móvil a una distancia de al menos otro objeto móvil. Por consiguiente, no es necesario acceder a una base de datos que comprende la ubicación de dichas fuentes de iluminación.

El transceptor puede configurarse para transmitir un mensaje que comprende la posición del objeto móvil en relación con al menos una fuente de iluminación determinada por el ordenador y el identificador de al menos una fuente de iluminación. Para un posicionamiento más preciso, pueden usarse al menos dos fuentes de iluminación, y el sensor de luz constituye una cámara con al menos dos fuentes de iluminación a la vista.

El mensaje transmitido o recibido puede comprender una huella del objeto móvil. Dicha huella puede ser un área de superficie, un volumen o un contorno del objeto móvil.

En una realización, el mensaje transmitido o recibido comprende la velocidad del objeto móvil.

El sensor de luz puede disponerse para detectar la iluminación de al menos dos de las fuentes de iluminación en el área, y el ordenador puede disponerse para determinar a partir de la iluminación detectada una orientación del objeto móvil en relación con al menos dos fuentes de iluminación. Como se mencionó anteriormente, esto permite un posicionamiento más preciso.

El ordenador puede disponerse para determinar una distancia del objeto móvil con respecto a la al menos una fuente de iluminación.

El ordenador puede configurarse para determinar una ruta prevista del objeto móvil y para transmitir la ruta prevista a una entidad de gestión de rutas.

El objeto móvil puede comprender un módulo de reconocimiento de imágenes configurado para acceder a los datos de imagen capturados por el sensor de luz para su uso en la determinación más precisa de la posición del objeto móvil. Alternativamente, dicho objeto puede comprender un módulo de reconocimiento de imágenes configurado

para acceder a datos de imagen capturados por una cámara adicional para su uso en la determinación más precisa de la posición del objeto móvil. Por ejemplo, el módulo de reconocimiento de imágenes puede reconocer bordes, esquinas y/o guías, de modo que la posición del objeto móvil puede determinarse con mayor precisión en relación con dichas características reconocidas.

El objeto móvil puede comprender una memoria para registrar el movimiento del objeto móvil en el área.

Otro aspecto de la invención proporciona un objeto móvil configurado para moverse en un área equipada con fuentes de iluminación cada una configurada para emitir iluminación a partir de la que puede determinarse un identificador único de la fuente de iluminación; el objeto móvil que comprende: un sensor de luz dispuesto para detectar la iluminación de al menos una de las fuentes de iluminación dentro de la vista del sensor de luz; un ordenador dispuesto para determinar a partir de la iluminación detectada (i) una posición del objeto móvil en relación con al menos una fuente de iluminación y (ii) el identificador de al menos una fuente de iluminación; y un transceptor acoplado al ordenador y configurado para transmitir un mensaje a al menos otro objeto móvil en el área, el mensaje que comprende (i) la posición del objeto móvil en relación con al menos una fuente de iluminación determinada por el ordenador y (ii) el identificador de la al menos una fuente de iluminación, por lo que el al menos otro objeto móvil puede determinar una distancia entre el objeto móvil y en él mismo en base a su propia posición en relación a al menos una fuente de iluminación, y la posición en el mensaje.

Otro aspecto de la invención proporciona un sistema de posicionamiento que comprende fuentes de iluminación cada una configurada para emitir iluminación a partir de la que puede determinarse un identificador único de la fuente de iluminación; al menos un objeto móvil de acuerdo con la primera definición; y al menos un objeto móvil de acuerdo con la segunda definición. Dicho sistema de posicionamiento puede ser un sistema de posicionamiento exterior o un sistema de posicionamiento interior. En un sistema de posicionamiento exterior, el área puede ser relativamente grande y comprender muchas luminarias dispuestas en un diseño elaborado, por lo tanto, la presente invención es ventajosa ya que no se requiere que pueda accederse a ninguna base de datos de luminarias (o mapa) por objetos que navegan por medio de dicho sistema de posicionamiento. Del mismo modo, el sistema de posicionamiento que es un sistema de posicionamiento interior también es ventajoso, ya que los espacios cerrados interiores son propensos a colisiones, que son prevenidas por la presente invención. El sistema de posicionamiento puede, por ejemplo, disponerse en un edificio en el que el edificio se configura para emitir iluminación que comprende información codificada sobre el edificio a los objetos móviles. Alternativamente, otros medios para emitir información pueden concebirse como RF, IR, Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, etc. El edificio puede equiparse con al menos un sensor de luz, y el objeto móvil puede comprender al menos una fuente de iluminación configurada para emitir iluminación desde la que puede identificarse un identificador único de la fuente de iluminación. El sistema de posicionamiento interior puede comprender un medio de almacenamiento en el que se mantiene la posición relativa de las fuentes de iluminación en el área.

Dicho sistema de posicionamiento puede disponerse en el interior como parte de una infraestructura de iluminación de edificios. Dicho sistema de posicionamiento puede disponerse al aire libre como parte de una infraestructura de iluminación.

Un aspecto adicional de la invención proporciona un procedimiento implementado en un objeto móvil para determinar la distancia entre el objeto móvil y al menos otro objeto móvil que se mueve en un área equipada con fuentes de iluminación cada una configurada para emitir iluminación desde la que puede determinarse un identificador único de la fuente de iluminación, el método que comprende: detectar la iluminación de al menos una de las fuentes de iluminación; determinar a partir de la iluminación detectada (i) una posición del móvil en relación con al menos una fuente de iluminación y (ii) el identificador de al menos una fuente de luz; recibir desde el al menos otro objeto móvil un mensaje que comprende la posición del al menos otro objeto móvil en relación con esa fuente de iluminación; y determinar desde la posición del objeto móvil y del al menos otro objeto móvil a una distancia entre ellos.

Un aspecto adicional de la invención proporciona un producto de programa informático descargable desde una red de comunicaciones y/o almacenado en un medio legible por ordenador y/o medio ejecutable por microprocesador en el que el producto del programa informático comprende instrucciones de código de programa informático, que cuando se ejecuta por al menos un procesador, implementan un procedimiento como en la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

Para ayudar a comprender la presente divulgación y mostrar cómo pueden ponerse en práctica las realizaciones, se hace referencia a modo de ejemplo a los dibujos adjuntos.

La Figura 1 muestra dos vehículos autónomos en un sistema de posicionamiento interior.
La Figura 2 muestra componentes esquemáticamente de un vehículo.
La Figura 3 muestra una vista en planta de la disposición de la Figura 1.

Descripción de las realizaciones

En la presente memoria se describe un sistema de posicionamiento interior para objetos móviles, como vehículos autónomos. En este contexto los vehículos autónomos son vehículos que no requieren que un humano controle su ruta, sino que controlen su propia posición y velocidad a través de ordenadores a bordo programados por software informático. Los vehículos autónomos tienen su propia fuente de energía, por ejemplo, un motor. Incluyen, pero no se limitan a robots, coches autónomos y drones. Hay varios contextos en los que estos vehículos se usan en un entorno interior, por ejemplo, en una fábrica o un almacén, o en coches de pasajeros en un túnel. En estos entornos, los sistemas de posicionamiento que pueden operar en exteriores para estos vehículos (por ejemplo, sistemas basados en GPS) pueden dejar de ser eficaces. Los inventores actuales han basado el actual sistema de posicionamiento interior en un entorno que usa fuentes de iluminación que pueden emitir luz visible en la que se ha modulado un ID único. Un sistema de posicionamiento interior que usa comunicación de luz visible (VLC) está actualmente disponible para posicionar dispositivos portátiles como teléfonos inteligentes y otros dispositivos que tienen una cámara. Las fuentes de iluminación como luminarias en un techo del entorno interior emiten un identificador único al usar luz codificada, y esto se captura por la cámara del dispositivo portátil. La ubicación de cada luminaria se mantiene en una base de datos junto con el identificador único, y el dispositivo portátil (como el teléfono inteligente) puede acceder a su base de datos a través de una conexión a Internet para determinar su ubicación en base al identificador de la luminaria que se ha capturado por la cámara. Los inventores han reconocido que un sistema de posicionamiento interior para objetos móviles como los vehículos autónomos puede usar luz codificada, pero que el sistema de posicionamiento interior que actualmente está disponible para teléfonos inteligentes etc. no es adecuado en el contexto de los vehículos autónomos. Han desarrollado el sistema de posicionamiento interior descrito en la presente memoria para superar estas desventajas, de una manera descrita con más detalle más adelante.

En primer lugar, se describirá el sistema de posicionamiento interior de acuerdo con las realizaciones. Se hace referencia a la Figura 1.

La Figura 1 muestra dos objetos móviles, como vehículos autónomos, V1, V2. Cada vehículo se equipa igualmente con números de referencia que tienen un sufijo 'a' que denota elementos en el vehículo V1, y números de referencia que tienen un sufijo 'b' que denotan elementos en el vehículo V2. Los vehículos se encuentran en un entorno interior en el que se montan varias fuentes de iluminación (a menudo denominadas en la presente memoria como luminarias), incluidas las fuentes en el techo indicadas en la Figura 1 como L1 y L2. Se apreciará que muchas de estas fuentes de iluminación pueden proporcionarse alrededor del entorno interior. Las fuentes de iluminación son fuentes VLC que son capaces de transmitir iluminación visible en la que se ha codificado un identificador único por modulación. Cada vehículo se equipa con un transceptor inalámbrico que actúa como transmisor y/o receptor para permitir que los vehículos del lugar se comuniquen entre sí a través de una conexión inalámbrica de corto alcance, por ejemplo, RF (Radiofrecuencia). Puede elegirse un canal particular para todos los vehículos o para conjuntos de vehículos. Las líneas punteadas en la Figura 1 muestran cómo la cámara 10a del vehículo V1 captura la luz de una primera luminaria L1 en un primer ángulo α_1 y de una segunda luminaria L2 en un segundo ángulo α_2 . Del mismo modo, la cámara 10b del vehículo V2 captura la luz de la primera luminaria L1 en cierto ángulo β_1 y la luz de la segunda luminaria L2 en cierto ángulo β_2 . Cada vehículo envía información a los demás vehículos sobre su posición en relación con las luminarias a la vista. Cada uno de los vehículos tiene un ordenador que puede derivar la distancia mutua de la información sobre luminarias que se encuentran a la vista del vehículo y del resto de vehículos en sus inmediaciones. Para un posicionamiento más preciso, la cámara de cada vehículo puede tener al menos dos luminarias a la vista. La distancia mutua entre el vehículo V1 y el V2 en la Figura 1 se etiqueta como d. Con el fin de determinar la distancia mutua, es necesario conocer la distancia vertical h entre la cámara y las luminarias (básicamente la altura de la luminaria). En una implementación básica del sistema, la altura de la luz puede comunicarse a los vehículos como un parámetro fijo desde un componente de control central del sistema. En una implementación alternativa, el sistema puede determinar la altura de forma autónoma (por ejemplo, en el caso de drones que vuelan por el entorno y que no viajan por tierra). Las posibles técnicas para determinar la altura de forma autónoma se discuten más adelante. En una mejora del sistema, también discutida más adelante, puede proporcionarse información basada en el tiempo sobre la ruta prevista del vehículo a otros vehículos para que puedan adaptar su ruta si es necesario para evitar colisiones.

La Figura 2 es un diagrama de bloques esquemático que muestra los componentes de un vehículo autónomo. Un sistema de posicionamiento interior puede comprender varios de estos vehículos. Como ya se ha mencionado, el vehículo comprende una cámara 10a que se ubica en el techo del vehículo para poder detectar la luz de las luminarias montadas en el techo del área interior. El vehículo lleva un transceptor que puede intercambiar datos con otros vehículos y que comprende un transmisor y un receptor. En general todos los vehículos tendrán un transceptor que sea capaz de transmitir tanto de recibir. Sin embargo, en algunas circunstancias, es posible que algunos vehículos solo puedan recibir, mientras que otros vehículos solo puedan transmitir. El entorno puede tener un controlador central 32 igualmente capaz de realizar una o ambas de estas acciones para comunicarse con los vehículos. El vehículo V1 se equipa con un mecanismo de accionamiento 14a mediante el cual el vehículo se propulsa y las ruedas dirigidas, etc. No es necesario entrar en los detalles del mecanismo de accionamiento aquí, porque son bien conocidos en la técnica. El mecanismo de accionamiento se controla por un procesador 16a que implementa el controlador del vehículo (en forma de un ordenador a bordo o similar). Entre otras funciones, el controlador 16a recibe información de la cámara 10a, procesa la información y proporciona datos correspondientes a esa información al transceptor 12a para transmitirlos desde el vehículo en un mensaje enviado a través de un canal

inalámbrico. El controlador 16a también realiza la función de recibir datos que son recibidos por el transceptor 12a en mensajes de otros vehículos y procesar esos datos para proporcionar información de posicionamiento que puede usarse para controlar el mecanismo de accionamiento 14a. Los vehículos también se equipan cada una memoria 18a que, entre otras cosas, puede registrar un historial de movimiento del vehículo en el área.

La Figura 3 muestra una vista en planta de los vehículos de la Figura 1 que intentan pasar uno al lado del otro. La información del vehículo V1 sobre las luminarias L1, L2 y el ángulo con el que las percibe se transmite al vehículo V2 en un mensaje para que el vehículo V2 pueda evaluar su posición relativa con respecto al vehículo V1. Por lo tanto, dos vehículos pueden pasar entre sí en una ruta, como una carretera o en un pasillo (por ejemplo, en una fábrica o un almacén).

Los datos que se intercambian entre los transceptores de los vehículos pueden estar en varios formatos diferentes. De acuerdo con una implementación, el mensaje contiene una huella del vehículo con referencia a las luces a la vista, donde las luces se indican por referencia al identificador VLC. Cada vehículo tiene una memoria 18a que tiene una huella de ese vehículo, para el acceso del controlador 16a. El controlador 16a 'sabe' dónde se ubica la cámara 10a con respecto a la huella total del vehículo y por lo tanto puede proporcionar la referencia posicional de la huella del vehículo con respecto a las fuentes de luz a la vista de la cámara. La ubicación de la cámara con respecto a la huella también puede guardarse en la memoria 18a. Los datos intercambiados entre vehículos pueden incluir todas las luminarias a la vista y la posición del vehículo en relación con cada luminaria. También es posible que los datos incluyan la velocidad del vehículo, así como la información posicional. También puede incluirse la orientación, que se obtiene mediante el sistema de posicionamiento interior si al menos dos luminarias a la vista. En escenarios donde la orientación es crucial, la densidad de las luminarias debe ser tal que siempre haya al menos dos luminarias a la vista. Para los drones (y otros objetos móviles voladores), también se transmite la distancia del objeto volador de las luminarias (la altura de vuelo). La altura puede determinarse de forma autónoma, por ejemplo, con los siguientes procedimientos. En un procedimiento, una luminaria con cierto código VLC es vista por las dos cámaras espaciadas por una distancia conocida en el mismo vehículo bajo un ángulo diferente, lo que permite calcular la altura. En otro procedimiento, la altura de una luz puede derivarse de la velocidad de avance del vehículo. En otro procedimiento, puede instalarse una función de medición de distancia independiente.

Opcionalmente, el propio edificio puede participar en el sistema de posicionamiento y enviar información sobre las luminarias de sus inmediaciones y sus límites. Esto podría hacerse a través de la información que se mantiene en el controlador central y disponible para los vehículos, o podría descargarse en cada vehículo a medida que llega al área. El número de referencia 30 en la Figura 3 denota un posible obstáculo en la pared del edificio que podría notificarse por su posición relativa a las luminarias del edificio. El problema que se aborda con esto es indicar de forma fiable dónde el vehículo V1 puede proceder moviéndose hacia la derecha como se muestra en la flecha punteada sin golpear la pared, y al dejar el máximo espacio para otros vehículos. En otras palabras, si el vehículo V1 puede determinar con precisión su distancia con respecto a la pared, no necesita tomar un margen demasiado grande para asegurarse de que lo evita.

Si un vehículo tiene al menos dos luminarias a la vista, puede determinar además su orientación con respecto a las luminarias, y además puede suministrar esa información a otros vehículos en el sistema.

La luz codificada (CL) es un procedimiento para incrustar información en la luz emitida de fuentes de luz eléctrica sin afectar a la función de iluminación primaria. Por lo tanto, la información integrada no es perceptible por los humanos, pero es detectable electrónicamente. En general, la información integrada se codifica en forma de modulaciones de alta intensidad de frecuencia y/o cromática.

Preferentemente, el código de la señal de luz codificada es invisible para un humano y se percibe como luz de iluminación continua sin parpadeos, o el código de la señal de luz codificada puede ser simplemente discreto para un humano. Con el fin de percibirse como libre de parpadeo, el espectro de la señal modulada, o la luz emitida no debe contener frecuencias bajas, preferentemente debe haber componentes de frecuencia limitados o nulos presentes por debajo de 50 Hz, y con mayor preferencia limitados o sin componentes de frecuencia por debajo de 100 Hz. Además, se observa que los mensajes repetitivos también pueden dar lugar a componentes de baja frecuencia, sin embargo, esto puede abordarse a través de una codificación de canal adecuada. Por ejemplo, en caso de la modulación de amplitud, podría usarse un código de canal libre de DC, como la codificación Manchester.

En las realizaciones, la modulación puede comprender un solo tono (sinusoide) o una sola forma de onda oscilante (por ejemplo, onda rectangular) y la frecuencia de este tono o forma de onda actúa como el código integrado (es decir, diferentes fuentes de luz emiten luz cada una con una frecuencia de modulación única diferente, única dentro del sistema en cuestión).

Como las fuentes de luz conectadas a la red eléctrica habitual suelen producir interferencias fuertes, por ejemplo, en DC, 50 Hz o 100 Hz, estas frecuencias a menudo necesitan suprimirse en el lado del receptor de luz codificada; es decir, filtrado con el fin de aumentar la relación de ruido. Es ventajoso tener en cuenta este filtrado al seleccionar la modulación (parámetros), por ejemplo, en caso de clave de cambio de frecuencia (FSK), las frecuencias de modulación se colocan preferentemente a una distancia suficiente de estas bandas de supresión.

Alternativamente, los esquemas de modulación más complejos son posibles con el fin de incrustar datos más complejos. Por ejemplo, la frecuencia de modulación puede variar para representar datos de acuerdo con un esquema de claves de frecuencia, o la fase de la frecuencia de modulación puede variar para representar datos de acuerdo con un esquema de claves de fase, o la amplitud de la modulación puede variar para representar datos de acuerdo con un esquema de claves de amplitud (por ejemplo, un código Manchester o un código Manchester ternario).

La luz codificada alternativamente puede aprovechar el hecho de que la sensibilidad del ojo humano a los cambios de color es menor que la sensibilidad a los cambios de intensidad. Esto puede usarse ventajosamente para modular la información en la salida de luz de una luminaria con al menos dos fuentes de luz que tienen una salida de color espectral diferente. Un ejemplo de un sistema de este tipo puede encontrarse en el documento US8594510, pero otros enfoques son conocidos por los expertos en la técnica; que incluye, por ejemplo, la clave de cambio de color como se propone en el documento IEEE 802.15.7-2011.

Para detectar la luz codificada, en las realizaciones la cámara 10a es una cámara de obturador rodante en la que los píxeles del sensor de imagen se agrupan en una pluralidad de líneas (por ejemplo, filas horizontales), y la cámara captura una imagen exponiendo cada una de las líneas en una secuencia, en momentos sucesivos ligeramente diferentes. Por lo tanto, cada línea captura la luz de la fuente de luz en un momento ligeramente diferente, y, por lo tanto, en una fase diferente de la modulación. Si la velocidad de línea es lo suficientemente alta en relación con la frecuencia de modulación, esto permite por lo tanto que la modulación se detecte en la imagen. Si el código es lo suficientemente corto en relación con el número de líneas en un fotograma, a continuación, el código puede detectarse en un solo fotograma; o de lo contrario el código puede detectarse a través de múltiples fotogramas de una imagen de video. Además, si la cámara 10a no es una cámara de obturador rodante sino más bien una cámara de obturador global que expone todo el fotograma a la vez, a continuación, la luz codificada todavía puede detectarse a partir de una imagen de video si la velocidad de fotogramas es lo suficientemente alta en relación con la frecuencia de modulación. Las técnicas de luz codificadas adecuadas serán en sí mismas familiares para una persona experta en la técnica.

Al permitir a los vehículos comunicar su posición relativa con respecto a la iluminación identificada de forma única, se proporciona un sistema de posicionamiento de vehículos interiores que supera las desventajas de un sistema de posicionamiento interior basado en VLC aplicado a teléfonos inteligentes, etc. De acuerdo con estos sistemas, la precisión puede lograrse en situaciones prácticas de unos 30 cm limitada, por circunstancias prácticas como la precisión a la que se coloca la posición de las luminarias en una base de datos. De acuerdo con el sistema descrito en la presente memoria, no se requiere tal base de datos y, por lo tanto, las desventajas asociadas a la que se han dispensado. Por ejemplo, se necesita tiempo para acceder a una base de datos de luminarias a través de una conexión a Internet, y esto habría requerido hacer que los vehículos en movimiento se ralenticen o incluso se detengan hasta que puedan determinar sus posiciones. Las conexiones a Internet no son completamente fiables, por lo que no puede garantizarse la seguridad al confiar en una conexión a Internet para proporcionar información sobre las posiciones de los vehículos. Si se usara una base de datos, todos los vehículos del sistema necesitarían acceso a la base de datos de luminarias adecuadas. Este problema podría resolverse potencialmente en aplicaciones en las que todos los vehículos y el lugar sean gestionados por la misma parte (por ejemplo, un almacén), pero seguiría siendo un problema en contextos donde ese no es el caso, por ejemplo, coches autónomos en entornos interiores como túneles o estacionamientos donde no puede usarse el GPS. Además, es difícil garantizar el acceso a una base de datos para los coches que se conducen en otro lugar que no sea su país de origen porque pueden no equiparse con la información de acceso necesaria. Por el contrario, el sistema de posicionamiento interior descrito en la presente memoria proporciona una precisión mucho mejor (posiblemente a menos de un centímetro), por lo que permite una mejor optimización del uso del espacio. El sistema permite proporcionar información de orientación además de información de posición en algunas realizaciones. El sistema de posicionamiento del vehículo funciona en interiores al evitar de ese modo la necesidad de GPS.

Aunque el sistema descrito en la presente memoria usa identificadores de luz codificados, no requiere acceso a una base de datos de luminarias. Por lo tanto no se basa en una conexión a Internet y por lo tanto no hay riesgo de que la información de posición no esté disponible porque dicha conexión se interrumpa. Además, puede haber un tiempo de respuesta rápido en los vehículos que determinan su posición porque se evita el retraso de la red. Esto puede ser especialmente ventajoso para los vehículos que entran a un territorio desconocido, como un coche en un área de aparcamiento o un dron que se configura para volar en varios lugares, donde los lugares no comparten una organización común.

En principio, se necesitan menos códigos únicos para identificar las fuentes de iluminación (que en un sistema de posicionamiento telefónico) porque los códigos deben ser únicos solo dentro del alcance de la conexión inalámbrica de los vehículos. Esto significa que el código puede ser más corto y por lo tanto puede detectarse más rápidamente (que es importante si los vehículos se conducen a alta velocidad).

El sistema también permite lograr una mayor precisión de posición, ya que se elimina la desviación de la posición de las luminarias, como se registra en la base de datos con respecto a su posición real. Esto también reduce el riesgo de errores, ya que la posición absoluta de las luminarias no es importante. Los errores en la ubicación de las

luminarias de la base de datos se eliminan por completo. Todo lo que se necesita es que los vehículos puedan comunicar entre sí su propia posición relativa con respecto a las luminarias que están a su vista. Otros vehículos que pueden 'ver' las mismas luminarias pueden de ese modo determinar lo que ese vehículo hace en relación con estas mismas luminarias y por lo tanto para él mismo.

Opcionalmente, con el fin de mejorar la precisión del sistema, puede intercambiarse información sobre la geometría de las luminarias entre los vehículos, y entre el lugar y los vehículos. Dicha información podría mantenerse en un controlador central del sistema, que podría ubicarse en el edificio. Tenga en cuenta que esto no es en principio una característica necesaria, pero aumentaría la información usada por los controladores 16 en los vehículos para comprobar la información que han recibido.

Puede lograrse una mejora adicional en la precisión por el despliegue de más de una cámara en cada vehículo.

En general, al circular por un área, cada vehículo tendrá más de una luminaria a la vista. En una realización preferente, las posiciones relativas de estas luminarias (y la distancia) se comunican a otros vehículos en sus inmediaciones.

Desde la perspectiva de determinar las posiciones de los vehículos con respecto entre sí, se trata de información redundante. Sin embargo, permite que cada vehículo compare la posición relativa que recibe de otros vehículos con una posición relativa que se deriva de su propia vista de cámara. Cualquier discrepancia es una indicación de un error y puede usarse para estimar la exactitud del sistema en las circunstancias reales.

Otra información que podría incluirse en un intercambio de mensajes entre vehículos es usar el mensaje para enviar una señal a otros vehículos para que pudieran romperse. Como el sistema de posicionamiento que usa luces codificadas descritas en la presente memoria puede ser muy preciso y fiable, la información a otros vehículos para pedirles que se rompan puede ser igualmente precisa y fiable. El sistema de posicionamiento interior descrito en la presente memoria es beneficioso en particular cuando las luminarias ya están instaladas con fines de iluminación y pueden usarse adicionalmente para el posicionamiento. Sin embargo, en algunos casos puede ser apropiado instalar luces dedicadas para el posicionamiento VLC.

El sistema descrito en la presente memoria puede usarse para asignar una cierta ruta a través del lugar, o los objetos móviles pueden reclamar una cierta 'ruta prevista'. Una 'ruta' significa una ruta definida en el espacio con un cierto ancho (forma) y un tiempo definido. Además, la definición de una ruta puede incluir una tolerancia. De acuerdo con una realización, el objeto móvil reivindica una ruta y comunica su reivindicación a otros vehículos. Las actualizaciones regulares pueden difundirse para que la parte de la ruta que ha sido cubierta por el vehículo pueda liberarse para su uso por otros vehículos. En otra realización, el controlador central 32 fijo en el lugar podría proporcionar una entidad de gestión de rutas que pudiera comunicarse a través de un canal inalámbrico común con los vehículos y asignar la ruta o aprobar las reivindicaciones hechas por los vehículos. En una realización adicional, el controlador puede realizar un seguimiento de las rutas previstas de varios vehículos y optimizar todas las rutas y organizar prioridades. Por ejemplo, los vehículos podrían tener asignados niveles prioritarios, como los servicios de emergencia en un túnel, o los vehículos podrían 'adquirir' prioridad. En una realización, el sistema podría retener información sobre todos los vehículos en una cierta zona o región del área. Cada vehículo podría indicar su ruta deseada, o podría proporcionarse una ruta deseada al vehículo para que la información sobre qué vehículo tiene la intención de ir a donde pueda transferirse. A continuación, el sistema puede optimizar la ruta de todos los vehículos, pero si el área está abarrotada podría priorizar algunos vehículos sobre otros. Los vehículos pueden reclamar prioridad de varias maneras diferentes. En el caso de los coches autónomos, el usuario podría pagar una cierta tarifa para que el vehículo tenga prioridad y el pasajero llegue al destino más rápido. En otro ejemplo, en un centro de distribución algunos pedidos pueden tener una prioridad más alta, pero el cliente relacionado tiene que pagar más (por ejemplo, pagar más a una tienda en línea para obtener un producto antes). La definición de una ruta puede facilitarse por los identificadores VLC que no son aleatorios, pero indican la ubicación de la luminaria en el espacio. Por ejemplo, en una línea de luces en un túnel una luz posterior (luminaria) tiene un identificador secuencial de VLC. De acuerdo con otro ejemplo, los identificadores VLC de las luces de las luminarias de un almacén pueden configurarse para formar una cuadrícula donde el identificador VLC puede tener un formato XY.

Bajo ciertas condiciones, el sistema puede guiar a los vehículos alrededor de las barricadas. Esto puede lograrse por el controlador central (o por cada vehículo individual) si la posición de cada vehículo se proporciona al controlador central (o a todos los vehículos). En este escenario, si los vehículos se atascan en una ruta, por ejemplo, debido a una falla técnica o un accidente, pueden crear un obstáculo inesperado (repentino). Como el sistema conoce la ubicación y orientación precisas de los vehículos que se han quedado atascados, es capaz de guiar a otros vehículos alrededor del obstáculo. Esto puede ser útil de al menos dos maneras. Puede permitir evitar rápidamente colisiones (porque el sistema de luz codificada usado en la presente memoria es rápido, fiable y preciso) y puede optimizar la ruta de los vehículos más lejos para evitar la ruta bloqueada a través de la entidad de gestión de rutas.

En algunas circunstancias, puede ser beneficioso instalar fuentes de iluminación en los vehículos y sensores de luz en el techo. Esto puede ayudar además a la información de posicionamiento para permitir determinar la ubicación y

orientación precisas de los vehículos. Por ejemplo, las esquinas exteriores de un vehículo podrían marcarse con fuentes de iluminación, para evitar la necesidad de comunicar una huella.

El sistema descrito en la presente memoria tiene una amplia variedad de aplicaciones. Por ejemplo, puede usarse en el campo de los vehículos autónomos para servicios logísticos, como almacenes, invernaderos, salas de subastas, etc. De acuerdo con un ejemplo en particular, las mercancías podrían comprarse a camiones que se encuentran en los denominados refugios portuarios. Debido a la posibilidad que ofrece el sistema descrito en la presente memoria de alineación extremadamente precisa de un carro y el camión, la mercancía podía comprarse en el camión con una mínima intervención humana.

El sistema podría aplicarse a robots en una fábrica.

El sistema podría aplicarse a los coches autónomos, o a los coches sin conductor, en particular en un entorno interior donde no hay GPS disponible, como túneles o estacionamientos.

El sistema podría aplicarse a drones en un entorno interior.

En todas estas aplicaciones el sistema descrito en la presente memoria puede ofrecer varios de beneficios. La colisión entre vehículos puede evitarse mediante el intercambio de información sobre la ubicación (y posiblemente su ruta prevista) con respecto entre sí. Los objetos móviles pueden moverse a velocidades más altas y realizar maniobras a velocidades más altas porque el sistema de posicionamiento descrito en la presente memoria puede ser más rápido y preciso que otros procedimientos de posicionamiento, y porque puede usarse para proporcionar información de rumbo (orientación). En general el sistema puede ser más seguro que otros mecanismos debido al menor riesgo de colisión.

Tenga en cuenta que el sistema de posicionamiento interior descrito podría usarse como complemento de otros sistemas de posicionamiento.

Otras variaciones a las realizaciones divulgadas pueden entenderse y efectuarse por aquellos expertos en la técnica en la práctica de la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la divulgación, y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la palabra "que comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluyen una pluralidad. Un único procesador u otra unidad pueden cumplir las funciones de varios elementos expuestos en las reivindicaciones. El mero hecho de que ciertas medidas se exponen en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no pueda usarse para beneficio. Un programa de computadora puede almacenarse/distribuirse en un medio adecuado, como un medio de almacenamiento óptico o un medio de estado sólido proporcionado junto con o como parte de otro hardware, pero también puede distribuirse en otras formas, como a través de Internet u otros sistemas de telecomunicaciones por cable o inalámbricos. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no debe interpretarse como limitante del alcance.

REIVINDICACIONES

1. Un objeto móvil (V1) configurado para el movimiento en un área equipada con fuentes de iluminación (L1, L2) cada una configurada para emitir iluminación desde la que puede determinarse un identificador único de la fuente de iluminación (L1, L2), comprendiendo el objeto móvil (V1):
5
un sensor de luz (10a) dispuesto para detectar la iluminación de al menos una de las fuentes de iluminación (L1, L2) dentro de la vista del sensor de luz (10a);
10 un ordenador (16a) dispuesto para determinar a partir de la iluminación detectada (i) una posición del objeto móvil en relación con al menos una fuente de iluminación y (ii) el identificador de al menos una fuente de iluminación (L1, L2);
un transceptor acoplado al ordenador y configurado para recibir desde al menos otro objeto móvil (V2) en el área un mensaje que comprende la posición del al menos otro objeto móvil (V2) en relación con una fuente de iluminación (L1, L2), y el identificador de esa fuente de iluminación (L1, L2), el ordenador (16a) configurado para determinar desde su posición y el mensaje recibido del al menos otro objeto móvil (V2) una distancia (d) del al menos otro objeto móvil (V2).
15
2. Un objeto móvil de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el transceptor se configura para transmitir un mensaje que comprende (i) la posición del objeto móvil en relación con al menos una fuente de iluminación determinada por el ordenador y (ii) el identificador de la al menos una fuente de iluminación.
20
3. Un objeto móvil de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el mensaje transmitido o recibido comprende una huella del objeto móvil.
- 25 4. Un objeto móvil de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el mensaje transmitido o recibido comprende la velocidad del objeto móvil.
5. Un objeto móvil de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el sensor de luz se dispone para detectar la iluminación de al menos dos de las fuentes de iluminación en el área, y el ordenador se dispone para determinar a partir de la iluminación detectada una orientación del objeto móvil en relación con las al menos dos fuentes de iluminación.
30
6. Un objeto móvil de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el ordenador se dispone para determinar una distancia del objeto móvil con respecto a la al menos una fuente de iluminación.
35
7. Un objeto móvil de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el ordenador se configura para determinar una ruta prevista del objeto móvil y transmitir la ruta prevista a una entidad de gestión de ruta.
- 40 8. Un objeto móvil de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 que comprende un módulo de reconocimiento de imágenes configurado para acceder a datos de imagen capturados por el sensor de luz para su uso para determinar con mayor precisión la posición del objeto móvil.
9. Un objeto móvil de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 que comprende una memoria para registrar el movimiento del objeto móvil en el área.
45
10. Un objeto móvil (V1) configurado para el movimiento en un área equipada con fuentes de iluminación (L1, L2) cada una configurada para emitir iluminación desde la que puede determinarse un identificador único de la fuente de iluminación (L1, L2);
50 el objeto móvil (V1) que comprende:
un sensor de luz (10a) dispuesto para detectar la iluminación de al menos una de las fuentes de iluminación (L1, L2) dentro de la vista del sensor de luz (10a);
un ordenador (16a) dispuesto para determinar a partir de la iluminación detectada (i) una posición del objeto móvil (V1) en relación con al menos una fuente de iluminación (L1, L2) y (ii) el identificador de al menos una fuente de iluminación (L1, L2);
55 y un transceptor (12a) acoplado al ordenador (16a) y configurado para transmitir un mensaje a al menos otro objeto móvil (V2) en el área, comprendiendo el mensaje (i) la posición del objeto móvil (V1) en relación con al menos una fuente de iluminación (L1, L2) determinada por el ordenador (16a) y (ii) el identificador de la al menos una fuente de iluminación (L1, L2), mediante el cual el al menos otro objeto móvil (V2) puede determinar una distancia (d) entre el objeto móvil (V1) y él mismo en base a su propia posición en relación con al menos una fuente de iluminación (L1, L2) y la posición del mensaje.
60
11. Un sistema de posicionamiento que comprende: fuentes de iluminación cada una configurada para emitir iluminación desde las que puede determinarse un identificador único de la fuente de iluminación; al menos un objeto móvil de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9; y al menos un objeto móvil de acuerdo con la reivindicación 10.
65

12. Un sistema de posicionamiento de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicho sistema de posicionamiento se dispone en el interior como parte de una infraestructura de iluminación de edificios.
- 5 13. Un sistema de posicionamiento de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicho sistema de posicionamiento se dispone en el exterior como parte de una infraestructura de iluminación.
- 10 14. Un procedimiento implementado en un objeto móvil para determinar la distancia entre el objeto móvil y al menos otro objeto móvil que se mueve en un área equipada con fuentes de iluminación cada una configurada para emitir iluminación desde la que puede determinarse un identificador único de la fuente de iluminación, comprendiendo el procedimiento:
- 15 detectar la iluminación de al menos una de las fuentes de iluminación;
determinar a partir de la iluminación detectada (i) una posición del móvil en relación con al menos una fuente de iluminación y (ii) el identificador de la al menos una fuente de luz;
recibir desde al menos otro objeto móvil un mensaje que comprende la posición del al menos otro objeto móvil en relación con esa fuente de iluminación; y
determinar desde la posición del objeto móvil y del al menos otro objeto móvil una distancia entre estos.
- 20 15. Un producto de programa informático descargable desde una red de comunicaciones y/o almacenado en un medio legible por ordenador y/o medio ejecutable por microprocesador en el que el producto de programa informático comprende instrucciones de código de programa informático, que cuando se ejecutan por al menos un procesador, implementan un procedimiento como se reivindicó en la reivindicación del procedimiento 14.

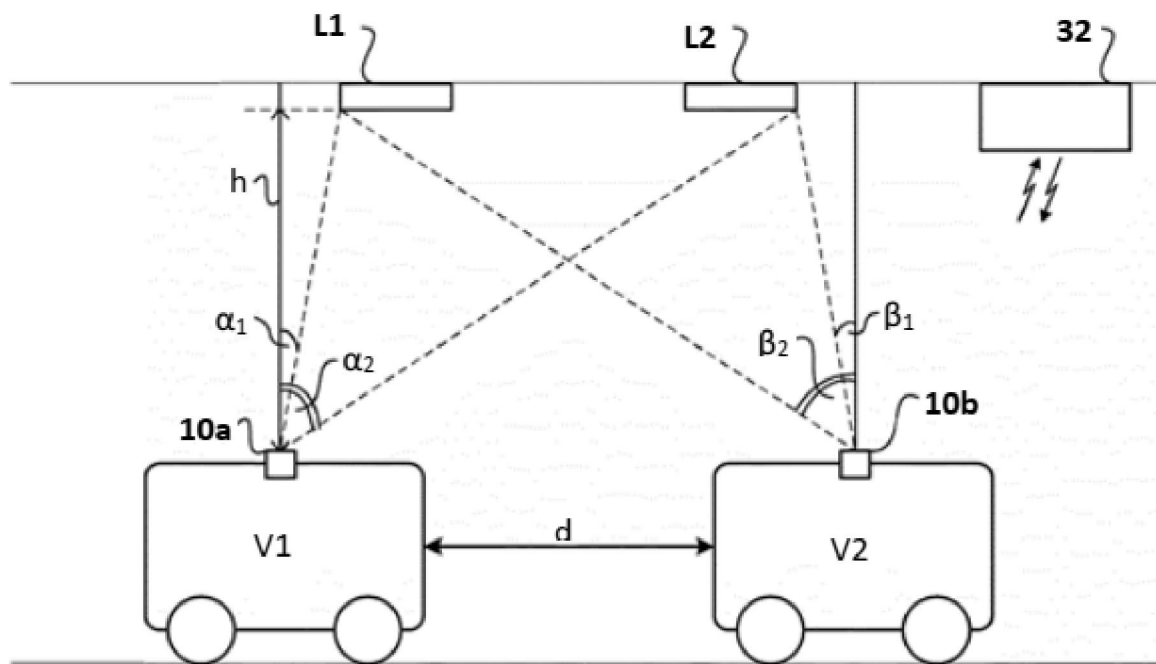


Figura 1

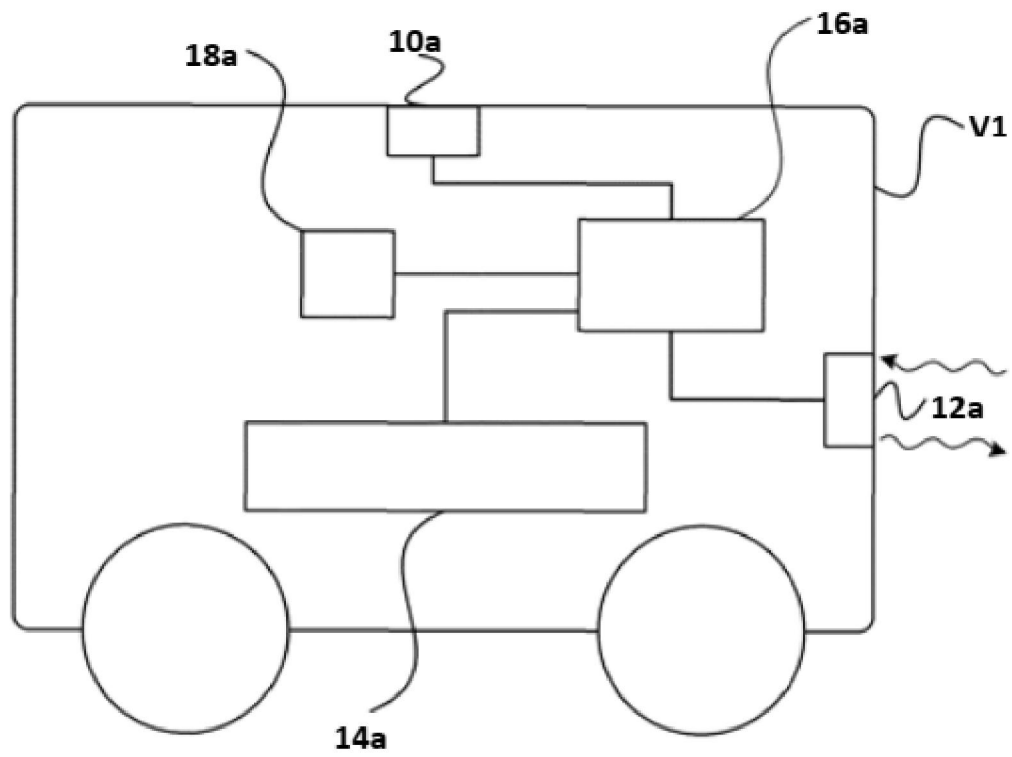


Figura 2

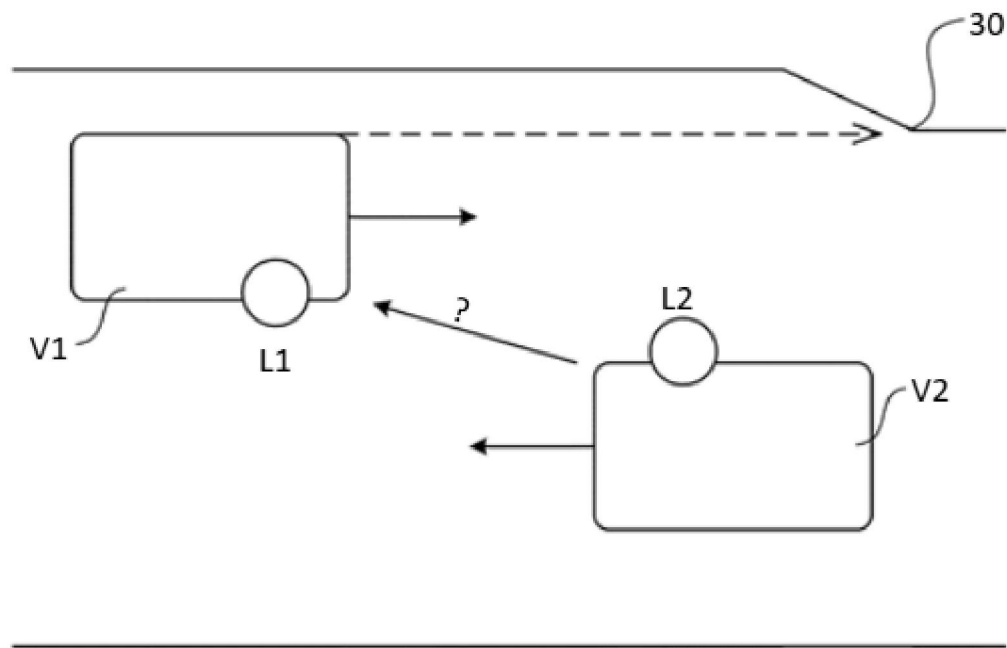


Figura 3