

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 724 353**

51 Int. Cl.:

G08G 1/04 (2006.01)

G08G 1/09 (2006.01)

H05B 37/02 (2006.01)

G08G 1/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.04.2015 PCT/IB2015/052421**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.10.2015 WO15151055**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.04.2015 E 15722768 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019 EP 3127403**

54 Título: **Sistema y métodos para el soporte de vehículos autónomos por medio de la percepción ambiental y calibración y verificación de sensores**

30 Prioridad:

04.04.2014 US 201461975244 P

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

10.09.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**CAVALCANTI, DAVE ALBERTO TAVARES;
SZCZODRAK, MARCIN KRZYSZTOF;
DE OLIVEIRA, TALMAI BRANDÃO y
YANG, YONG**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 724 353 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

5 Sistema y métodos para el soporte de vehículos autónomos por medio de la percepción ambiental y calibración y verificación de sensores

10 La presente invención se dirige en general al soporte de vehículos autónomos mediante la utilización de redes de iluminación con capacidades de detección y comunicación para (1) mejorar la percepción ambiental de la calzada mediante la recepción de información de soporte desde la infraestructura de la red de iluminación circundante y (2) cuantificar y calibrar la calidad de percepción del vehículo del ambiente circundante, por ejemplo, el área local de cerca de un poste/unidad de iluminación. Más particularmente, varios métodos y aparatos inventivos divulgados en el presente documento se refieren a la mejora del rendimiento de vehículos autónomos mediante el uso de información recogida desde la Red de Iluminación Exterior (OLN del inglés "Outdoor Lighting Network") circundante, así como los datos de medición de sensores del vehículo y calibración de los mismos. Permitiendo de ese modo la detección de inconsistencias y fallos de la percepción del entorno a través de la comparación de los datos de medición de sensores del vehículo con datos de sensores del área local de la Red de Iluminación Exterior (OLN) circundante para proporcionar una comprensión mejorada de las condiciones de la calzada. La OLN incluye una matriz de unidades de iluminación y una red de aparatos, equipos y software para la supervisión y gestión de la matriz y el análisis de información de sensores recogida desde la matriz para la comunicación de la información objetivo.

20 Uno de los servicios principales de la iluminación exterior es la mejora de la percepción de los conductores de las condiciones de la calzada y del área circundante. La iluminación sirve como medio para proporcionar señales desde el entorno. Estas señales son capturadas por los ojos y procesadas adicionalmente por el cerebro humano para crear la visualización del mundo circundante. Sin embargo, en situaciones en las que los automóviles pueden conducir autónomamente, las personas no estarán continuamente al control de los vehículos y no se requerirá que observen la calzada; en su lugar utilizarán el tiempo de desplazamiento en otras actividades diversas.

25 El escenario tradicional de personas conduciendo en una calzada ya no será válido. El objetivo fundamental de dichos sistemas de iluminación exterior instalados sobre calzadas y autopistas es proporcionar la cantidad de luz suficiente que después de reflejarse desde la calzada proporciona información capturada por los ojos humanos y una vez procesada ayuda a comprender las condiciones de la calzada.

30 En un escenario a largo plazo cuando las personas no necesitan observar la calzada durante el desplazamiento, el uso principal de la iluminación exterior cambiará de humanos a sistemas en el automóvil. Por lo tanto, hay un nuevo papel para la iluminación, que no es necesariamente solo guía de la visión humana, sino también los sistemas de detección y solo es necesario ajustar dinámicamente la iluminación en áreas con tráfico de peatones —tales como caminos locales y aparcamientos—.

35 En el corto a medio plazo, los escenarios de las carreteras incluirán probablemente tanto automóviles autónomos como conductores, de modo que durante este periodo de transición, existe la oportunidad de que el sistema de iluminación proporcione nuevos servicios para dar soporte a los vehículos autónomos además de la iluminación tradicional.

40 La tecnología de automóviles auto-conducidos, autónomos se ha demostrado que funciona. Se han aprobado leyes recientes que permiten a los automóviles controlarse a sí mismos: en 2012 los automóviles auto-conducidos se permitieron en Nevada, California y Florida. Pronto no se requerirá que las personas conduzcan los automóviles, sino que los automóviles se conducirán por sí mismos. El cambio en el paradigma empresarial de la demanda del tipo de soporte de infraestructura de calzada no significa necesariamente que la infraestructura de iluminación exterior no se instalará en el futuro en las calzadas. En su lugar, dado que los vehículos continúan avanzando tecnológicamente, la iluminación exterior continuará evolucionando y tendrá la oportunidad de proporcionar servicios mejorados. Muchas de las actuales invenciones que se dirigen a la mejora de las condiciones de conducción para las personas serán cambiadas hacia la asistencia del control y la maniobra de vehículos autónomos. Así, la red de iluminación exterior (OLN) servirá para un propósito doble: (1) dará soporte a la conducción y seguridad mediante la comunicación con los vehículos y (2), proporcionará servicios de comunicación y entretenimiento a las personas que ya no están ocupadas con la conducción de vehículos.

45 La detección y actuación inalámbrica jugará aún un papel crítico en las OLN; sin embargo, esta vez a través de la interacción con el sistema de control de los vehículos, cerrando así el lazo de control, mientras se minimiza la interacción con las personas solamente para el contenido de entretenimiento. Plataformas para la recogida de información acerca de las condiciones de la calzada a través de diversos sensores y cámaras mejorarán la percepción de los vehículos sobre las condiciones de la calzada. Datos adicionales recogidos desde dispositivos conectados, tales como dispositivos móviles, por ejemplo teléfonos inteligentes, relojes inteligentes, etc., se usarán para mejorar la comprensión a larga distancia de los vehículos sobre las condiciones de la calzada. Mientras que los vehículos estarán instrumentados con el mínimo de equipo tecnológico que permita a un automóvil conducir en la mayor parte de las condiciones —el límite que procede de limitaciones en las dimensiones del vehículo y la carga útil— la infraestructura heterogénea de OLN proporcionará equipos de detección que no se instalarán físicamente en un automóvil. Y

entonces, dado que los automóviles se conducen por sí mismos, la OLN cuidará de los pasajeros mediante el envío de contenido de entretenimiento directamente a sus teléfonos, tabletas y otros dispositivos móviles conectados directamente a redes celulares, por ejemplo.

5 Con la técnica anterior de los vehículos autónomos, la tecnología requiere la recogida de una información a priori acerca de la calzada y entorno circundante, antes de que el automóvil auto-conducido pueda navegar con seguridad sobre la calzada. Por ejemplo, El automóvil Google es un ejemplo de vehículo autónomo con percepción sensorial en tiempo real que se mejora además mediante información adicional acerca del entorno de la calzada, es decir antes de que Google deje a sus automóviles conducir sobre la calzada, envía un automóvil conducido convencionalmente para mapear la calzada y el área circundante. Una vez recogidos estos datos, durante la marcha el automóvil auto-conducido usa un haz láser que genera un mapa en 3D del entorno circundante. Las observaciones del láser se comparan con la información estática acerca del entorno y se sintetizan juntas para proporcionar información de alta fidelidad usada por el sistema de control del vehículo.

15 El planteamiento de navegación supone que el entorno de la calzada es estático. Por ejemplo, el sistema supone que las aceras están siempre en el mismo sitio y que la calzada tiene un ancho fijo y una distancia conocida a la infraestructura de edificios circundantes. Sin embargo, las condiciones de la calzada son frecuentemente dinámicas y pueden aparecer obstáculos. Asimismo, lleva un largo tiempo la detección de los cambios ambientales y por lo tanto no pueden observarse en el momento de la marcha de un vehículo. Estos lentos cambios requieren un re-escaneado periódico del entorno circundante y conseguir la actualización de los mapas 3D.

25 En consecuencia, los vehículos autónomos se esfuerzan con la compresión del entorno en dichos escenarios. Mientras que continúa al avance en la tecnología de sensores de los vehículos, es improbable que en cualquier momento un automóvil tenga la habilidad por sí mismo de observar completamente y comprender la dinámica del entorno de la calzada, es decir un único automóvil por sí mismo no será capaz de "ver" detrás de los objetos físicos ni predecir las acciones de otros conductores. Por lo tanto, por ejemplo, una persona que salga de un autobús e intente entrar en la calzada para cruzar al otro lado continuará siendo indetectable por los vehículos autónomos. Asimismo, un automóvil o una motocicleta que llegue y entre en un cruce con luz roja desde otra calle situada detrás de un edificio no será detectable por el vehículo autónomo por sí mismo y por ello el vehículo no sabrá que necesita detenerse para impedir la colisión.

35 Más aún, los vehículos autónomos toman decisiones de control basándose en las lecturas del sistema de sensores del vehículo. El reto en los vehículos auto-conducidos está en el descubrimiento de fallos en las mediciones del sistema de sensores y establecer cómo de fiables son las mediciones de los sensores. Este es un aspecto crítico de la construcción de un sistema en bucle cerrado, tal como un vehículo autónomo, debido a que las señales de actuación proceden de un sistema de control que elabora decisiones basándose en su percepción del entorno. Así, un automóvil no consigue navegar correctamente cuando las mediciones de los sensores son incorrectas.

40 El sistema de sensores puede fallar debido a múltiples factores, tales como largo tiempo de uso o accidentes del automóvil. El primero puede resolverse mediante una inspección periódica del automóvil y sustitución de los sensores. Aunque las inspecciones periódicas ayudan a mantener el sistema en funcionamiento, las inspecciones solo se realizarán esporádicamente y no pueden detectar defectos mientras el vehículo está siendo usado, este es un serio problema. Los defectos pueden incluir: problemas con sensores, problemas con el sistema de iluminación del vehículo (alineación de los faros, luces faltantes, ...). Dados los riesgos de seguridad implicados, existe una necesidad de un sistema que supervise continuamente la precisión y funcionamiento del sistema de sensores. El segundo tipo es un accidente obvio que impide que el automóvil continúe conduciendo.

50 Los fallos de sensor que suponen un reto son los que tienen lugar cuando los automóviles están en movimiento y no pueden detectar los fallos, incrementando así el riesgo de un accidente. Dichos errores de medición pueden acumularse a lo largo del tiempo, como en el caso de polvo o interpretarse por un automóvil como un cambio aceptable en las condiciones de la calzada, por ejemplo en el caso de un insecto que incida en un sensor, un vehículo puede detectar erróneamente una presencia de un automóvil que no está ahí o polvo/nieve/hielo que bloquee la visión del sensor impidiéndole que detecte un automóvil u obstáculo próximo, lo que plantea también una cuestión seria.

55 Los vehículos autónomos son también vulnerables a manipulación maliciosa de sus sensores. Aunque un vehículo puede instrumentarse con múltiples sensores para validación cruzada entre ellos, es aún posible que muchos o todos los sensores fallen debido a manipulación maliciosa. De ese modo una infraestructura en el lado de la calzada que verifique la percepción del vehículo es útil para incrementar la seguridad de conducción de los vehículos autónomos.

60 Un sistema de ayuda al aparcamiento del vehículo es conocido por la Solicitud de Patente Alemana DE102012016867 A1.

65 De acuerdo con los principios de la presente invención y para superar o mejorar las limitaciones anteriores, se proporciona un sistema para detectar la realidad en el terreno de las condiciones de la calzada y supervisar continuamente el entorno [de la calzada] y almacenar los datos de medición. El sistema incluye unidades de iluminación instrumentadas con sensores, una interfaz de comunicación, una base de datos local para almacenamiento

de los datos de medición y una base de datos centralizada remota para recogida de información de la calzada para agrupaciones de unidades de iluminación. La interfaz de comunicación permite la transferencia de mensajes a y desde los vehículos [autónomos]. Los mensajes proporcionan información acerca de cambios únicos en el entorno de la calzada, así como permiten el intercambio de mediciones con vehículos [autónomos] y entre ellos para validación cruzada de su comprensión respectiva de las condiciones de la calzada.

En una realización, la presente invención es un sistema que comprende una red de iluminación (LN) que incluye una matriz de unidades de iluminación o luminarias, sensores y/u otros dispositivos integrados o conectados (de aquí en adelante denominados como "unidades de iluminación"), un sistema de gestión central (CMS, del inglés "central management system"), servidor o controlador en la nube, una red por cable/inalámbrica, incluyendo software, firmware, para la supervisión y gestión de la LN, así como gestión de la información a través de la LN. La LN comprende múltiples unidades de iluminación que pueden funcionar principalmente de modo independiente en donde los procesos de detección, comunicación y control tienen lugar entre diversas unidades de iluminación. Puede proporcionarse una comunicación y control adicional entre las unidades de iluminación y un CMS.

El controlador, que puede ser un control local en una unidad de iluminación o un sistema de gestión central (CMS) o un servidor en la nube es operativo para: recibir y procesar información de la unidad de iluminación, en particular, datos de la unidad de sensores o información de dispositivos conectados, recoger y procesar datos de sensores, datos de medición de sensores de vehículos e información de dispositivos conectados y eventos detectados que están fuera del alcance de percepción/visión de los vehículos (los eventos podrían incluir también combinaciones de diversas condiciones (por ejemplo, meteorología peligrosa y pobre visibilidad), por ejemplo, un evento puede incluir: obstrucción de la percepción visual del vehículo (por ejemplo las cámaras/sensores tienen impedida la visión debido a un factor externo), dependiendo de la cantidad de obstrucción (por ejemplo como porcentaje de la visión global), el sistema puede fijar una alerta/emergencia para el conductor y/o para terceros; se detecta un objeto exterior (por ejemplo acumulación de nieve) a lo largo del tiempo y después de un cierto umbral se crea un evento para actualizar/calibrar el sistema de medición del vehículo); combinar procesamiento local en los puntos de iluminación y en la nube remota para analizar una serie en el tiempo de múltiples mediciones de sensores y calcular tendencias en el cambio ambiental y mediante la comparación de mediciones de sensores y las tendencias de cambio ambiental con la información estática que tiene el vehículo, para calcular la diferencia en la percepción del vehículo; filtrar eventos e identificar los eventos de alta prioridad que complementan la percepción de los vehículos autónomos, es decir, eventos que no son detectables o no pueden entenderse totalmente por el vehículo por sí mismo; recibir y responder a consultas del vehículo; y difundir alarmas acerca de eventos que reflejen condiciones de emergencia en una calzada que estén fuera del alcance de percepción del vehículo; recoger y procesar datos sensoriales para crear un perfil que contiene un conjunto de atributos que caracterizan las condiciones de la calzada; calcular la diferencia entre la realidad en el terreno sensorial y las mediciones de los vehículos para evaluar el error de la medición; validación cruzada y mejora de la realidad en el terreno con datos de terceros, por ejemplo pueden usarse previsiones meteorológicas y mediciones del tráfico para validar mediciones; situación de emergencia y cuestiones de seguridad detectadas basándose en la diferencia entre la realidad en el terreno de las condiciones de la calzada y la percepción del vehículo de las condiciones de la calzada y comunicar una acción a un vehículo que incluye un estacionamiento seguro y acciones adicionales o la infraestructura en el lado de la calzada podría inhabilitar el modo de vehículo autónomo y volver a la operación manual del vehículo; Avisar a una persona presente en un vehículo acerca de la percepción obstaculizada del vehículo basándose en la diferencia entre la realidad en el terreno del estado de la calzada y la percepción del vehículo de las condiciones de la calzada; e informar a las autoridades acerca del vehículo defectuoso (por ejemplo un vehículo con visibilidad impedida de las condiciones de la calzada) y avisar a otros vehículos que conduzcan dentro de una distancia corta respecto al vehículo defectuoso; coordinar la operación de las unidades de iluminación identificadas como una función de la estrategia de iluminación y enviar instrucciones de operación a una o más de las unidades de iluminación para dirigir las unidades de iluminación identificadas para su funcionamiento de acuerdo con la operación.

Otro aspecto de la invención proporciona una unidad de iluminación en la LN conectada a un CMS, la unidad de iluminación incluye un procesador; una memoria conectada operativamente al procesador; una unidad de detección y un módulo de comunicación conectado operativamente al procesador para comunicación con el CMS y otras unidades de iluminación. El sensor puede ser cualquier sensor para la detección de cualquier condición ambiental. El procesador es operativo para: recibir datos de detecciones y determinar diversas condiciones que incluyen condiciones de iluminación, estado de detección de usuario/vehículo, etc. con o sin el CMS; transmitir datos del sensor a través del módulo de comunicación al CMS; recibir una instrucción de operación para la operación de la unidad de iluminación a través del módulo de comunicación desde el CMS; y dirigir a la unidad de iluminación para funcionar de acuerdo con las instrucciones de operación.

Lo anterior y otras características y ventajas de la invención se harán adicionalmente evidentes a partir de la descripción detallada que sigue de las realizaciones actualmente preferidas, leídas en conjunto con los dibujos adjuntos. La descripción detallada y dibujos son meramente ilustrativos de la invención, en lugar de limitativos del alcance de la invención que se define por las reivindicaciones adjuntas y equivalentes de las mismas.

Lo que sigue son descripciones de realizaciones ilustrativas que cuando se toman en conjunto con los siguientes dibujos demostrarán las características y ventajas anteriormente indicadas, así como otras adicionales. En la siguiente

descripción, con finalidades de explicación en lugar de limitación, se exponen detalles ilustrativos tales como arquitectura, interfaces, técnicas, atributos de elementos, etc. Sin embargo, será evidente para los expertos en la materia que otras realizaciones que se aparten de estos detalles aún se entenderá que están dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Más aún, con la finalidad de claridad, se omiten descripciones detalladas de dispositivos, circuitos, herramientas, técnicas y métodos bien conocidos de modo que no obstaculicen la descripción del presente sistema. Debería entenderse expresamente que los dibujos se incluyen con finalidades ilustrativas y no representan el alcance del presente sistema. En los dibujos adjuntos, números de referencia iguales en diferentes dibujos pueden designar elementos similares. También, las figuras de los dibujos no están necesariamente a escala, poniéndose en su lugar, en general, el énfasis en la ilustración de los principios de la invención.

La FIG. 1 es una vista esquemática de una red de iluminación (LN) de acuerdo con realizaciones del presente sistema;

La FIG. 2a es una vista en perspectiva de un sistema de iluminación de acuerdo con realizaciones del presente sistema;

La FIG. 2b es una vista en perspectiva de un sistema de iluminación de acuerdo con realizaciones del presente sistema;

La FIG. 3 muestra un diagrama de flujo que ilustra un proceso de acuerdo con realizaciones del presente sistema.

Realizaciones del presente sistema pueden interrelacionarse con infraestructuras de iluminación convencionales tales como aceras urbanas, calles y/o sistemas de iluminación de autopistas para controlar una o más partes de los sistemas de iluminación convencionales. Debería entenderse también que los sensores de la unidad de detección pueden ser cualquier sensor para detectar cualquier condición ambiental, que varía desde cualquier señal electromagnética a señales acústicas a señales biológicas o químicas hasta otras señales. Ejemplos incluyen un detector de IR, una cámara, un detector de movimiento, un detector de ozono, un detector de monóxido de carbono, otros detectores químicos, un detector de proximidad, un sensor fotovoltaico, un sensor fotoconductor, un fotodiodo, un fototransistor, un sensor fotoemisor, un sensor foto-electromagnético, un receptor de microondas, un sensor de ultravioleta, un sensor magnético, un sensor magneto-resistivo, un sensor de posición y escáneres de RF para identificar dispositivos móviles (por ejemplo Bluetooth, Wi-Fi, etc.).

La FIG. 1 es una vista esquemática de una red de iluminación (LN) 100, un controlador, un sistema de gestión central (CMS) o un dispositivo en la nube 102 y un servidor de recursos de información 112 (por ejemplo, meteorología, tráfico, informes de riesgos/seguridad pública u otros, por ejemplo noticias de medios o información disponible en Internet), de acuerdo con realizaciones del presente sistema. Aunque la FIG. 1 muestra los elementos de la red de iluminación (LN) 100 como elementos discretos, se observa que dos o más de los elementos pueden integrarse en uno o en un dispositivo. La red iluminación (LN) 100 incluye una pluralidad de unidades de iluminación o luminarias inteligentes (y/o dispositivos eléctricos) 106-1 a 106-N (en general 106), una pluralidad de fuentes de información 107-1 a 107-N, una pluralidad de controladores 105-1 a 105-N, una pluralidad de unidades de transmisión/recepción (Tx/Rx) 109-1 a 109-N, una pluralidad de sensores 110-1 a 110-N, uno o más aparatos de interfaz del vehículo [autónomo] 122, dispositivo(s) conectado(s) 114 y un enlace de red/comunicación 108 que, de acuerdo con realizaciones del presente sistema, puede acoplar operativamente dos o más de los elementos del presente sistema.

El aparato de interfaz del vehículo 122 puede incluir cualquier número de métodos de autorizaciones de seguridad (incluyendo métodos de seguridad convencional y los descritos adicionalmente a continuación). El aparato de interfaz del vehículo 122 puede implementarse como un dispositivo dedicado o incorporarse en otro dispositivo. El aparato de interfaz del vehículo 122 puede implementarse en un teléfono móvil, una PDA, un ordenador (por ejemplo, un ordenador portátil, una tableta tal como un iPad) y el vehículo en sí, un dispositivo GPS móvil, cualquier dispositivo/máquina inteligente, un dispositivo de detección o cualquier otro dispositivo accesible para un usuario. El aparato de interfaz del vehículo puede funcionar independientemente como un dispositivo autónomo sin la interacción del usuario. El aparato de interfaz del vehículo 122, en una realización, responde a los estímulos externos recibidos (por ejemplo datos de sensores desde la unidad de iluminación 106), para iniciar una respuesta apropiada del sistema.

El aparato de interfaz del vehículo 122 comunica con la OLN, usando cualquier tecnología deseada, tal como un protocolo de comunicación de datos celular (por ejemplo, GSM, CDMA, GPRS, EDGE, 3G, LTE, WiMAX,), DSRC o radio WiFi, protocolo de operación ZigBee por encima de la norma inalámbrica IEEE 802.15.4, protocolo Wi-Fi bajo la norma IEEE 802.11 (tal como 802.11b/g/n), protocolo Bluetooth, protocolo Bluetooth de baja energía, comunicación visual por luz (VLC) o similares.

Cuando se instala la LN 100, la información de coordenadas GPS de cada elemento (por ejemplo unidades de iluminación 106, dispositivos conectados 114 (postes de iluminación, sensores 110, semáforos, etc.) en el sistema se registra en general y está disponible para el CMS 102. Todos los elementos se colocan además típicamente sobre un mapa, por lo tanto son conocidos para el CMS 102, por ejemplo, qué semáforo regula el tráfico que conduce a ciertas unidades de iluminación 106. Esta información puede incluirse manualmente durante la puesta en servicio o puede deducirse usando las coordenadas GPS relativas y el mapa geográfico con calles etiquetadas y flujos de tráfico, disponible por ejemplo en OpenStreetMap. Las asociaciones entre unidades del UE 106 pueden almacenarse entonces en la memoria del CMS 102.

5 El dispositivo conectado 114 puede ser cualquier elemento en una infraestructura conectada de ciudad inteligente que pueda proporcionar información para ayudar a las unidades de iluminación 106 a ajustar su comportamiento de detección para mejorar la robustez. El dispositivo conectado es cualquier dispositivo que incluya un aparato de interfaz para comunicar con la LN 100 a través de la red 108. Cualquier tecnología deseada, tal como un protocolo de comunicación de datos celular (por ejemplo, GSM, CDMA, GPRS, EDGE, 3G, LTE, WiMAX.), DSRC o radio WiFi, protocolo de operación ZigBee por encima de la norma inalámbrica IEEE 802.15.4, protocolo Wi-Fi bajo la norma IEEE 802.11 (tal como 802.11b/g/n), protocolo Bluetooth, protocolo Bluetooth de baja energía o similares, puede usarse.

10 Los dispositivos conectados 114 pueden incluir los siguientes: unidades de peatones o bicicletas para distinguir tipos de tráfico para permitir al sistema comportarse de modo diferente dependiendo del tipo de tráfico; señales de tráfico conectadas variables para permitir la dirección del flujo de tráfico dinámicamente, abrir/cerrar carriles según sea necesario, dirigir conductores a áreas de aparcamiento, etc.; cámaras de supervisión conectadas; sistemas de gestión de tráfico conectados; puntos de información y publicidad (interactivos) conectados.

15 El CMS 102 puede incluir uno o más procesadores que pueden controlar el funcionamiento global de la red de iluminación (LN) 100. El CMS 102 puede ser también "distribuido" (por ejemplo en un sistema de procesamiento de red descentralizado o jerárquico, por ejemplo, el sistema StarSense en el que cada controlador de segmento controla un subconjunto de unidades de iluminación). Más aún, el procesamiento puede distribuirse entre el CMS 102 y uno o más controladores 105, descritos adicionalmente a continuación. El CMS 102 puede acceder también a otra información acerca del sistema y el entorno, tal como fecha/hora del día, datos de detección históricos, condición de la infraestructura etc., por ejemplo, recibida a través del servidor de recursos 112. Más aún, el CMS 102 puede requerir información desde el servidor de recursos 112 y puede determinar cuándo cambiar los ajustes del sistema basándose en la información recibida y/o información histórica (por ejemplo, estado de semáforos, datos de seguridad, datos de peatones u otros medios de datos llamados "conectados" disponibles desde Internet, por ejemplo). El sistema puede incluir motores estadísticos y/o heurísticos para ajustar los datos. La LN 100 puede usar una aplicación de tablero de gestión de la ciudad tal como el Philips CityTouch. Por consiguiente, el CMS 102 puede comunicar con, las unidades de iluminación 106, los sensores 110, para enviar y/o recibir (por medio de las unidades de Tx/Rx 109) diversa información de acuerdo con realizaciones del presente sistema.

30 La memoria en la LN y el CMS pueden incluir cualquier memoria no transitoria adecuada y se usa para almacenar información utilizada por el sistema tal como información relativa al código de operación, aplicaciones, ajustes, histórico, información del usuario, información de cuenta, información relacionada con la meteorología, información de configuración del sistema, cálculos basados en ellos, etc. La memoria puede incluir una o más memorias que pueden situarse localmente o remotamente entre sí (por ejemplo, una red de área superficial (SAN).

35 Como se ha indicado anteriormente, el CMS 102 almacena información en la memoria (por ejemplo, información histórica) que se recibe y/o genera para uso adicional tal como para determinar características de iluminación y umbrales de detección del sensor de acuerdo con realizaciones del presente sistema. Cuando se recibe nueva información por el CMS 102, la información almacenada puede actualizarse a continuación por el CMS 102. El CMS 102 puede incluir una pluralidad de procesadores que pueden situarse localmente o remotamente entre sí y pueden comunicar entre sí a través de la red 108.

45 La red 108 puede incluir una o más redes y puede permitir la comunicación entre uno o más de los CMS 102, las unidades de iluminación 106, los sensores 110, usando cualquier esquema de transmisión adecuado tal como esquemas de comunicación cableados y/o inalámbricos. Por consiguiente, la red 108 puede incluir una o más redes tal como una red de área amplia (WAN), una red de área local (LAN), una red telefónica, (por ejemplo, 3G, a 4G, etc., acceso múltiple por división de código (CDMA), red del sistema global para móviles (GSM), una red del servicio telefónico antiguo plano (POT), una red entre pares (P2P), una red de fidelidad inalámbrica (Wi-Fi™), una red Bluetooth™, una red propietaria, Internet, etc.

50 El servidor de recursos 112, que puede incluir otros recursos de información relacionados tales como medios de noticias propietarias y/o de terceros y recursos relacionados con Internet que pueden proporcionar información tal como protección pública, seguridad, normativa, tráfico, meteorológica, informes del estado de la calzada y/o predicciones al CMS 102 y/o unidad de salud 106. Esta información puede usarse para refinar adicionalmente unas unidades de iluminación 106 locales o la percepción ambiental amplia de un área.

60 Los sensores 110 pueden incluir una pluralidad de tipos de sensores tales como los sensores 110 que pueden generar informaciones de sensores basándose en el tipo de sensor particular tal como información de imagen, información de estado (por ejemplo, unidad de iluminación operativa, no operativa, etc.), información de radar (por ejemplo, información Doppler, etc.), información geofísica (por ejemplo, coordenadas geofísicas obtenidas desde, por ejemplo, un sistema de posicionamiento global (GPS)), información de presión, información de humedad, etc. Los sensores 110 pueden situarse en una o más localizaciones geofísicas o integrarse dentro de una unidad de iluminación 106 y pueden informar de su localización al CMS 102. Cada sensor 110 puede incluir una dirección de red u otra dirección que puede utilizarse para identificar el sensor.

65

Las unidades de iluminación 106 pueden incluir uno o más recursos de iluminación 107 tales como lámparas (por ejemplo, una lámpara de gas, etc.), diodos emisores de luz (LED), lámparas incandescentes, lámparas fluorescentes, etc. y pueden controlarse por el controlador 105. Las fuentes de iluminación pueden configurarse en una matriz (por ejemplo, una matriz 10x10 de fuentes de iluminación) en las que las características de iluminación tales como el patrón de iluminación, la intensidad, el espectro (por ejemplo, tonalidad, color, etc.), polarización, frecuencia, etc., desde una o más de la pluralidad de fuentes de iluminación y/o el patrón de luz para una pluralidad de fuentes de iluminación, pueden controlarse activamente por el sistema.

La FIG. 2A es una vista en perspectiva del sistema de iluminación 100 (mostrando una parte de la red iluminación exterior (LN) 100) de acuerdo con realizaciones en el presente sistema). El sistema de iluminación 100 puede ser similar a la red de iluminación (LN) 100 y puede incluir una pluralidad de unidades de iluminación 106-1 a 106-N que pueden tanto iluminar un área con una superficie (tal como una calle) como detectar la presencia de objetos en una zona de detección 207. Una o más de las unidades de iluminación 106 puede incluir uno o más de una fuente de iluminación 107, un controlador 105, una unidad de Tx/Rx 109 (no mostrada) y puede incluir también dispositivos conectados 114 (no mostrados), ilustrativamente un semáforo.

Las unidades de iluminación 106 detectan la presencia de objetos/peatones/etc. en un área local o zona de detección 207. Esta información puede usarse para las finalidades de supervisión y almacenarse en la memoria de las unidades de iluminación 106 o la memoria del CMS 102 para evaluación. Cada unidad de iluminación 106 crea una señal de detección que combina aspectos de las señales de salida del sensor útiles para realizar la detección y cuya presencia se evalúa mediante la comparación de la señal de detección con un umbral de detección. Así, los rendimientos de detección dependen solamente de los ajustes del umbral de detección, en este caso: si la señal de detección es más alta que el umbral de detección, se detecta la presencia, en caso contrario no. Debería observarse que esta es una simplificación excesiva, dado que los algoritmos de detección de presencia son típicamente sofisticados algoritmos de procesamiento que usan un gran número de calidades de la señal para evaluar la presencia.

El poste de iluminación 106 instrumentado con tipos de sensores 110 (por ejemplo un láser, cámara y diversos sensores, tal como de movimiento y distancia, como se muestra en la Fig. 1), que conjuntamente observan el entorno y envían esta información al (a los) automóvil(es) autónomo(s) 205. Por ejemplo, una cámara de infrarrojos (no mostrada) detecta movimiento de un vehículo que pasa enfrente de un sensor. Los datos del sensor se almacenan en la memoria de la unidad de iluminación 106, se procesan y se difunden a los vehículos próximos 205.

El sistema de iluminación 100 no solo supervisa las condiciones de la calzada, sino que también observa el entorno circundante. Por ejemplo, para comprender la dinámica del entorno, los sensores supervisan las aceras, edificios y naturaleza circundante, para llegar a un conocimiento sobre posibles adultos y niños que entran en la calzada desde una acera o un edificio y animales que salen fuera del bosque sobre la calzada.

Los datos recogidos pueden almacenarse en una memoria local de la unidad de iluminación 106. En la unidad de iluminación 106, los datos pueden procesarse localmente por el controlador 105 (sin embargo, se observa que el CMS o el servicio en la nube remoto 102 puede realizar también este procesamiento). Por ejemplo, los algoritmos de procesamiento de datos a corto plazo detectan patrones y actividad sospechosa o de emergencia que requieren atención inmediata. Estas actividades de emergencia suponen restricciones en tiempo real sobre los vehículos, que deben reaccionar rápidamente y adaptar su conducción para impedir colisiones o accidentes.

Ilustrativamente, el controlador 105, CMS o servicio en la nube remoto 102 procesa los datos de sensores para observar los cambios a (corto y) largo plazo en el entorno de la calzada. Por ejemplo, usando mediciones de múltiples semanas, el servicio en la nube notifica diferencias en una forma de un árbol. O, usando mediciones de una hora, el servicio en la nube detecta nieve acumulada en los laterales de la calzada. En cada caso, el servicio en la nube envía los resultados del cálculo de vuelta a la unidad de iluminación 106, que difunde adicionalmente los cambios a los vehículos en la proximidad 205.

En situaciones de emergencia, las restricciones en tiempo real son obligatorias para proporcionar servicios de aplicación. Por ejemplo, el sistema debe detectar un niño corriendo en la calle y debido a que el niño permanece detrás de un automóvil aparcado, el vehículo que entra no puede detectarlo, pero una vez el sistema de iluminación 100 detecta a un niño en la calle debe informar rápidamente al vehículo que llega 205, dándole tiempo suficiente para detenerse. Las restricciones en tiempo real son más estrictas cuando puede tener lugar una posible colisión entre dos vehículos.

Los datos de sensor procesados devuelven una lista de eventos que tienen lugar en el entorno circundante. Estos eventos informan de acciones dinámicas que tienen lugar en las calles y los cambios en el entorno circundante que son lentos y se acumulan a lo largo del tiempo: eventos que no son detectables por un automóvil. El último tipo de evento requiere soporte basado en el servidor en la nube, que combina unas series en el tiempo de múltiples mediciones de sensores y calcula tendencias en el cambio ambiental. Además, mediante la comparación de mediciones del sensor y tendencias del cambio ambiental con la información estática que tiene el vehículo, se permite el cálculo de la diferencia en la percepción del vehículo con respecto a la percepción de la realidad en el terreno de la red de iluminación 100.

Además, el sistema de iluminación 100 clasifica los eventos calculados basándose en una prioridad. Puede no requerirse que algunos eventos que detecta el sistema de iluminación 100 se envíen a los vehículos 205, pero otros eventos, que pueden ser contradictorios con la percepción del vehículo 205 o pueden ser críticos para la seguridad de conductores y peatones, se envían inmediatamente al sistema de control de los vehículos autónomos 205. Una vez se detectan los eventos críticos, el sistema de iluminación 100 calcula la lista de vehículos en el entorno 205 en movimiento que deberían ser informados inmediatamente acerca de las condiciones dinámicas.

Así, de la forma anteriormente descrita, el sistema forma (1) una percepción del área local o entorno circundante de una unidad de iluminación 106 o dispositivo conectado 114 o (2) una percepción de un área amplia o entorno que incluye muchas áreas locales de unidades de iluminación 106 o dispositivos conectados 114.

En otra realización, los eventos se difunden por el sistema de iluminación 100 a los vehículos 205 en la proximidad y cada vehículo 205 incorpora estos eventos recibidos en la toma de sus decisiones de conducción. Un evento, por ejemplo, podría ser una acción dinámica que tiene lugar en la calle. Los puntos de iluminación que detectan este evento alertan a los vehículos 205 en la proximidad mediante el envío de la información del evento que incluye descripción del evento y geolocalización (que puede calcularse por cada punto de iluminación basándose en su propia localización). Además, cuando un vehículo 205 encuentra alguna confusión con relación al entorno (por ejemplo, una pila de nieve), puede enviar consultas a las unidades de iluminación próximas 106 y las unidades de iluminación 106 responderán con los datos actualizados acerca del entorno.

Una de las ventajas del sistema de supervisión de la calzada basado en la iluminación exterior es la propiedad de los datos. Actualmente, hay solo un pequeño número de compañías que recogen imágenes de alta calidad acerca de las calzadas y áreas circundantes. Estos datos, que son críticos para permitir la navegación de los vehículos, tienen propiedad privada. Sin embargo, cuando una ciudad compra el sistema de iluminación 100, los datos o bien pertenecen a la ciudad o bien al proveedor del sistema de iluminación 100 (por ejemplo Philips). Otra ventaja es que el sistema de iluminación es permanente y supervisará el área durante muchos años, sin requerir intervención específica. Por lo tanto, puede proporcionar una solución a largo plazo que permita a los sistemas de vehículos autónomos ser calibrados. Mientras que podría haber diferentes transacciones en el modelo de la propiedad de los datos entre los dos, debido a que los datos no pertenecen a ningún competidor fabricante de conducción autónoma o automoción específico, todas las clases de vehículos auto-conducidos tendrán potencialmente permitido conducir sobre las calzadas y tener el mismo acceso a la información de la calzada.

Como se muestra en la Fig. 2B cada poste de iluminación está supervisando un área fija de una calzada 207. Este área 207 podría adaptarse mediante el ajuste de la posición de los sensores o solamente mediante el procesamiento de los datos. Por ejemplo, enfocando una cámara sobre un área específica. Esto puede coordinarse desde el CMS 102. Podría también usarse para asegurar que la "visión" del sistema de iluminación es la misma que la de los vehículos y asegurar que la calibración tiene éxito. Cuando el vehículo continúa viajando sobre la calzada, supervisa su área local 209. Debido a que el vehículo observa la misma área 211 (o al menos una parte de la misma) de la calzada que las unidades de iluminación 106 en la proximidad, la percepción del vehículo de la calzada debería ser similar al entendimiento de las unidades de iluminación sobre las condiciones de la calzada. Debido a que los sensores del vehículo supervisan la misma área que los sensores de unidades de iluminación, mediante la comparación de sus observaciones, se pueden detectar errores en el entendimiento de los vehículos sobre las condiciones de la calzada.

Para asegurar la seguridad de la calzada, los vehículos deben supervisar continuamente la calidad de su sistema sensorial. El mecanismo de validación de mediciones del sensor requiere la comparación de la observación del vehículo con una realidad en el terreno sobre las condiciones de la calzada. Por lo tanto, Existe una necesidad de establecer una realidad en el terreno de las condiciones de la calzada por un sistema distinto de los vehículos en sí mismos.

La red de iluminación 100 recoge datos de sensores para establecer la realidad en el terreno acerca de las condiciones de la calzada. Como se ha descrito anteriormente, cada unidad de iluminación 106 se instrumenta con un conjunto de sensores 110, algunos de los cuales son similares a los usados por los vehículos 205 y mejorados con un sistema de sensores que podría no cumplir con las restricciones de potencia, tamaño o peso de los automóviles. Debido a que el entendimiento de las unidades de iluminación 106 de las condiciones de la calzada puede ser asimismo defectuoso, el sistema de iluminación 100 intercambia las mediciones o datos entre los sensores 110 en la proximidad para recibir información adicional acerca del área del entorno y mejorar adicionalmente el valor de la realidad en el terreno. Se usa un modelo físico o percepción del área local o entorno circundante para entender la relación entre las unidades de iluminación circundantes 106, es decir las condiciones del tráfico podría ser similares entre dos unidades de iluminación 106 en la proximidad.

Para mejorar adicionalmente la comprensión de la realidad en el terreno, el sistema de iluminación 100 valida de modo cruzado su comprensión de las condiciones de la calzada en la proximidad con servicios de terceros usando el dispositivo conectado 114 o el servidor de recursos 112. Por ejemplo, estimaciones de tráfico basadas en teléfonos celulares pueden soportar la validación cruzada de la medición del sensor que detecta la presencia de vehículos sobre la calzada. La información de planificación de la ciudad con relación a obras en la calzada planificadas o informes con

circunstancias acerca de condiciones de la calzada se usa para localizar puntos de referencia entre diferentes fuentes de datos y para mejorar adicionalmente la comprensión de la realidad en el terreno.

5 En la calzada, los vehículos 205 y las unidades de iluminación 106 intercambian su entendimiento de las condiciones de la calzada. Cada vehículo 205 comienza con identificarse a sí mismo y su posición sobre la calzada. La posición se presenta como una coordenada GPS y una marca de tiempos. Además, el vehículo 205 envía información acerca de la condición de la calzada. El vehículo 205 informa de su distancia a los laterales de la calzada y lo lejos que puede ver la calzada en cada dirección. Después, el vehículo 205 informa de objetos que cree están en movimiento. Con respecto a su posición, un vehículo informa de la localización y distancia a otros vehículos así como a peatones. 10 Finalmente, el vehículo 205 informa de su localización con respecto a la infraestructura estática circundante, por ejemplo edificios, postes de iluminación y árboles.

De manera similar, cada unidad de iluminación 106 baliza mensajes con información acerca de las condiciones de la calzada que se está supervisando por la unidad de iluminación 106 particular. Los mensajes de baliza consisten en la localización y descripción de la unidad de iluminación 106 de la calzada: el ancho de la calzada, distancia desde una calzada a cualquier objeto estático y descripción de objetos dinámicos que están sobre la calzada. 15

Después de que los vehículos intercambien su información, ambos comparan su propia percepción de las condiciones de la calzada con el otro. En el lado del vehículo, se supervisa periódicamente su estado del sistema de sensores y calcula el valor de confianza de los sensores. Este valor de confianza permite al vehículo estimar cuándo los sensores pasan a ser defectuosos y cuando es necesaria la calibración del sensor y la verificación de medición en línea. En el lado del sistema de iluminación 100, las unidades de iluminación 106 comparan los trazados de sensores de los vehículos 205 con sus propias mediciones de la realidad en el terreno. Para cada automóvil, el sistema de iluminación 100 calcula el valor de confianza del vehículo 205. El valor de confianza calculado se informa al vehículo 205 y se usa para estimar la calidad global de la percepción entre todos los vehículos 205 que conducen sobre la vía de la calzada supervisada. 20 25

Cuando un vehículo 205 detecta errores en sus mediciones del sensor, decide aparcar o continúa conduciendo y compara sus mediciones con otros puntos de referencia. Dependiendo del tipo de vehículo 205, los fabricantes de automóviles pueden implementar diversas estrategias para manejar la inconsistencia en la percepción de la calzada o pueden aprobarse leyes específicas para forzar a acciones detalladas. Cuando una unidad de iluminación 106 detecta errores en las mediciones de vehículos notifica este evento a las autoridades y envía un mensaje de advertencia a otros vehículos 205 en la proximidad. Además una unidad de iluminación 106 puede enviar al vehículo 205 con percepción errónea sugerencias con acciones que le permitirían al vehículo aparcar con seguridad y detenerse. 30 35

Cuando el sistema de iluminación 100 detecta vehículos con un sistema de sensores defectuoso, intenta enviar la advertencia no solamente a los vehículos autónomos, sino también alarmar a los pasajeros del vehículo. Como se conoce en la técnica, el sistema de iluminación 100 puede iniciarse o cambiar sus luces para iluminar colores de aviso, tal como el rojo y enviar información inalámbrica a los dispositivos móviles en la proximidad, tal como los teléfonos inteligentes y tabletas. Pueden usarse sirenas de alarma adicionales para conseguir la atención de los pasajeros del vehículo defectuoso. 40

Finalmente, la supervisión basada en la iluminación del área circundante para vehículos autónomos puede aplicarse también a otras tecnologías de desplazamiento. Por ejemplo, trenes auto-conducidos pueden usar datos recogidos por el sistema de iluminación 100 desde las estaciones de tren para detectar la posición de personas que permanecen muy próximas a las vías del tren. De manera similar, el sistema de iluminación 100 puede supervisar los lugares en los que las calzadas cruzan las vías del tren o áreas en las que personas intentan caminar a través de las vías. 45

La FIG. 3 muestra un diagrama de flujo que ilustra un proceso 300 de acuerdo con realizaciones del presente sistema. El proceso 300 puede realizarse por un sistema tal como se muestra en la Fig. 1. El proceso 300 puede incluir una o más de las siguientes etapas. Además, una o más de estas etapas pueden combinarse y/o separarse en subetapas, si se desea. En funcionamiento, el proceso puede comenzar durante la etapa 301 y proseguir a continuación a la etapa 303. 50

Durante la etapa 303, el proceso determina si uno de los tipos de sensores 107 detecta nuevos datos de sensor desde una unidad de iluminación 106 por ejemplo una detección de un vehículo/usuario o si se reciben datos de un dispositivo 114 nuevamente conectado. Si está determinación es Sí, entonces el proceso prosigue a la etapa 305. 55

Durante la etapa 305 del proceso, algunos o todos los datos desde los sensores 226 de cada unidad de iluminación 106 y/o dispositivo conectado 114, que puede incluir información relacionada con áreas supervisadas en la proximidad de una o más luminarias/dispositivos conectados de acuerdo con realizaciones del presente sistema, se envían al CMS o dispositivo en la nube 102 (o uno o más controladores 105). Después de obtener la información, el proceso puede continuar a la etapa 307. 60

Durante la etapa 307, el proceso analiza los datos de sensores, bien mediante el CMS/servicio en la nube 102 o bien uno o más controladores 105. Por ejemplo, el proceso pueda analizar si la detección en una unidad de iluminación 65

106 respectiva es una detección "verdadera" o "falsa"; establecer la realidad en el terreno de las condiciones de la calzada y entorno [de la calzada]; y formar una visión general del entorno circundante (por ejemplo objetos, geografía, condiciones meteorológicas y de tráfico, etc.), como se ha descrito adicionalmente con anterioridad.

5 En la etapa 309, si los datos analizados debieran difundirse o enviarse a los vehículos 205, si no, el proceso prosigue a la etapa 315. Si sí, el proceso prosigue a la etapa 311 y los datos analizados se envían, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención. Tras completar la etapa 311, el proceso continúa a la etapa 313,

10 Durante la etapa 313, el presente sistema puede formar y/o actualizar información histórica (por ejemplo, información estadística) de una memoria del presente sistema de acuerdo con los datos, umbrales de detección, número de detecciones "verdaderas" o "falsas" u otra información recibida. Por ejemplo, un indicador para cambio de comportamiento, planificación de apagado, nivel ambiente y otros parámetros, por ejemplo tipo de calzada, volumen de tráfico, estado meteorológico, la información del sensor, día, fecha, hora, patrones de viaje del usuario, etc.
15 información que puede usarse en un momento posterior. Tras completar la etapa 313, el proceso puede continuar a la etapa 315.

20 Durante la etapa 315, el presente sistema puede determinar si repetir una o más etapas del proceso. Por consiguiente, si se determina repetir una o más etapas del proceso, el proceso puede continuar a la etapa 303 (o a otra etapa que se desee sea repetida). Al contrario, si se determina no repetir una o más etapas del proceso, el proceso puede continuar a la etapa 317, en donde finaliza. El proceso puede repetirse a ciertos intervalos de tiempo periódicos y/o no periódicos. Mediante la repetición del proceso, puede accederse y usarse la información histórica para determinar, por ejemplo, el ritmo de cambio de la información del sensor. Esta información puede usarse para determinar y/o ajustar las respuestas apropiadas en el sistema de iluminación 100 a diversas situaciones y eventos.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema de soporte para vehículo autónomo caracterizado por que comprende:
- una red de iluminación (100) que tiene:
- una pluralidad de unidades de iluminación (106) en la que al menos la primera unidad de iluminación entre dicha pluralidad de unidades de iluminación (106) incluye al menos un tipo de sensor (110); y
- 10 un controlador centralizado o distribuido (102, 105);
- en el que dicha primera unidad de iluminación (106) está adaptada para recibir datos de sensores desde su tipo de sensor (110); en el que el controlador (102, 105) está adaptado para
- 15 formar una percepción ambiental local de la unidad de iluminación de un área local para la primera unidad de iluminación (106), usar los datos de sensor recibidos desde la primera unidad de iluminación (106) y recibir datos de medición del sensor desde un vehículo autónomo, representando los datos de medición del sensor una percepción ambiental local del vehículo de un área local para el vehículo, en el que el área local para el vehículo se solapa al menos parcialmente con el área local para dicha primera unidad de iluminación y
- 20 validar de modo cruzado la percepción ambiental local de la unidad de iluminación con la percepción ambiental local del vehículo para al menos el área parcialmente solapada entre el área local para la primera unidad de iluminación y el área local para el vehículo.
2. El sistema de soporte de vehículo autónomo de la reivindicación 1, en el que el controlador (102, 105) está adaptado para formar una percepción ambiental de área amplia de un área mayor que el área local de la primera unidad de iluminación, usando datos de sensor recibidos desde la primera unidad de iluminación (106) y al menos uno de una
- 25 segunda unidad de iluminación (106), dispositivos conectados (114) y un servidor de recursos (112) adaptado para obtener información de fuentes adicionales.
3. El sistema de soporte de vehículo autónomo de la reivindicación 2, en el que el controlador (102, 105) está adaptado para determinar una realidad en el terreno con relación a la percepción mediante la validación cruzada de los datos de sensor recibidos usados para formar la percepción ambiental amplia.
- 30 4. El sistema de soporte de vehículo autónomo de la reivindicación 1, en el que la validación cruzada incluye comparar la percepción ambiental local de la unidad de iluminación y la percepción ambiental local del vehículo para al menos el área parcialmente solapada.
- 35 5. El sistema de soporte de vehículo autónomo de la reivindicación 1, en el que el sistema está adaptado para transmitir la información de validación al vehículo autónomo o difundir la información de validación.
- 40 6. El sistema de soporte de vehículo autónomo de la reivindicación 1, en el que el controlador está adaptado para almacenar cambios de la percepción, cuando los sensores (110) envían nuevos datos de sensor, para formar un histórico.
- 45 7. El sistema de soporte de vehículo autónomo de la reivindicación 6, en el que el controlador está adaptado para generar una lista priorizada de eventos con relación a los cambios en la percepción y determinar qué eventos deberían enviarse al vehículo autónomo o difundirse.
- 50 8. Un método de soporte de un vehículo autónomo usando una red de iluminación (100), teniendo la red de iluminación una pluralidad de unidades de iluminación (106) en la que al menos una primera unidad de iluminación (106) entre dicha pluralidad de unidades de iluminación (106) incluye al menos un tipo de sensor (110) y un controlador centralizado o distribuido (102, 105) en comunicación con las unidades de iluminación (106), estando el método caracterizado por que comprende las etapas de:
- 55 recibir, en dicha primera unidad de iluminación (106), datos del sensor desde un primer tipo de sensor (110); formar, en el controlador (102, 105), una percepción ambiental local de la unidad de iluminación de un área local para dicha primera unidad de iluminación (106), usar los datos de sensor recibidos desde dicha primera unidad de iluminación (106); recibir datos de medición del sensor desde un vehículo autónomo, representando los datos de medición del sensor una percepción ambiental local del vehículo de un área local para el vehículo, en el que el
- 60 área local para el vehículo se solapa al menos parcialmente con el área local para la primera unidad de iluminación; validar de modo cruzado la percepción ambiental local de la unidad de iluminación con la percepción ambiental local del vehículo para al menos el área parcialmente solapada entre el área local para la primera unidad de iluminación y el área local para el vehículo.
- 65 9. El método de la reivindicación 8 para el soporte de un vehículo autónomo usando una red de iluminación, que incluye además la etapa de, formar, en el controlador (102, 105), una percepción ambiental amplia de un área mayor

que el área local de la primera unidad de iluminación, usando datos de sensor recibidos desde la primera unidad de iluminación (106) y al menos uno de una segunda unidad de iluminación (106), dispositivos conectados (114) y un servidor de recursos (112) que obtiene información de fuentes adicionales.

- 5 10. El método de la reivindicación 8 para el soporte de un vehículo autónomo usando una red de iluminación, que incluye además la etapa de, determinar, en el controlador (102, 105), una realidad en el terreno con relación a la percepción mediante la validación cruzada de los datos de sensor recibidos usados para formar la percepción ambiental amplia.
- 10 11. El método de la reivindicación 8 para el soporte de un vehículo autónomo usando una red de iluminación, en el que la etapa de validación cruzada incluye comparar la percepción ambiental local de la unidad de iluminación y la percepción ambiental local del vehículo para al menos el área parcialmente solapada.
- 15 12. El método de la reivindicación 8 para el soporte de un vehículo autónomo usando una red de iluminación, que incluye además la etapa de transmitir la información de validación al vehículo autónomo o difundir la información de validación.
- 20 13. El método de la reivindicación 8 para el soporte de un vehículo autónomo usando una red de iluminación, que incluye además la etapa de, cambiar la percepción, en el controlador (102, 105), cuando el sensor (110) envía nuevos datos de sensor y formar un histórico.
- 25 14. El método de la reivindicación 13 para el soporte de un vehículo autónomo usando una red de iluminación, en el que la etapa de cambiar la percepción incluye generar una lista priorizada de eventos con relación a los cambios en la percepción y determinar qué eventos deberían enviarse al vehículo autónomo o difundirse o enviarse a terceras partes.
- 30 15. El método de la reivindicación 14 para el soporte de un vehículo autónomo usando una red de iluminación, en el que la lista de eventos incluye uno o más de entre condiciones de tráfico o meteorológicas, detección de una condición de situación de emergencia/seguridad en la calzada y detección de defectos en el vehículo.

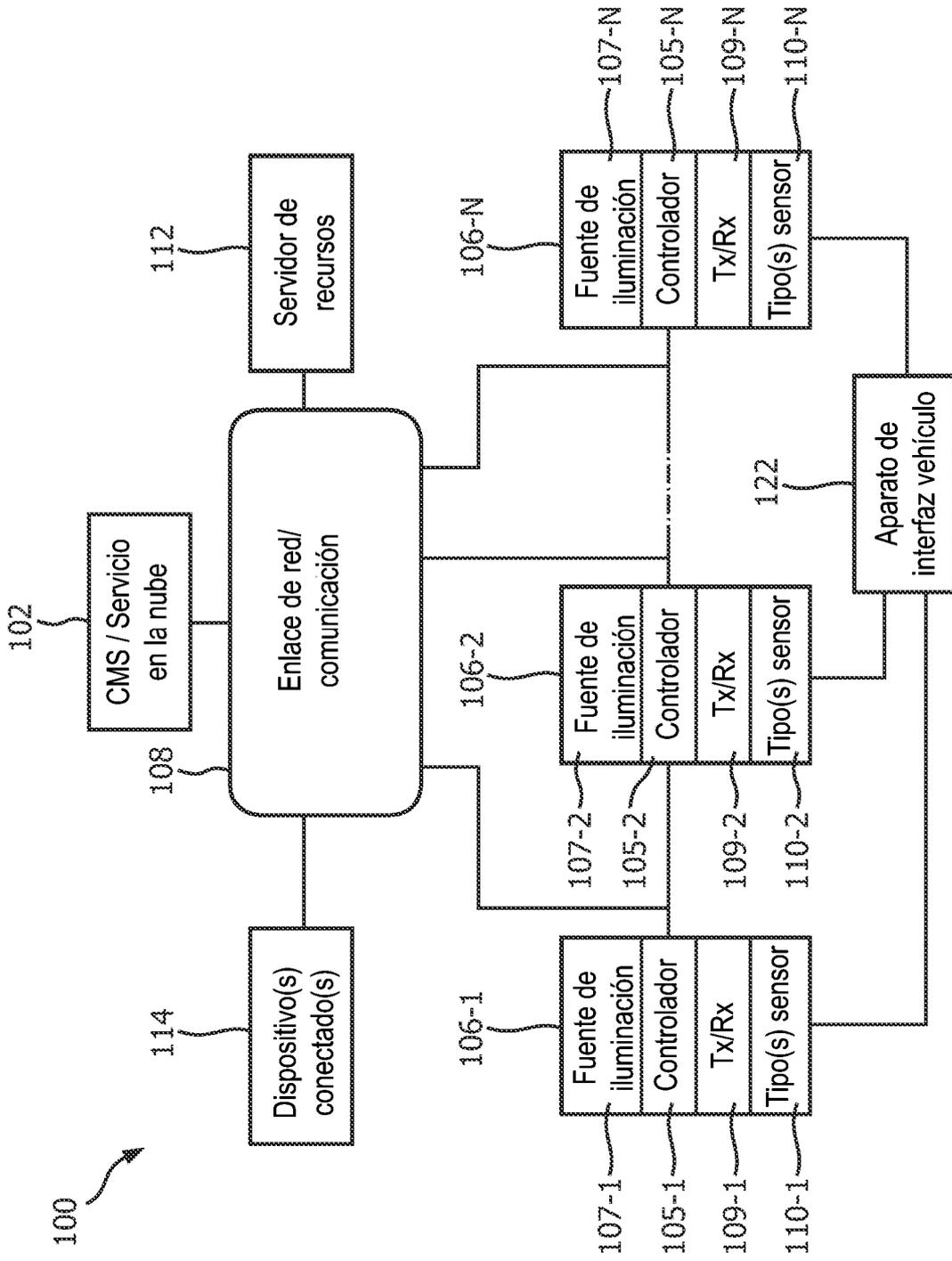


FIG. 1

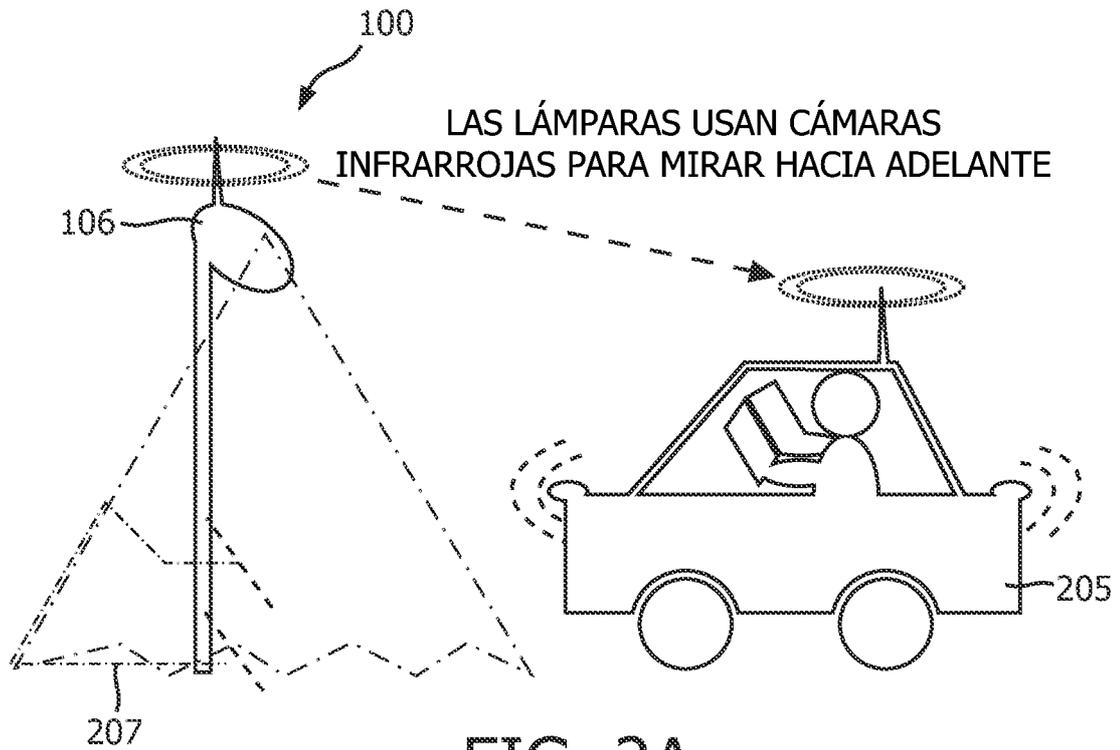


FIG. 2A

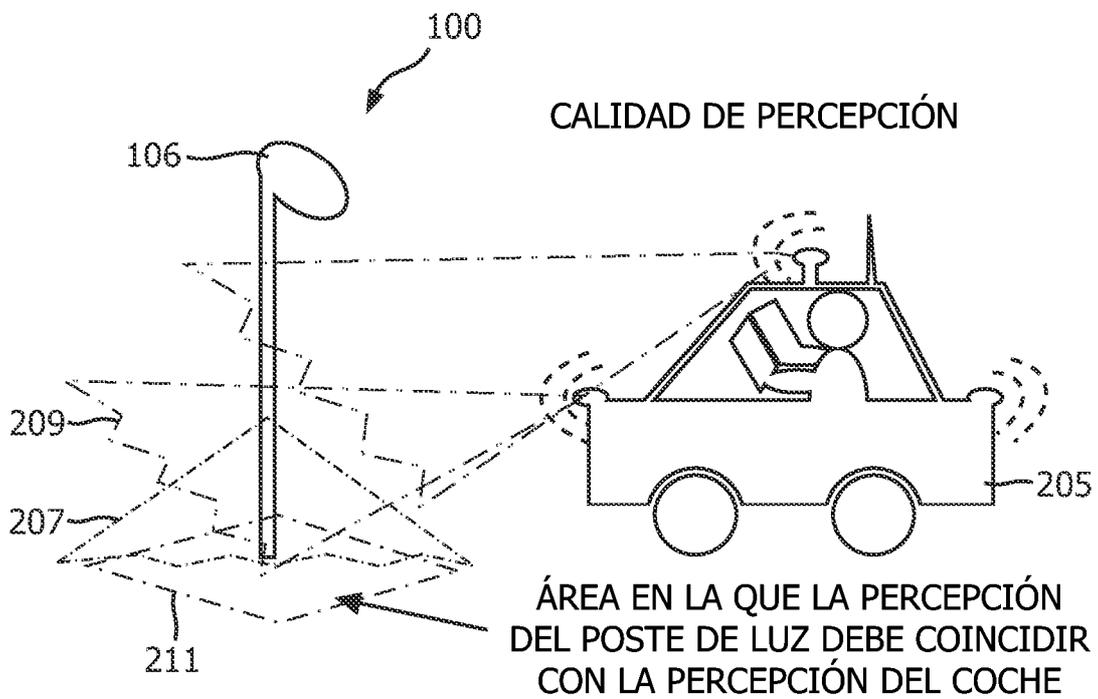


FIG. 2B

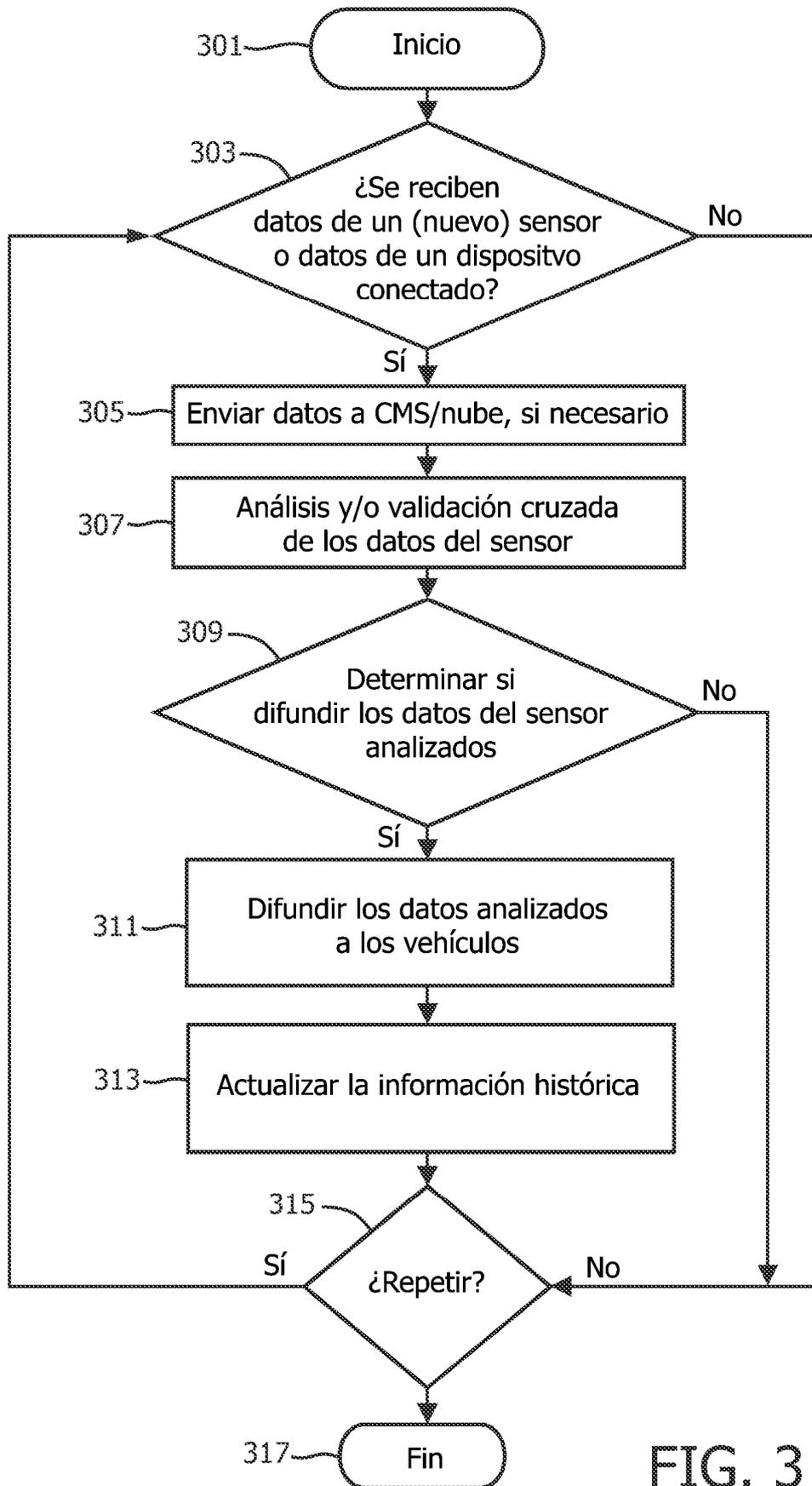


FIG. 3