

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 698**

51 Int. Cl.:

B60R 1/00 (2006.01)

G05D 1/02 (2006.01)

G08G 1/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.02.2013 PCT/US2013/026917**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.09.2013 WO13138033**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2013 E 13760269 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019 EP 2825434**

54 Título: **Modificación activa de un campo de visión de un vehículo autónomo en vista de restricciones**

30 Prioridad:
16.03.2012 US 201213423143

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.03.2020

73 Titular/es:
**WAYMO LLC (100.0%)
1600 Amphitheatre Parkway
Mountain View, CA 94043, US**

72 Inventor/es:
**FERGUSON, DAVID, I. y
ZHU, JIAJUN**

74 Agente/Representante:
SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 749 698 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

Modificación activa de un campo de visión de un vehículo autónomo en vista de restricciones

5 Antecedentes

Algunos vehículos están configurados para operar en un modo autónomo en el que el vehículo navega a través de un entorno con poca o ninguna entrada de un conductor. Dicho vehículo típicamente incluye uno o más sensores que están configurados para detectar información sobre el entorno. El vehículo puede usar la información detectada para navegar por el entorno. Por ejemplo, si los sensores detectan que el vehículo se está acercando a un obstáculo, el vehículo puede navegar alrededor del obstáculo. La patente de Estados Unidos núm. 6 363 632 B1 presenta un sistema para organizar y coordinar componentes asociados con maquinaria de movimiento de tierras capaz de realizar tareas de excavación y carga de manera autónoma. "User-Centered Approach to Path Planning of Cleaning Robots: Analyzing User's Cleaning Behavior" por Hyunjin Kim y otros sugiere un método de planificación para los robots aspiradores mediante el uso de un mapa en capas, y también un método de designación del área de limpieza que refleje las características de las áreas de una casa.

Resumen

20 En un aspecto, se describe un método ilustrativo que incluye mantener un conjunto de restricciones para un vehículo, hacer que un sensor en el vehículo detecte información en un primer campo de visión y determinar un campo de visión deseado, donde el campo de visión deseado es diferente al primer campo de visión. El método ilustrativo incluye además, basado en el campo de visión deseado y el conjunto de restricciones, determinar un segundo campo de visión, donde el segundo campo de visión es diferente al primer campo de visión, y hacer que el sensor detecte información en el segundo campo de visión.

En otro aspecto, se describe un medio legible por ordenador no transitorio que ha almacenado instrucciones ejecutables por un dispositivo informático para hacer que el dispositivo informático lleve a cabo el método ilustrativo descrito anteriormente.

30 Aún en otro aspecto, se describe un vehículo ilustrativo que incluye un sensor, al menos un procesador y un almacenamiento de datos que comprende un conjunto de restricciones para el vehículo y las instrucciones. Las instrucciones pueden ser ejecutables por al menos un procesador para mantener el conjunto de restricciones para el vehículo, hacer que el sensor detecte información en un primer campo de visión y determinar un campo de visión deseado, donde el campo de visión deseado es diferente al primer campo de visión. Las instrucciones pueden ser ejecutables por al menos un procesador para determinar, basado en el campo de visión deseado y el conjunto de restricciones, un segundo campo de visión, donde el segundo campo de visión es diferente al primer campo de visión, y hacer que el sensor detecte información en el segundo campo de visión.

40 Estos, así como otros aspectos, ventajas y alternativas, serán evidentes para los expertos en la técnica al leer la siguiente descripción detallada, con referencia, cuando corresponda, a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

45 La Figura 1 es un diagrama de flujo que ilustra un método ilustrativo de acuerdo con una modalidad.

La Figura 2 ilustra restricciones ilustrativas para un vehículo, de acuerdo con una modalidad.

50 Las Figuras 3A-B ilustran una implementación ilustrativa del método ilustrativo, de acuerdo con una modalidad.

Las Figuras 4A-B ilustran una implementación ilustrativa del método ilustrativo, de acuerdo con una modalidad.

Las Figuras 5A-B ilustran una implementación ilustrativa del método ilustrativo, de acuerdo con una modalidad.

55 La Figura 6 ilustra un vehículo ilustrativo, de acuerdo con una modalidad.

La Figura 7 es un diagrama de bloques simplificado de un vehículo ilustrativo, de acuerdo con una modalidad.

60 La Figura 8 es un diagrama de bloques simplificado de un producto de programa informático ilustrativo, de acuerdo con una modalidad.

Descripción detallada

65 La siguiente descripción detallada describe varias características y funciones de los sistemas y métodos descritos con referencia a las figuras adjuntas. En las figuras, símbolos similares típicamente identifican componentes similares, a menos que el contexto indique lo contrario. Las modalidades del sistema y método ilustrativos descritas en la presente

descripción no pretenden ser limitantes. Se entenderá fácilmente que ciertos aspectos de los sistemas y métodos descritos pueden disponerse y combinarse en una amplia variedad de configuraciones diferentes, todas las cuales se contemplan en la presente descripción.

5 Un vehículo, tal como un vehículo configurado para operar de manera autónoma, puede incluir un sensor que está configurado para detectar información sobre un entorno que rodea el vehículo. El sensor puede tener un primer campo de visión.

10 En algún momento, el vehículo puede detectar que el primer campo de visión está bloqueado por un obstáculo, tal como un letrero de la calle, un árbol u otro vehículo, por ejemplo, de manera que se inhibe la capacidad del sensor para detectar información. Alternativa o adicionalmente, el vehículo puede detectar que el vehículo está ubicado cerca de una ubicación predeterminada que se sabe que inhibe la capacidad del sensor para detectar información. El vehículo puede determinar que la capacidad del sensor para detectar información se inhibe de otras maneras y también por otras razones.

15 Cuando se inhibe la capacidad del sensor para detectar información, puede ser conveniente que el vehículo modifique el campo de visión del sensor del primer campo de visión a un campo de visión deseado que mejore la capacidad del sensor para detectar información. Con este fin, el vehículo puede, por ejemplo, modificar una posición del vehículo (por ejemplo, al modificar una velocidad del vehículo), de manera que se modifique el campo de visión del sensor. Sin embargo, en algunos casos, modificar una posición del vehículo puede ir en contra de una o más restricciones predeterminadas que incluyen, por ejemplo, restricciones basadas en las leyes de tránsito y/o restricciones basadas en la comodidad del pasajero. En tales casos, puede ser peligroso o de otra manera desventajoso para el vehículo modificar el campo de visión del sensor del primer campo de visión al campo de visión deseado.

25 En consecuencia, el vehículo puede determinar un segundo campo de visión que mejora la capacidad del sensor para detectar información mientras se adhiere a (o se adhiere a más de) las restricciones predeterminadas. El vehículo puede entonces modificar el campo de visión del sensor del primer campo de visión al segundo campo de visión, haciendo de esta manera que el sensor detecte información en el segundo campo de visión. El vehículo puede modificar el campo de visión, por ejemplo, al modificar una posición del vehículo, al modificar una velocidad del vehículo, al modificar una aceleración del vehículo, al modificar una posición del sensor, y/o al modificar una orientación del sensor.

30 La Figura 1 es un diagrama de flujo que ilustra un método ilustrativo 100, de acuerdo con una modalidad.

35 El método 100 mostrado en la Figura 1 presenta una modalidad de un método que, por ejemplo, podría usarse con los vehículos descritos en la presente descripción. El método 100 puede incluir una o más operaciones, funciones o acciones como se ilustra en uno o más de los bloques 102-108. Aunque los bloques se ilustran en un orden secuencial, estos bloques también pueden realizarse en paralelo y/o en un orden diferente al descrito en la presente descripción. Además, los diversos bloques pueden combinarse en menos bloques, dividirse en bloques adicionales y/o eliminarse según la implementación deseada.

40 Además, para el método 100 y otros procesos y métodos descritos en la presente descripción, el diagrama de flujo muestra la funcionalidad y la operación de una posible implementación de las presentes modalidades. En este sentido, cada bloque puede representar un módulo, un segmento o una porción del código del programa, que incluye una o más instrucciones ejecutables por un procesador para implementar funciones o etapas lógicas específicas en el proceso. El código del programa puede almacenarse en cualquier tipo de medio legible por ordenador, tal como, por ejemplo, un dispositivo de almacenamiento incluyendo un disco o disco duro. El medio legible por ordenador puede incluir un medio legible por ordenador no transitorio, por ejemplo, tal como un medio legible por ordenador que almacena datos por períodos de tiempo cortos como memoria de registro, caché de procesador y memoria de acceso aleatorio (RAM). El medio legible por ordenador también puede incluir medios no transitorios, tal como almacenamiento a largo plazo secundario o persistente, como memoria de solo lectura (ROM), discos ópticos o magnéticos y memoria de solo lectura de disco compacto (CD-ROM), por ejemplo. Los medios legibles por ordenador también pueden ser cualquier otro sistema de almacenamiento volátil o no volátil. El medio legible por ordenador puede considerarse un medio de almacenamiento legible por ordenador, un dispositivo de almacenamiento tangible u otro artículo de fabricación, por ejemplo.

55 Además, para el método 100 y otros procesos y métodos descritos en la presente descripción, cada bloque puede representar circuitos que están configurados para realizar las funciones lógicas específicas en el proceso.

El método 100 comienza en el bloque 102 donde un vehículo hace que un sensor en el vehículo detecte información en un primer campo de visión. El primer campo de visión puede incluir cualquier parte del entorno que rodea el vehículo.

60 Como se indicó anteriormente, en algunos casos, el vehículo puede detectar que el primer campo de visión está bloqueado por un obstáculo, tal como un letrero de la calle, un árbol u otro vehículo, por ejemplo, de manera que la capacidad del sensor para detectar información es inhibida. Alternativa o adicionalmente, el vehículo puede detectar que el vehículo está ubicado cerca de una ubicación predeterminada que se sabe que inhibe la capacidad del sensor para detectar información. El vehículo puede determinar que la capacidad del sensor para detectar información se inhibe de otras maneras y también por otras razones.

65

En consecuencia, en el bloque 104, el vehículo determina un campo de visión deseado. El campo de visión deseado puede ser cualquier campo de visión que mejore la capacidad del sensor para detectar información. Por ejemplo, si el primer campo de visión incluye un obstáculo, como en el ejemplo anterior, el campo de visión deseado puede evitar el obstáculo, puede incluir menos del obstáculo y/o puede permitir que el sensor "vea alrededor" del obstáculo. Como otro ejemplo, si el primer campo de visión no incluye una parte específica del entorno en la que al vehículo le gustaría detectar información, el campo de visión deseado puede incluir parte o la totalidad de la parte específica del entorno. El campo de visión deseado también puede tomar otras formas.

En algunas modalidades, el vehículo puede determinar el campo de visión deseado con relación al primer campo de visión. Por ejemplo, en las modalidades donde el primer campo de visión incluye un obstáculo en una parte muy a la derecha del primer campo de visión, el vehículo puede determinar que el campo de visión deseado esté hacia delante (por ejemplo, por un número particular de pies) y/o girado hacia la izquierda (por ejemplo, en un ángulo particular) del primer campo de visión, incluyendo de esta manera menos obstáculos.

En otras modalidades, el vehículo puede determinar el campo de visión deseado con relación al vehículo. Por ejemplo, en modalidades en las que el primer campo de visión no incluye una parte específica del entorno en la que al vehículo le gustaría detectar información, el vehículo puede determinar una ubicación de la parte específica del entorno con relación al vehículo (por ejemplo, 6 pies de distancia del vehículo en una dirección de 50° a la derecha de una dirección de desplazamiento del vehículo) y puede determinar el campo de visión deseado para incluir la parte específica del entorno (por ejemplo, el campo de visión deseado puede abarcar de 10° a 70° a la derecha de una dirección de desplazamiento del vehículo).

Aún en otras modalidades, el vehículo puede determinar completamente el campo de visión deseado. Por ejemplo, en modalidades donde el primer campo de visión no incluye una parte específica del entorno en la que al vehículo le gustaría detectar información, el vehículo puede determinar una ubicación absoluta del vehículo y una ubicación absoluta de la parte específica del vehículo del entorno (por ejemplo, una latitud y una longitud específica), y puede determinar el campo de visión deseado para incluir la parte específica del entorno (por ejemplo, el campo de visión deseado puede incluir la latitud y la longitud específica).

El vehículo también puede determinar el campo de visión deseado de otras maneras.

Sin embargo, en algunos casos, modificar el campo de visión del sensor del primer campo de visión al campo de visión deseado puede ir en contra de una o más restricciones para el vehículo, tal como restricciones basadas en leyes de tránsito, restricciones basadas en la comodidad de los pasajeros y restricciones basadas en la seguridad de los pasajeros. Otras restricciones son posibles también. Las restricciones pueden tomar varias formas.

En algunas modalidades, las restricciones pueden predeterminarse y almacenarse en el vehículo antes de la operación del vehículo. Por ejemplo, una restricción en la velocidad del vehículo puede predeterminarse y almacenarse en el vehículo. Alternativa o adicionalmente, las restricciones pueden ser determinadas y/o actualizadas por el vehículo durante la operación. Por ejemplo, el vehículo puede determinar una restricción en la velocidad del vehículo al detectar un letrero de límite de velocidad, al detectar la velocidad de un vehículo vecino y/o al determinar una ubicación del vehículo, al consultar a un servidor con la ubicación y recibir la restricción de la velocidad del vehículo del servidor. Aún de manera alternativa o adicional, las restricciones pueden predeterminarse y almacenarse en el vehículo antes de la operación y pueden actualizarse cada vez que se enciende el vehículo. Por ejemplo, al encenderse, el vehículo puede consultar a un servidor para cualquier actualización de las restricciones. Aún de manera alternativa o adicional, las restricciones pueden estar predeterminadas y almacenadas en el vehículo y pueden ser actualizadas por un usuario del vehículo a través de, por ejemplo, una interfaz de usuario. Las restricciones pueden mantenerse en el vehículo de otras maneras también.

La Figura 2 ilustra las restricciones ilustrativas 200 para un vehículo, de acuerdo con una modalidad. Como se muestra, las restricciones ilustrativas 200 incluyen una restricción 202 en la velocidad del vehículo, una restricción en la proximidad de un cruce peatonal (por ejemplo, qué tan cerca puede estar el vehículo de un cruce peatonal), una restricción en la proximidad de otro vehículo (por ejemplo, qué tan cerca puede estar el vehículo de otro vehículo), y una restricción 204 en una desaceleración del vehículo.

Cada restricción puede estar asociada con un valor o intervalo de valores. Por ejemplo, como se muestra, la restricción 202 en la velocidad del vehículo tiene un valor de 35-45 millas por hora y la restricción 204 en la desaceleración del vehículo tiene un valor de menos de 4.8 pies por segundo cuadrado. También son posibles otros valores y otras unidades.

En algunas modalidades, el valor o intervalo de valores asociados con una restricción puede ser constante. En otras modalidades, sin embargo, el valor o intervalo de valores asociados con una restricción puede variar. Por ejemplo, la restricción 202 en la velocidad puede variar en dependencia de la ubicación del vehículo, ya que los límites de velocidad pueden variar para diferentes carreteras. El vehículo puede actualizar la restricción 202 en la velocidad en dependencia de la ubicación del vehículo (por ejemplo, según lo determine el vehículo). Alternativa o adicionalmente, se puede asociar un número de valores o intervalos de valores diferentes con cada restricción. Por ejemplo, la restricción 204 en la desaceleración puede variar en dependencia del tipo de clima en el entorno donde se encuentra el vehículo, ya que puede ser conveniente desacelerar más lentamente en algunos tipos de clima (por ejemplo, lluvia o hielo) para evitar el

deslizamiento. Por lo tanto, el vehículo puede mantener una serie de restricciones en la desaceleración para varios tipos de clima y puede seleccionar la restricción para el tipo de clima más similar al tipo de clima en el entorno donde se encuentra el vehículo. Las restricciones y los valores también pueden tomar otras formas.

5 En algunas modalidades, además de mantener las restricciones y los valores, el vehículo puede mantener una ponderación para cada una de las restricciones que indica la importancia de adherirse a la restricción. Por ejemplo, cada restricción puede ser ponderada con relación a 100, donde una ponderación de 100 indica que se debe adherir a la restricción y las ponderaciones decrecientes indican una importancia decreciente de la adherencia. Como se muestra, la restricción 202 en la velocidad del vehículo tiene una ponderación de 100. Se puede elegir esta ponderación porque no
10 adherirse a la restricción 202 (por ejemplo, por exceso de velocidad) podría ser ilegal y/o peligroso. Por otro lado, como se muestra, la restricción 204 en la desaceleración del vehículo tiene una ponderación de solo 20. Se puede elegir esta ponderación porque no adherirse a la restricción 204 (por ejemplo, al pisar los frenos) podría ser incómodo para los pasajeros, sin ser ilegal o peligroso.

15 Se entenderá que las restricciones, los valores y las ponderaciones ilustrativas mostradas son simplemente ilustrativas y no están destinadas a ser limitantes, y que también son posibles otras restricciones, valores y ponderaciones.

En algunas modalidades, en lugar de mantener una ponderación para cada restricción, el vehículo puede mantener un intervalo de valores para cada restricción y un puntaje para cada uno de los valores. Cada puntaje puede indicar qué tan bien se adhiere el valor a la restricción. Por ejemplo, la restricción 202 en la velocidad puede tener el intervalo de valores de 35-45 millas por hora y diferentes valores en el intervalo de valores pueden tener puntajes diferentes. Algunos valores en el intervalo de valores pueden tener un puntaje más alto que otros. Por ejemplo, los valores en el intervalo de 40-45 millas por hora pueden tener un puntaje más alto que los valores en los intervalos de 35-40 o 40-45 millas por hora, lo que indica que los valores en el intervalo de 40-45 millas por hora se adhieren mejor a la restricción que los valores en los intervalos de 35-40 o 40-45 millas por hora. Otros ejemplos son posibles también.
20
25

Se entenderá que las restricciones, valores y puntajes del ejemplo descrito anteriormente son simplemente ilustrativos y no están destinados a ser limitantes, y que también son posibles otras restricciones, valores y puntajes.

30 De regreso a la Figura 1, en algunos casos, modificar el campo de visión del sensor del primer campo de visión al campo de visión deseado puede ir en contra de una o más de las restricciones para el vehículo. Por ejemplo, modificar el campo de visión del sensor del primer campo de visión al campo de visión deseado puede requerir que el vehículo avance, pero avanzar puede hacer que el vehículo rompa una restricción en la proximidad de un cruce peatonal (por ejemplo, qué tan cerca puede estar el vehículo de un cruce peatonal), como se describió anteriormente. Otros ejemplos son posibles también.
35

En tales casos, puede ser peligroso o de otra manera desventajoso para el vehículo modificar el campo de visión del sensor del primer campo de visión al campo de visión deseado. En consecuencia, en el bloque 106, el vehículo determina un segundo campo de visión basado en el campo de visión deseado y el conjunto de restricciones. Para este fin, el vehículo puede, por ejemplo, usar un algoritmo de optimización para maximizar la capacidad del sensor para detectar información y cumplir con las restricciones. El algoritmo puede tener en cuenta las ponderaciones o puntajes asociados con las restricciones, como se describió anteriormente. Se entenderá que el algoritmo puede tomar cualquier número de formas. En general, el algoritmo puede ser cualquier función que determine el segundo campo de visión basado en el campo de visión deseado y las restricciones.
40
45

En el bloque 108, el vehículo hace que el sensor detecte información en el segundo campo de visión. Con este fin, el vehículo puede modificar el campo de visión del sensor del primer campo de visión al segundo campo de visión. El vehículo puede modificar el campo de visión, por ejemplo, al modificar una posición del vehículo, al modificar una velocidad del vehículo, al modificar una aceleración del vehículo, al modificar una posición del sensor, y/o al modificar una orientación del sensor. El vehículo también puede modificar el campo de visión de otras maneras.
50

En algunas modalidades, además de modificar el campo de visión del sensor, el vehículo puede solicitar adicionalmente información en un campo de visión solicitado de uno o más sensores externos que están físicamente separados del vehículo. Los sensores externos pueden incluir, por ejemplo, sensores en señales de tráfico, letreros u otros vehículos. También son posibles otros sensores externos.
55

Debido a que el sensor externo está físicamente separado del vehículo, el sensor externo puede detectar información en un campo de visión inaccesible para el vehículo. Por ejemplo, un sensor externo en una señal de tráfico puede detectar información que está más lejos, debido a su posición comparativamente más alta. Como otro ejemplo, un sensor externo en otro vehículo puede "ver alrededor" de un obstáculo que está en el campo de visión del sensor en el vehículo. Otros ejemplos son posibles también.
60

Para solicitar información en un campo de visión solicitado de un sensor externo, el vehículo puede determinar el campo de visión solicitado y puede enviar una solicitud al sensor externo para el campo de visión solicitado. El sensor externo puede detectar información en el campo de visión solicitado. Además, el sensor externo puede enviar al vehículo al menos parte de la información detectada en el campo de visión solicitado.
65

5 En algunas modalidades, el vehículo puede determinar el segundo campo de visión basado en el campo de visión solicitado además del campo de visión deseado y las restricciones. Por ejemplo, el vehículo puede determinar un segundo campo de visión que, cuando se complementa con el campo de visión solicitado, mejorará la capacidad del sensor para detectar información sobre el entorno. Otros ejemplos son posibles también.

A continuación, se describen varias implementaciones ilustrativas del método 100 con relación a las Figuras 3A-5B.

10 Para fines de ilustración, se describen varias implementaciones ilustrativas. Sin embargo, debe entenderse que las implementaciones ilustrativas son solo ilustrativas y no están destinadas a limitar. También son posibles otras implementaciones ilustrativas.

15 Las Figuras 3A-B ilustran una implementación ilustrativa del método ilustrativo, de acuerdo con una modalidad. Como se muestra en la Figura 3A, un vehículo 302 está ubicado en una intersección 300. El vehículo 302 puede tener un conjunto de restricciones, como se describió anteriormente. Por ejemplo, el vehículo 302 puede tener una restricción en la proximidad de un cruce peatonal (por ejemplo, qué tan cerca puede estar el vehículo 302 de un cruce peatonal 312) que requiere que la parte delantera del vehículo 302 permanezca detrás o adyacente al cruce peatonal 312. El vehículo 302 también puede tener otras restricciones.

20 Como se muestra, el vehículo 302 incluye un sensor 308 que está configurado para detectar información sobre la intersección 300 en un primer campo de visión 314, como lo indican las flechas punteadas. Se muestra que el primer campo de visión 314 incluye una señal de tráfico 306 en la intersección 300, de manera que el sensor 308 puede detectar información sobre la señal de tráfico 306. Sin embargo, como se muestra, el primer campo de visión 314 no incluye una porción 310 de la intersección 300 debido a la presencia de un camión 304 adyacente al vehículo 302. En consecuencia, el sensor 308 no puede detectar información sobre la porción 310 de la intersección 300 desde la cual el tráfico que se aproxima puede entrar en la intersección 300.

30 En la implementación ilustrativa, el vehículo 302 puede desear girar a la izquierda en una luz roja (suponiendo que tal maniobra sea legal en la intersección 300). Para realizar el giro a la izquierda de manera segura, el vehículo 302 debe determinar si algún tráfico entrante ingresa a la intersección 300 desde la porción 310 de la intersección 300. Sin embargo, como se indicó anteriormente, el primer campo de visión 314 no incluye la porción 310 de la intersección 300, de manera que el sensor 308 no puede detectar información sobre la porción 310 de la intersección 300. Por lo tanto, el vehículo 302 no puede determinar si es seguro girar a la izquierda en la intersección 300.

35 En consecuencia, el vehículo 302 puede determinar un campo de visión deseado 316. El campo de visión deseado 316 puede ser cualquier campo de visión que mejore la capacidad del sensor 308 para detectar información. En la implementación ilustrativa, el campo de visión deseado 316 puede ser un campo de visión que incluye la porción 310 de la intersección 300, como se indica mediante las flechas punteadas.

40 Sin embargo, para modificar el campo de visión del sensor 308 del primer campo de visión 314 al campo de visión deseado 316, el vehículo 302 tendría que avanzar más allá del cruce peatonal 312, rompiendo así la restricción de proximidad al cruce mencionado anteriormente. En consecuencia, en lugar de modificar el campo de visión del sensor 308 del primer campo de visión 314 al campo de visión deseado 316, el vehículo 302 puede determinar un segundo campo de visión 318, como se muestra en la Figura 3B. En particular, el vehículo 302 puede determinar el segundo campo de visión 318 basándose en el campo de visión deseado 316 y en las restricciones para el vehículo 302. Con este fin, el vehículo 302 puede, por ejemplo, usar un algoritmo de optimización para maximizar tanto la capacidad del sensor 308 para detectar información como el cumplimiento de las restricciones, como se describió anteriormente.

50 Una vez que el vehículo 302 ha determinado el segundo campo de visión 318, el vehículo 302 puede hacer que el sensor 308 detecte información en el segundo campo de visión 318. Para este fin, el vehículo 302 puede modificar una posición del vehículo 302, como se muestra por la flecha 320.

55 Al igual que el campo de visión 316 deseado, el segundo campo de visión 318 puede mejorar la capacidad del sensor 308 para detectar información y, además, puede incluir (o incluir en gran parte) la porción 310 de la intersección 300, como se indica mediante las flechas punteadas. Adicionalmente, sin embargo, el vehículo 302 puede detectar información en el segundo campo de visión 318 sin moverse más allá del cruce peatonal 312. Como se muestra, el vehículo 302 está adyacente, pero no más allá, al cruce peatonal 312, adhiriéndose así a la restricción de proximidad al cruce peatonal mencionado anteriormente.

60 De esta manera, el vehículo 302 puede mejorar la capacidad del sensor 308 para detectar información sobre la intersección 300 mientras se adhiere a una o más restricciones para el vehículo 302.

65 En algunas modalidades, la señal de tráfico 306 puede incluir un sensor externo (no mostrado). En estas modalidades, el vehículo 302 puede determinar adicionalmente un campo de visión solicitado, tal como un campo de visión que incluye la porción 310 de la intersección 300, y puede enviar al sensor externo una solicitud para el campo de visión solicitado. El

sensor externo puede detectar información en el campo de visión solicitado y puede enviar al menos parte de la información en el campo de visión solicitado al vehículo 302.

5 La información en el campo de visión solicitado puede permitir que el vehículo 302 tome una decisión más informada sobre si es seguro girar a la izquierda. En particular, debido a que el sensor externo está colocado en la señal de tráfico 306 (y por lo tanto más alto que el sensor 308 en el vehículo 302), el campo de visión solicitado puede incluir partes de la carretera que están más lejos de la intersección 300. Por lo tanto, el campo de visión solicitado puede incluir tráfico entrante adicional que no está incluido en el segundo campo de visión 318.

10 Las Figuras 4A-B ilustran una implementación ilustrativa del método ilustrativo, de acuerdo con una modalidad. Como se muestra en la Figura 4A, un vehículo 402 está ubicado en una carretera 400. El vehículo 402 puede tener un conjunto de restricciones, como se describió anteriormente. Por ejemplo, el vehículo 402 puede tener una restricción para mantener una velocidad entre 25 y 35 millas por hora. Adicionalmente, el vehículo 402 puede tener una restricción para no exceder (por ejemplo, en magnitud) una desaceleración de pies por segundo al cuadrado. El vehículo 402 también puede tener
15 otras restricciones. Adicionalmente, el vehículo 402 puede mantener ponderaciones para cada una de las restricciones. Por ejemplo, la restricción en la velocidad del vehículo 402 puede ser más pesada que la restricción en la desaceleración del vehículo 402, ya que la restricción en la velocidad puede basarse en una ley de tráfico (por ejemplo, un límite de velocidad) mientras que la restricción en la desaceleración puede basarse en la comodidad del pasajero. También son
20 posibles otras ponderaciones.

Como se muestra, el vehículo 402 incluye un sensor 408 que está configurado para detectar información en un primer campo de visión 410, como lo indican las flechas punteadas. Como se muestra, el primer campo de visión 410 incluye un obstáculo, a saber, un camión 404. Como resultado, el sensor 408 no puede detectar información sobre un letrero 406.

25 En la implementación ilustrativa, el vehículo 402 puede desear detectar el letrero 406. Sin embargo, como se muestra, el camión 404 bloquea el letrero 406 en el primer campo de visión 410. Por lo tanto, el vehículo 402 no puede detectar el letrero 406.

En consecuencia, el vehículo 402 puede determinar un campo de visión deseado (no mostrado). El campo de visión deseado puede ser cualquier campo de visión que mejore la capacidad del sensor 408 para detectar información. En la
30 implementación ilustrativa, el campo de visión deseado puede ser un campo de visión que no incluya (o incluya menos de) el camión 404, o al menos que permita que el vehículo 402 detecte el letrero 406.

Para lograr el campo de visión deseado, el vehículo 402 puede, por ejemplo, desacelerar muy rápidamente y/o detenerse, permitiendo que el camión 404 se aleje del vehículo 402, dejando así el campo de visión del sensor 408. Sin embargo, dicha desaceleración rápida y/o detención puede romper una o ambas restricciones sobre la velocidad y la desaceleración
35 del vehículo 402, como se mencionó anteriormente.

En consecuencia, en lugar de modificar el campo de visión del sensor 408 del primer campo de visión 410 al campo de visión deseado, el vehículo 402 puede determinar un segundo campo de visión 412, como se muestra en la Figura 4B. En particular, el vehículo 402 puede determinar el segundo campo de visión 412 basándose en el campo de visión
40 deseado y las restricciones para el vehículo 402. Para este fin, el vehículo 402 puede, por ejemplo, usar un algoritmo de optimización para maximizar tanto la capacidad del sensor 408 para detectar información como el cumplimiento de las restricciones, como se describió anteriormente. Como la restricción en la velocidad del vehículo 402 pesa más que la restricción en la desaceleración del vehículo 402, el algoritmo de optimización puede dar más importancia al cumplimiento de la restricción en la velocidad que sobre la restricción en la desaceleración.

45 Una vez que el vehículo 402 ha determinado el segundo campo de visión 412, el vehículo 402 puede hacer que el sensor 408 detecte información en el segundo campo de visión 412. Para este fin, el vehículo 402 puede desacelerar, modificando así la velocidad del vehículo 402.

50 Al igual que el campo de visión deseado, el segundo campo de visión 412 puede mejorar la capacidad del sensor 408 para detectar información y, además, puede incluir (o incluir en gran parte) el letrero 406, como lo indican las flechas punteadas. Adicionalmente, sin embargo, el vehículo 402 puede modificar el campo de visión del sensor 408 del primer campo de visión 410 al segundo campo de visión 412 disminuyendo su velocidad, y no deteniéndose, como para el campo de visión deseado, adhiriéndose a la restricción de velocidad para el vehículo 402. Además, en algunos casos, el vehículo
55 402 puede modificar el campo de visión del sensor 408 del primer campo de visión 410 al segundo campo de visión 412 frenando al menos de manera lenta, y no rápidamente como para el campo de visión deseado, adhiriéndose (o acercándose a adherirse) a la restricción de desaceleración para el vehículo 402.

60 De esta manera, el vehículo 402 puede mejorar la capacidad del sensor 408 para detectar información sobre la carretera 400 mientras se adhiere a una o más restricciones para el vehículo 402.

Las Figuras 5A-B ilustran una implementación ilustrativa del método ilustrativo, de acuerdo con una modalidad. Como se muestra en la Figura 5A, un vehículo 502 está ubicado en una intersección 500. El vehículo 502 puede tener un conjunto de restricciones, como se describió anteriormente. Por ejemplo, el vehículo 502 puede tener una restricción en la proximidad de otro vehículo (por ejemplo, qué tan cerca puede estar el vehículo 502 de otro vehículo 504) que se relaciona
65

con el vehículo 502 que se mantiene al menos a una distancia mínima 506 del otro vehículo 504. El vehículo 502 también puede tener otras restricciones.

5 Como se muestra, el vehículo 502 incluye un sensor 508 que está configurado para detectar información sobre la intersección 500 en un primer campo de visión 514, como se indica mediante las flechas punteadas. Como se muestra, una porción 510 de la intersección 500 está fuera del primer campo de visión 514. En consecuencia, el sensor 508 no puede detectar información sobre la porción 510 de la intersección 500 desde la cual el tráfico que se aproxima puede entrar en la intersección 300.

10 En la implementación ilustrativa, el vehículo 502 puede desear girar a la derecha en la intersección 500. Con el fin de hacer el giro a la derecha de manera segura, el vehículo 502 debe determinar si algún tráfico que se aproxima ingresa a la intersección 500 desde la porción 510 de la intersección 500. Sin embargo, como se señaló anteriormente, el primer campo de visión 514 no incluye la porción 510 de la intersección 500, de manera que el sensor 508 no puede detectar información sobre la porción 510 de la intersección 500. Por lo tanto, el vehículo 502 no puede determinar si es seguro girar a la derecha en la intersección 500.

15 En consecuencia, el vehículo 502 puede determinar un campo de visión deseado 516. El campo de visión deseado 516 puede ser cualquier campo de visión que mejore la capacidad del sensor 508 para detectar información. En la implementación ilustrativa, el campo de visión deseado 516 puede ser un campo de visión que incluye la porción 510 de la intersección 500, como se indica mediante las flechas punteadas.

20 Sin embargo, para modificar el campo de visión del sensor 508 del primer campo de visión 514 al campo de visión deseado 516, el vehículo 502 tendría que acercarse al otro vehículo 504, de manera que el vehículo 502 sea menor que la distancia mínima 506 del otro vehículo 504, contrario a la restricción de proximidad del otro vehículo mencionada anteriormente.

25 En consecuencia, en lugar de modificar el campo de visión del sensor 508 del primer campo de visión 514 al campo de visión deseado 516, el vehículo 502 puede determinar un segundo campo de visión 518, como se muestra en la Figura 5B. En particular, el vehículo 502 puede determinar el segundo campo de visión 518 en base al campo de visión deseado 516 y en las restricciones para el vehículo 502. Con este fin, el vehículo 502 puede, por ejemplo, usar un algoritmo de optimización para maximizar tanto la capacidad del sensor 508 para detectar información como el cumplimiento de las restricciones, como se describió anteriormente.

30 Una vez que el vehículo 502 ha determinado el segundo campo de visión 518, el vehículo 502 puede hacer que el sensor 508 detecte información en el segundo campo de visión 518. Para este fin, el vehículo 502 puede modificar una orientación del sensor 508 (por ejemplo, al girar el sensor 508).

35 Al igual que el campo de visión deseado 516, el segundo campo de visión 518 puede mejorar la capacidad del sensor 508 para detectar información y, además, puede incluir (o incluir en gran parte) la porción 510 de la intersección 500, como se indica mediante las flechas punteadas. Adicionalmente, sin embargo, el vehículo 502 puede detectar información en el segundo campo de visión 518 sin moverse demasiado cerca del otro vehículo 504, como se requiere para el campo de visión deseado 516. Como se muestra, el vehículo 502 permanece al menos a la distancia mínima 506 del otro vehículo 504, cumpliendo así la restricción de proximidad del otro vehículo mencionada anteriormente.

40 De esta manera, el vehículo 502 puede mejorar la capacidad del sensor 508 para detectar información sobre la intersección 500 mientras se adhiere a una o más restricciones para el vehículo 502.

45 Los sistemas en los que se pueden implementar modalidades ilustrativas de los métodos ilustrativos anteriores se describirán ahora con mayor detalle. En general, un sistema ilustrativo puede implementarse o tomar la forma de un vehículo. El vehículo puede adoptar varias formas, que incluyen, por ejemplo, automóviles, carros, camiones, motocicletas, autobuses, barcos, aviones, helicópteros, cortadoras de césped, máquinas de movimiento de tierra, motos de nieve, vehículos recreativos, vehículos de parques de atracciones, equipos agrícolas, equipos de construcción, tranvías, carritos de golf, trenes y carretillas. Otros vehículos son posibles también.

50 Además, otro sistema ilustrativo puede tomar la forma de un medio legible por ordenador no transitorio, que tiene instrucciones de programa almacenadas en el mismo que son ejecutables por al menos un procesador para proporcionar la funcionalidad descrita en la presente descripción. Un sistema ilustrativo también puede tomar la forma de un vehículo o un subsistema de un vehículo que incluye dicho medio legible por ordenador no transitorio que tiene dichas instrucciones de programa almacenadas en el mismo.

55 La Figura 6 ilustra un vehículo ilustrativo 600, de acuerdo con una modalidad. En particular, la Figura 6 muestra una vista lateral derecha, vista frontal, vista posterior y vista superior del vehículo 600. Aunque el vehículo 600 se ilustra en la Figura 6 como un automóvil, son posibles otras modalidades. Por ejemplo, el vehículo 600 podría representar un camión, una camioneta, un camión semirremolque, una motocicleta, un carrito de golf, un vehículo todoterreno o un vehículo agrícola, entre otros ejemplos. Como se muestra, el vehículo 600 incluye una primera unidad de sensor 602, una segunda unidad de sensor 604, una tercera unidad de sensor 606, un sistema de comunicación inalámbrica 608 y una cámara 610.

Cada una de las primera, segunda y tercera unidades de sensor 602-606 puede incluir cualquier combinación de sensores del sistema de posicionamiento global, unidades de medición de inercia, unidades de detección y medición de distancias por radio (RADAR), telémetros láser, unidades de detección y medición de distancias por luz (LIDAR), cámaras, y sensores acústicos. También son posibles otros tipos de sensores.

Aunque las primera, segunda y tercera unidades de sensor 602-606 se muestran montadas en ubicaciones particulares en el vehículo 600, en algunas modalidades la unidad de sensor 602 puede montarse en otro lugar en el vehículo 600, ya sea dentro o fuera del vehículo 600. Además, aunque solo se muestran tres unidades de sensor, en algunas modalidades se pueden incluir más o menos unidades de sensor en el vehículo 600.

En algunas modalidades, una o más de las primera, segunda y tercera unidades de sensor 602-606 pueden incluir uno o más soportes móviles en los que los sensores pueden estar montados de manera móvil. El soporte móvil puede incluir, por ejemplo, una plataforma giratoria. Los sensores montados en la plataforma giratoria podrían rotarse para que los sensores puedan obtener información de cada dirección alrededor del vehículo 600. Alternativa o adicionalmente, el soporte móvil puede incluir una plataforma de inclinación. Los sensores montados en la plataforma de inclinación podrían inclinarse dentro de un intervalo particular de ángulos y/o acimutes para que los sensores puedan obtener información desde una variedad de ángulos. El soporte móvil también puede tomar otras formas.

Además, en algunas modalidades, una o más de las primera, segunda y tercera unidades de sensor 602-606 pueden incluir uno o más actuadores configurados para ajustar la posición y/u orientación de los sensores en la unidad de sensor al mover los sensores y/o soportes móviles. Los actuadores ilustrativos incluyen motores, actuadores neumáticos, pistones hidráulicos, relés, solenoides y actuadores piezoeléctricos. También son posibles otros actuadores.

El sistema de comunicación inalámbrica 608 puede ser cualquier sistema configurado para acoplarse de manera inalámbrica a uno o más vehículos, sensores u otras entidades, directamente o mediante una red de comunicación. Con este fin, el sistema de comunicación inalámbrica 608 puede incluir una antena y un conjunto de chips para comunicarse con los otros vehículos, sensores u otras entidades, ya sea directamente o por una interfaz aérea. El conjunto de chips o el sistema de comunicación inalámbrica 608 en general puede disponerse para comunicarse de acuerdo con uno o más tipos de comunicación inalámbrica (por ejemplo, protocolos) tal como Bluetooth, protocolos de comunicación descritos en IEEE 802.11 (incluyendo las revisiones IEEE 802.11), tecnología celular (tal como GSM, CDMA, UMTS, EV-DO, WiMAX o LTE), Zigbee, comunicaciones dedicadas de corto alcance (DSRC) y comunicaciones de identificación por radiofrecuencia (RFID), entre otras posibilidades. El sistema de comunicación inalámbrica 608 también puede tomar otras formas.

Aunque se muestra que el sistema de comunicación inalámbrica 608 está colocado en el techo del vehículo 600, en otras modalidades, el sistema de comunicación inalámbrica 608 podría estar ubicado, total o parcialmente, en otro lugar.

La cámara 610 puede ser cualquier cámara (por ejemplo, una cámara fija, una cámara de video, etc.) configurada para capturar imágenes del entorno en el que se encuentra el vehículo 600. Para este fin, la cámara 610 puede configurarse para detectar luz visible, o puede configurarse para detectar luz de otras porciones del espectro, tales como luz infrarroja o ultravioleta, o rayos X. También son posibles otros tipos de cámaras. La cámara 610 puede ser un detector bidimensional, o puede tener un intervalo espacial tridimensional. En algunas modalidades, la cámara 610 puede ser, por ejemplo, un detector de alcance configurado para generar una imagen bidimensional que indica una distancia desde la cámara 610 a varios puntos en el entorno. Para este fin, la cámara 610 puede usar una o más técnicas de detección de alcance. Por ejemplo, la cámara 610 puede usar una técnica de luz estructurada en la que el vehículo 600 ilumina un objeto en el entorno con un patrón de luz predeterminado, como un patrón de cuadrícula o tablero de ajedrez, y usa la cámara 610 para detectar un reflejo del patrón de luz predeterminado fuera del objeto. Basado en distorsiones en el patrón de luz reflejada, el vehículo 600 puede determinar la distancia a los puntos en el objeto. El patrón de luz predeterminado puede comprender luz infrarroja, o luz de otra longitud de onda. Como otro ejemplo, la cámara 610 puede usar una técnica de escaneo láser en la que el vehículo 600 emite un láser y escanea a través de varios puntos en un objeto en el entorno. Mientras escanea el objeto, el vehículo 600 usa la cámara 610 para detectar un reflejo del láser fuera del objeto para cada punto. En función del tiempo que tarda el láser en reflejarse en el objeto en cada punto, el vehículo 600 puede determinar la distancia a los puntos en el objeto. Como otro ejemplo adicional, la cámara 610 puede usar una técnica de tiempo de vuelo en la que el vehículo 600 emite un pulso de luz y usa la cámara 610 para detectar un reflejo del pulso de luz de un objeto en varios puntos en el objeto. En particular, la cámara 610 puede incluir varios píxeles, y cada píxel puede detectar el reflejo del pulso de luz de un punto en el objeto. Basado en un período de tiempo que le toma al pulso de luz reflejarse en el objeto en cada punto, el vehículo 600 puede determinar la distancia a los puntos en el objeto. El pulso de luz puede ser un pulso láser. También son posibles otras técnicas de detección de alcance, incluidas la triangulación estéreo, la triangulación de lámina de luz, la interferometría y las técnicas de apertura codificada, entre otras. La cámara 610 también puede tomar otras formas.

En algunas modalidades, la cámara 610 puede incluir un soporte móvil y/o un actuador, como se describió anteriormente, que están configurados para ajustar la posición y/u orientación de la cámara 610 al mover la cámara 610 y/o el soporte móvil

Aunque se muestra que la cámara 610 está montada dentro de un parabrisas delantero del vehículo 600, en otras modalidades, la cámara 610 puede montarse en otro lugar del vehículo 600, ya sea dentro o fuera del vehículo 600.

El vehículo 600 puede incluir uno o más componentes adicionales además de o en lugar de los mostrados.

5

La Figura 7 es un diagrama de bloques simplificado de un vehículo ilustrativo 700, de acuerdo con una modalidad. El vehículo 700 puede, por ejemplo, ser similar al vehículo 600 descrito anteriormente con relación a la Figura 6. El vehículo 700 también puede tomar otras formas.

10

Como se muestra, el vehículo 700 incluye un sistema de propulsión 702, un sistema de sensor 704, un sistema de control 706, periféricos 708 y un sistema informático 710 que incluye un procesador 712, almacenamiento de datos 714 e instrucciones 716. En otras modalidades, el vehículo 700 puede incluir más, menos o diferentes sistemas, y cada sistema puede incluir más, menos o diferentes componentes. Adicionalmente, los sistemas y componentes mostrados pueden combinarse o dividirse de varias maneras.

15

El sistema de propulsión 702 puede configurarse para proporcionar movimiento motorizado para el vehículo 700. Como se muestra, el sistema de propulsión 702 incluye un motor/máquina 718, una fuente de energía 720, una transmisión 722 y ruedas/neumáticos 724.

20

El motor/máquina 718 puede ser o incluir cualquier combinación de un motor de combustión interna, un motor eléctrico, una máquina de vapor y un motor Stirling. Otros motores y máquinas también son posibles. En algunas modalidades, el sistema de propulsión 702 podría incluir múltiples tipos de motores y/o máquinas. Por ejemplo, un automóvil híbrido de gas y electricidad podría incluir un motor de gasolina y un motor eléctrico. Otros ejemplos son posibles.

25

La fuente de energía 720 puede ser una fuente de energía que alimenta el motor/máquina 718 total o parcialmente. Es decir, el motor/máquina 718 puede estar configurado para convertir la fuente de energía 720 en energía mecánica. Ejemplos de fuentes de energía 720 incluyen gasolina, diésel, propano, otros combustibles a base de gas comprimido, etanol, paneles solares, baterías y otras fuentes de energía eléctrica. La(s) fuente(s) de energía 720 podría(n) incluir adicional o alternativamente cualquier combinación de tanques de combustible, baterías, condensadores y/o volantes. En algunas modalidades, la fuente de energía 720 también puede proporcionar energía para otros sistemas del vehículo 700.

30

La transmisión 722 puede configurarse para transmitir potencia mecánica desde el motor/máquina 718 a las ruedas/neumáticos 724. Para este fin, la transmisión 722 puede incluir una caja de engranaje, embrague, diferencial, ejes de transmisión y/u otros elementos. En modalidades donde la transmisión 722 incluye ejes de transmisión, los ejes de transmisión podrían incluir uno o más ejes que están configurados para acoplarse a las ruedas/neumáticos 724.

35

Las ruedas/neumáticos 724 del vehículo 700 podrían configurarse en varios formatos, incluyendo un monociclo, bicicleta/motocicleta, triciclo o formato de cuatro ruedas para automóvil/camión. También son posibles otros formatos de ruedas/neumáticos, como los que incluyen seis o más ruedas. En cualquier caso, las ruedas/neumáticos 724 del vehículo 700 pueden configurarse para rotar diferencialmente con respecto a otras ruedas/neumáticos 724. En algunas modalidades, las ruedas/neumáticos 724 pueden incluir al menos una rueda que está fijamente unida a la transmisión 722 y al menos un neumático acoplado a una llanta de la rueda que podría hacer contacto con la superficie de conducción. Las ruedas/neumáticos 724 pueden incluir cualquier combinación de metal y caucho, o combinación de otros materiales.

40

45

El sistema de propulsión 702 puede incluir adicional o alternativamente componentes distintos de los mostrados.

El sistema de sensor 704 puede incluir varios sensores configurados para detectar información sobre un entorno en el que se encuentra el vehículo 700, así como uno o más actuadores 736 configurados para modificar una posición y/u orientación de los sensores. Como se muestra, los sensores del sistema de sensores incluyen un sistema de posicionamiento global (GPS) 726, una unidad de medición de inercia (IMU) 728, una unidad RADAR 730, un telémetro láser y/o unidad LIDAR 732, y una cámara 734. El sistema de sensor 704 también puede incluir sensores adicionales, que incluyen, por ejemplo, sensores que controlan los sistemas internos del vehículo 700 (por ejemplo, un monitor de O₂, un indicador de combustible, una temperatura del aceite del motor, etc.). Otros sensores son posibles también.

50

55

El GPS 726 puede ser cualquier sensor configurado para estimar una ubicación geográfica del vehículo 700. Para este fin, el GPS 726 puede incluir un transceptor configurado para estimar una posición del vehículo 700 con respecto a la Tierra. El GPS 726 también puede tomar otras formas.

60

La IMU 728 puede ser cualquier combinación de sensores configurados para detectar cambios de posición y orientación del vehículo 700 en función de la aceleración inercial. En algunas modalidades, la combinación de sensores puede incluir, por ejemplo, acelerómetros y giroscopios. También son posibles otras combinaciones de sensores.

65

La unidad RADAR 730 puede ser cualquier sensor configurado para detectar objetos en el entorno en el que se encuentra el vehículo 700 utilizando señales de radio. En algunas modalidades, además de detectar los objetos, la unidad RADAR 730 puede configurarse adicionalmente para detectar la velocidad y/o el rumbo de los objetos.

ES 2 749 698 T3

5 De manera similar, el telémetro láser o la unidad LIDAR 732 pueden ser cualquier sensor configurado para detectar objetos en el entorno en el que se encuentra el vehículo 700 utilizando láseres. En particular, el telémetro láser o la unidad LIDAR 732 pueden incluir una fuente láser y/o un escáner láser configurado para emitir un láser y un detector configurado para detectar reflejos del láser. El telémetro láser o LIDAR 732 puede configurarse para funcionar en un modo coherente (por ejemplo, utilizando detección heterodina) o incoherente.

10 La cámara 734 puede ser cualquier cámara (por ejemplo, una cámara fija, una cámara de video, etc.) configurada para capturar imágenes del entorno en el que se encuentra el vehículo 700. Para este fin, la cámara puede tomar cualquiera de las formas descritas anteriormente.

15 El sistema de sensor 704 puede incluir adicional o alternativamente componentes distintos de los mostrados.

20 El sistema de control 706 puede configurarse para controlar el funcionamiento del vehículo 700 y sus componentes. Para este fin, el sistema de control 706 puede incluir una unidad de dirección 738, un acelerador 740, una unidad de freno 742, un algoritmo de fusión del sensor 744, un sistema de visión por ordenador 746, un sistema de navegación o enrutamiento 748 y un sistema para evitar obstáculos 750.

25 La unidad de dirección 738 puede ser cualquier combinación de mecanismos configurados para ajustar el rumbo del vehículo 700.

30 El acelerador 740 puede ser cualquier combinación de mecanismos configurados para controlar la velocidad de funcionamiento del motor/máquina 718 y, a su vez, la velocidad del vehículo 700.

35 La unidad de freno 742 puede ser cualquier combinación de mecanismos configurados para desacelerar el vehículo 700. Por ejemplo, la unidad de freno 742 puede usar fricción para reducir la velocidad de las ruedas/neumáticos 724. Como otro ejemplo, la unidad de freno 742 puede convertir la energía cinética de las ruedas/neumáticos 724 en corriente eléctrica. La unidad de freno 742 también puede tomar otras formas.

40 El algoritmo de fusión del sensor 744 puede ser un algoritmo (o un producto de programa informático que almacena un algoritmo) configurado para aceptar datos del sistema de sensores 704 como entrada. Los datos pueden incluir, por ejemplo, datos que representan información detectada en los sensores del sistema de sensores 704. El algoritmo de fusión del sensor 744 puede incluir, por ejemplo, un filtro de Kalman, una red bayesiana u otro algoritmo. El algoritmo de fusión del sensor 744 puede configurarse además para proporcionar diversas evaluaciones basadas en los datos del sistema del sensor 704, que incluyen, por ejemplo, evaluaciones de objetos individuales y/o características en el entorno en el que se encuentra el vehículo 700, evaluaciones de situaciones particulares y/o evaluaciones de posibles impactos basados en situaciones particulares. Otras evaluaciones son posibles también.

45 El sistema de visión por ordenador 746 puede ser cualquier sistema configurado para procesar y analizar imágenes capturadas por la cámara 734 para identificar objetos y/o características en el entorno en el que se encuentra el vehículo 700, incluyendo, por ejemplo, señales de tráfico y obstáculos. Para este fin, el sistema de visión por ordenador 746 puede usar un algoritmo de reconocimiento de objetos, un algoritmo de estructura a partir de movimiento (SFM), seguimiento de video u otras técnicas de visión por ordenador. En algunas modalidades, el sistema de visión por ordenador 746 puede configurarse adicionalmente para mapear el entorno, rastrear objetos, estimar la velocidad de los objetos, etc.

50 El sistema de navegación y enrutamiento 748 puede ser cualquier sistema configurado para determinar una ruta de conducción para el vehículo 700. El sistema de navegación y enrutamiento 748 puede configurarse adicionalmente para actualizar la ruta de conducción dinámicamente mientras el vehículo 700 está en funcionamiento. En algunas modalidades, el sistema de navegación y enrutamiento 748 puede configurarse para incorporar datos del algoritmo de fusión del sensor 744, el GPS 726 y uno o más mapas predeterminados para determinar la ruta de conducción para el vehículo 700.

55 El sistema para evitar obstáculos 750 puede ser cualquier sistema configurado para identificar, evaluar y evitar o de otra manera gestionar obstáculos en el entorno en el que se encuentra el vehículo 700.

60 El sistema de control 706 puede incluir adicional o alternativamente componentes distintos de los mostrados.

65 Los periféricos 708 pueden configurarse para permitir que el vehículo 700 interactúe con sensores externos, otros vehículos y/o un usuario. Para este fin, los periféricos 708 pueden incluir, por ejemplo, un sistema de comunicación inalámbrica 752, una pantalla táctil 754, un micrófono 756 y/o un altavoz 758.

El sistema de comunicación inalámbrica 752 puede adoptar cualquiera de las formas descritas anteriormente.

La pantalla táctil 754 puede ser utilizada por un usuario para ingresar comandos al vehículo 700. Para este fin, la pantalla táctil 754 puede configurarse para detectar al menos una posición y un movimiento del dedo de un usuario mediante detección capacitiva, detección de resistencia o un proceso de onda acústica de superficie, entre otras posibilidades. La pantalla táctil 754 puede ser capaz de detectar el movimiento del dedo en una dirección paralela o plana a la superficie

de la pantalla táctil, en una dirección normal a la superficie de la pantalla táctil, o ambas, y también puede ser capaz de detectar un nivel de presión aplicado a la superficie de la pantalla táctil. La pantalla táctil 754 puede estar formada por una o más capas aislantes translúcidas o transparentes y una o más capas conductoras translúcidas o transparentes. La pantalla táctil 754 también puede tomar otras formas.

5

El micrófono 756 puede configurarse para recibir audio (por ejemplo, un comando de voz u otra entrada de audio) de un usuario del vehículo 700. De manera similar, los altavoces 758 pueden configurarse para emitir audio al usuario del vehículo 700.

10

Los periféricos 708 pueden incluir adicional o alternativamente componentes distintos de los mostrados.

El sistema informático 710 puede configurarse para transmitir datos y recibir datos de uno o más del sistema de propulsión 702, del sistema de sensor 704, del sistema de control 706 y de los periféricos 708. Con este fin, el sistema informático 710 puede estar conectado comunicativamente a uno o más del sistema de propulsión 702, del sistema de sensor 704, del sistema de control 706 y de los periféricos 708 mediante un bus del sistema, una red y/u otro mecanismo de conexión (no mostrado).

15

El sistema informático 710 puede configurarse adicionalmente para interactuar y controlar uno o más componentes del sistema de propulsión 702, del sistema de sensor 704, del sistema de control 706 y/o de los periféricos 708. Por ejemplo, el sistema informático 710 puede configurarse para controlar el funcionamiento de la transmisión 722 para mejorar la eficiencia del combustible. Como otro ejemplo, el sistema informático 710 puede configurarse para hacer que la cámara 734 capture imágenes del entorno. Como otro ejemplo adicional, el sistema informático 710 puede configurarse para almacenar y ejecutar instrucciones correspondientes al algoritmo de fusión del sensor 744. Como otro ejemplo adicional, el sistema informático 710 puede configurarse para almacenar y ejecutar instrucciones para mostrar una pantalla en la pantalla táctil 754. Otros ejemplos son posibles también.

20

25

Como se muestra, el sistema informático 710 incluye el procesador 712 y el almacenamiento de datos 714. El procesador 712 puede comprender uno o más procesadores de propósito general y/o uno o más procesadores de propósito especial. En la medida en que el procesador 712 incluye más de un procesador, dichos procesadores podrían funcionar por separado o en combinación. El almacenamiento de datos 714, a su vez, puede comprender uno o más componentes de almacenamiento volátiles y/o uno o más no volátiles, tal como el almacenamiento óptico, magnético y/u orgánico, y el almacenamiento de datos 714 puede integrarse total o parcialmente con el procesador 712.

30

En algunas modalidades, el almacenamiento de datos 714 puede contener instrucciones 716 (por ejemplo, lógica de programa) ejecutables por el procesador 712 para ejecutar diversas funciones del vehículo, incluidas las descritas anteriormente con relación a la Figura 1. Además, el almacenamiento de datos 714 puede contener restricciones 762 para el vehículo 700, que pueden adoptar cualquiera de las formas descritas anteriormente. El almacenamiento de datos 714 también puede contener instrucciones adicionales, incluyendo instrucciones para transmitir datos a, recibir datos de, interactuar con, y/o controlar uno o más del sistema de propulsión 702, del sistema de sensor 704, del sistema de control 706 y de los periféricos 708.

35

40

El sistema informático 702 puede incluir adicional o alternativamente componentes distintos de los mostrados.

Como se muestra, el vehículo 700 incluye además una fuente de alimentación 760, que puede configurarse para proporcionar energía a algunos o todos los componentes del vehículo 700. Para este fin, la fuente de alimentación 760 puede incluir, por ejemplo, una batería recargable de iones de litio o de ácido-plomo. En algunas modalidades, uno o más bancos de baterías podrían configurarse para proporcionar energía eléctrica. También son posibles otros materiales y configuraciones de fuentes de alimentación. En algunas modalidades, la fuente de alimentación 760 y la fuente de energía 720 pueden implementarse juntas, como en algunos automóviles totalmente eléctricos.

45

50

En algunas modalidades, uno o más del sistema de propulsión 702, del sistema de sensor 704, del sistema de control 706 y de los periféricos 708 podrían configurarse para trabajar de manera interconectada con otros componentes dentro y/o fuera de sus respectivos sistemas.

55

Además, el vehículo 700 puede incluir uno o más elementos además de o en lugar de los mostrados. Por ejemplo, el vehículo 700 puede incluir una o más interfaces y/o fuentes de alimentación adicionales. Otros componentes adicionales son posibles también. En tales modalidades, el almacenamiento de datos 714 puede incluir además instrucciones ejecutables por el procesador 712 para controlar y/o comunicarse con los componentes adicionales.

60

Adicionalmente, aunque se muestra que cada uno de los componentes y sistemas están integrados en el vehículo 700, en algunas modalidades, uno o más componentes o sistemas pueden estar montados de manera desmontable o conectados de otra manera (mecánica o eléctricamente) al vehículo 700 usando conexiones alámbricas o inalámbricas.

El vehículo 700 también puede tomar otras formas.

65

En algunas modalidades, los métodos descritos pueden implementarse como instrucciones de programa informático codificadas en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio en un formato legible por máquina, o en

otros medios o artículos de fabricación no transitorios. La Figura 8 es un esquema que ilustra una vista parcial conceptual de un producto de programa informático ilustrativo 800 que incluye un programa informático para ejecutar un proceso informático en un dispositivo informático, dispuesto de acuerdo con al menos algunas modalidades presentadas en la presente descripción.

5

En una modalidad, el producto de programa informático ilustrativo 800 se proporciona usando un medio portador de señal 802. El medio portador de señal 802 puede incluir una o más instrucciones de programación 804 que, cuando son ejecutadas por uno o más procesadores, pueden proporcionar funcionalidad o partes de la funcionalidad descrita anteriormente con respecto a las Figuras 1-5B.

10

En algunas modalidades, el medio portador de señal 802 puede abarcar un medio 806 legible por ordenador, tal como, pero sin limitarse a, una unidad de disco duro, un disco compacto (CD), un disco de video digital (DVD), una cinta digital, memoria, etc. Además, en algunas modalidades, el medio portador de señal 802 puede abarcar un medio grabable por ordenador 808, tal como, pero sin limitarse a, memoria, CD de lectura/escritura (R/W), DVD R/W, etc. Adicionalmente, en algunas modalidades, el medio portador de señal 802 puede abarcar un medio de comunicaciones 810, tal como, pero sin limitarse a, un medio de comunicación digital y/o analógico (por ejemplo, un cable de fibra óptica, una guía de onda, un enlace de comunicaciones por cable, un enlace de comunicación inalámbrica, etc.). Así, por ejemplo, el medio portador de señal 802 puede ser transportado por una forma inalámbrica del medio de comunicaciones 810.

15

20

La una o más instrucciones de programación 804 pueden ser, por ejemplo, instrucciones ejecutables por ordenador y/o implementadas lógicamente. En algunos ejemplos, un dispositivo informático (por ejemplo, el sistema informático 710 de la Figura 7) puede configurarse para proporcionar diversas operaciones, funciones o acciones en respuesta a las instrucciones de programación 804 que transmiten al dispositivo informático uno o más del medio legible por ordenador 806, del medio grabable por ordenador 808 y/o del medio de comunicaciones 810.

25

El medio legible por ordenador no transitorio también puede distribuirse entre múltiples elementos de almacenamiento de datos, que podrían ubicarse de forma remota entre sí.

30

En algunas modalidades, el dispositivo informático que ejecuta algunas o todas las instrucciones de programación 804 podría ser un vehículo, tal como el vehículo 700 ilustrado en la Figura 7. También son posibles otros dispositivos informáticos.

35

Aunque los diversos aspectos y modalidades se han descrito en la presente descripción, otros aspectos y modalidades resultarán evidentes para los expertos en la técnica. Los diversos aspectos y modalidades descritas en la presente descripción son para propósitos de ilustración, con el verdadero alcance indicado por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método implementado por un ordenador que comprende:
 5 hacer que un sensor en un vehículo autónomo detecte información sobre un entorno en un primer campo de visión (314, 410, 514), en donde una parte del entorno está bloqueada en el primer campo de visión;
 determinar un campo de visión deseado (316, 516) en el que la parte del entorno no está bloqueada;
 basado en el campo de visión deseado y un conjunto de restricciones (200) para el vehículo, determinar un segundo
 10 campo de visión (318, 412, 518) en el que la parte del entorno está menos bloqueada que en el primer campo de
 visión, en donde el conjunto de restricciones comprende al menos una de las restricciones basadas en las leyes
 de tránsito y las restricciones basadas en la comodidad del pasajero; y
 modificar una posición del vehículo, haciendo de esta manera que el sensor detecte información en el segundo
 campo de visión.
2. El método de la reivindicación 1, en donde determinar el campo de visión deseado comprende:
 15 detectar un obstáculo en el primer campo de visión; y
 en respuesta a la detección del obstáculo, determinar el campo de visión deseado.
3. El método de la reivindicación 1, en donde determinar el campo de visión deseado comprende:
 20 estimar una ubicación del vehículo;
 detectar que la ubicación del vehículo está cerca de una ubicación predeterminada;
 en respuesta a la detección de que la ubicación del vehículo está cerca de la ubicación predeterminada, determinar
 el campo de visión deseado.
4. El método de la reivindicación 1, en donde modificar la posición del vehículo comprende modificar al menos una
 25 de una velocidad del vehículo y una aceleración del vehículo.
5. El método de la reivindicación 1, en donde cada restricción en el conjunto de restricciones está asociada con una
 ponderación respectiva de acuerdo con la importancia de adherirse a la restricción.
6. El método de la reivindicación 1 que comprende, además:
 30 determinar un campo de visión solicitado para un sensor externo, en donde el sensor externo está físicamente
 separado del vehículo;
 enviar al sensor externo una solicitud para el campo de visión solicitado; y
 recibir del sensor externo información detectada por el sensor externo en el campo de visión solicitado.
7. El método de la reivindicación 1, en donde el segundo campo de visión es diferente del campo de visión deseado.
8. El método de la reivindicación 1, en donde hacer que el sensor detecte información en el segundo campo de visión
 40 comprende además modificar al menos una de una posición y una orientación del sensor.
9. Un vehículo autónomo (302, 402, 502, 600, 700) que comprende:
 un sensor (308, 408, 508, 602-606, 704);
 al menos un procesador (712); y
 45 almacenamiento de datos (714) que comprende:
 instrucciones ejecutables por al menos un procesador para:
 (a) hacer que el sensor detecte información sobre un entorno en un primer campo de visión (314, 410, 514), en
 donde una parte del entorno está bloqueada en el primer campo de visión;
 (b) determinar un campo de visión deseado (316, 516) en el que la parte del entorno no está bloqueada;
 (c) basado en el campo de visión deseado y un conjunto de restricciones (200) para el vehículo, determinar un
 50 segundo campo de visión (318, 412, 518) en el que la porción del entorno esté menos bloqueada que en el primer
 campo de visión, en donde el conjunto de restricciones comprende al menos una de las restricciones basadas en
 las leyes de tránsito y las restricciones basadas en la comodidad del pasajero; y
 (d) modificar una posición del vehículo, haciendo de esta manera que el sensor detecte información en el segundo
 campo de visión.
10. El vehículo autónomo de la reivindicación 9, que comprende además un sensor de ubicación, en donde determinar
 55 el campo de visión deseado comprende:
 hacer que el sensor de ubicación calcule la ubicación del vehículo;
 detectar que la ubicación del vehículo está cerca de una ubicación predeterminada; y
 en respuesta a la detección de que la ubicación del vehículo está cerca de la ubicación predeterminada, determinar
 60 el campo de visión deseado.
11. El vehículo autónomo de la reivindicación 9, que comprende, además:
 un sistema de control del vehículo configurado para modificar la posición del vehículo, y/o

un actuador configurado para modificar al menos una de una posición y una orientación del sensor, en donde hacer que el sensor detecte información en el segundo campo de visión comprende además modificar al menos una de una posición y una orientación del sensor.

- 5 12. El vehículo autónomo de la reivindicación 9, que comprende, además:
una interfaz de sensor externo, en donde las instrucciones son ejecutables por el procesador para:
(i) determinar un campo de visión solicitado para un sensor externo, en donde el sensor externo está físicamente
separado del vehículo,
10 (ii) hacer que la interfaz del sensor externo envíe al sensor externo una solicitud para el campo de visión solicitado,
y
(iii) recibir a través de la interfaz del sensor externo información detectada por el sensor externo en el campo de
visión solicitado.
- 15 13. El vehículo autónomo de la reivindicación 9, en donde el sensor comprende al menos uno de un sensor de radar,
un sensor láser, un sensor de sonda y una cámara.
- 20 14. Un medio legible por ordenador no transitorio (806) que ha almacenado en él instrucciones ejecutables por un
dispositivo informático para hacer que el dispositivo informático lleve a cabo el método reivindicado en cualquiera
de las reivindicaciones 1 a 8.

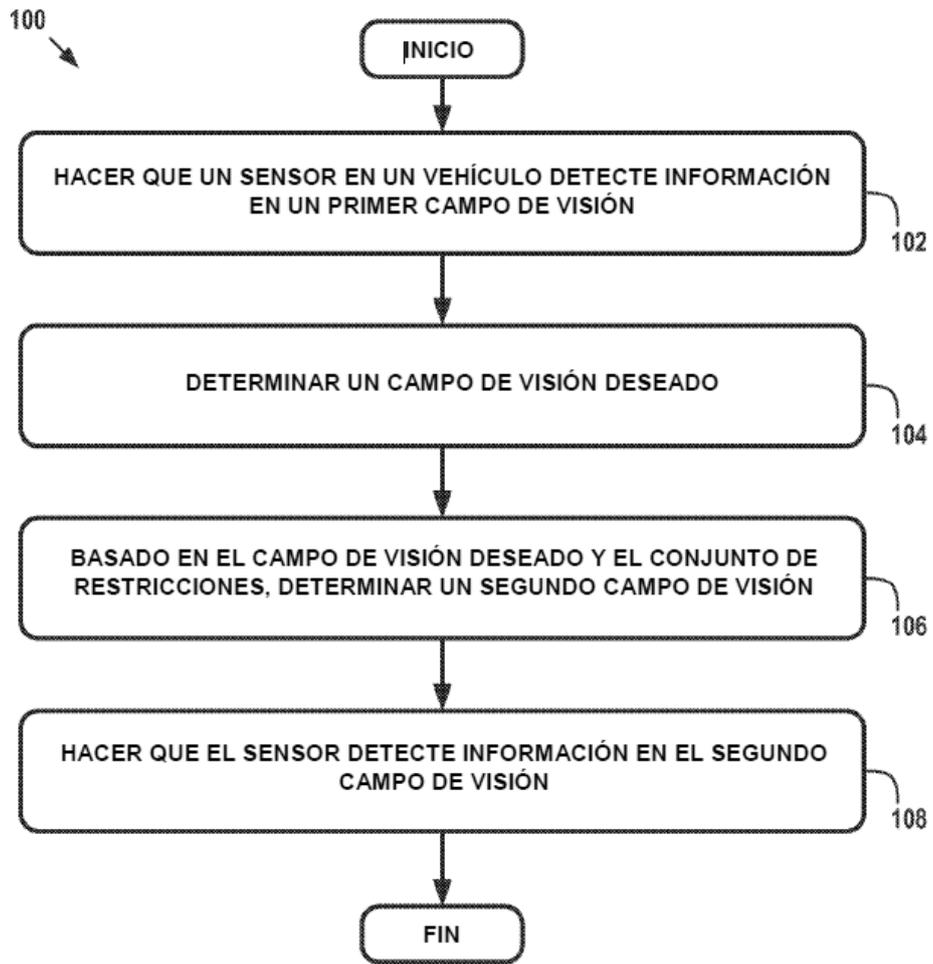


FIG. 1

200 →

RESTRICCIÓN	VALOR	PONDERACIÓN
Velocidad	35 – 45 MPH	100
Proximidad a cruce peatonal	> 6 IN	65
Proximidad a otro automóvil	> 18IN	80
Desaceleración	< 4.8 FT / S ²	20

202

204

FIG. 2

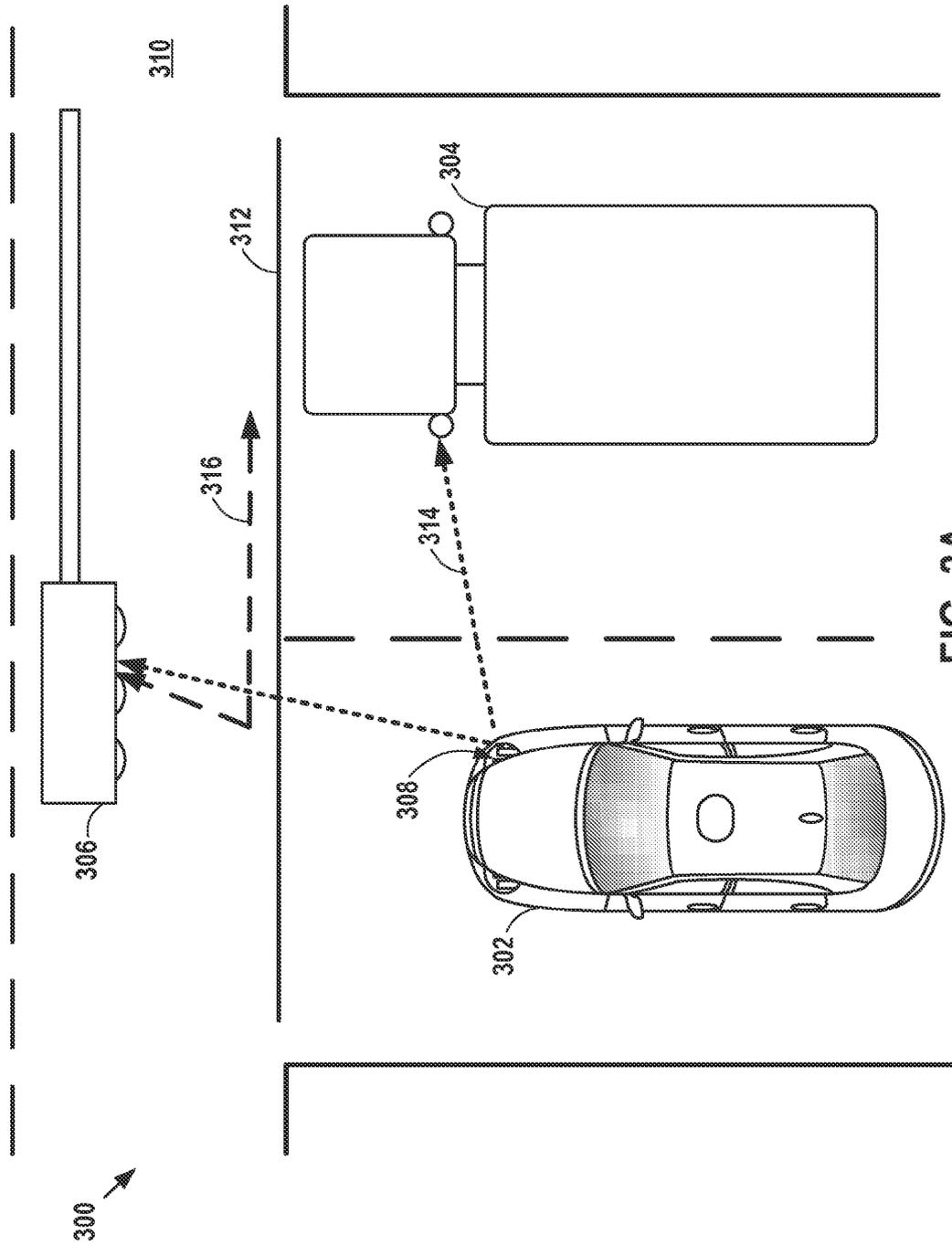
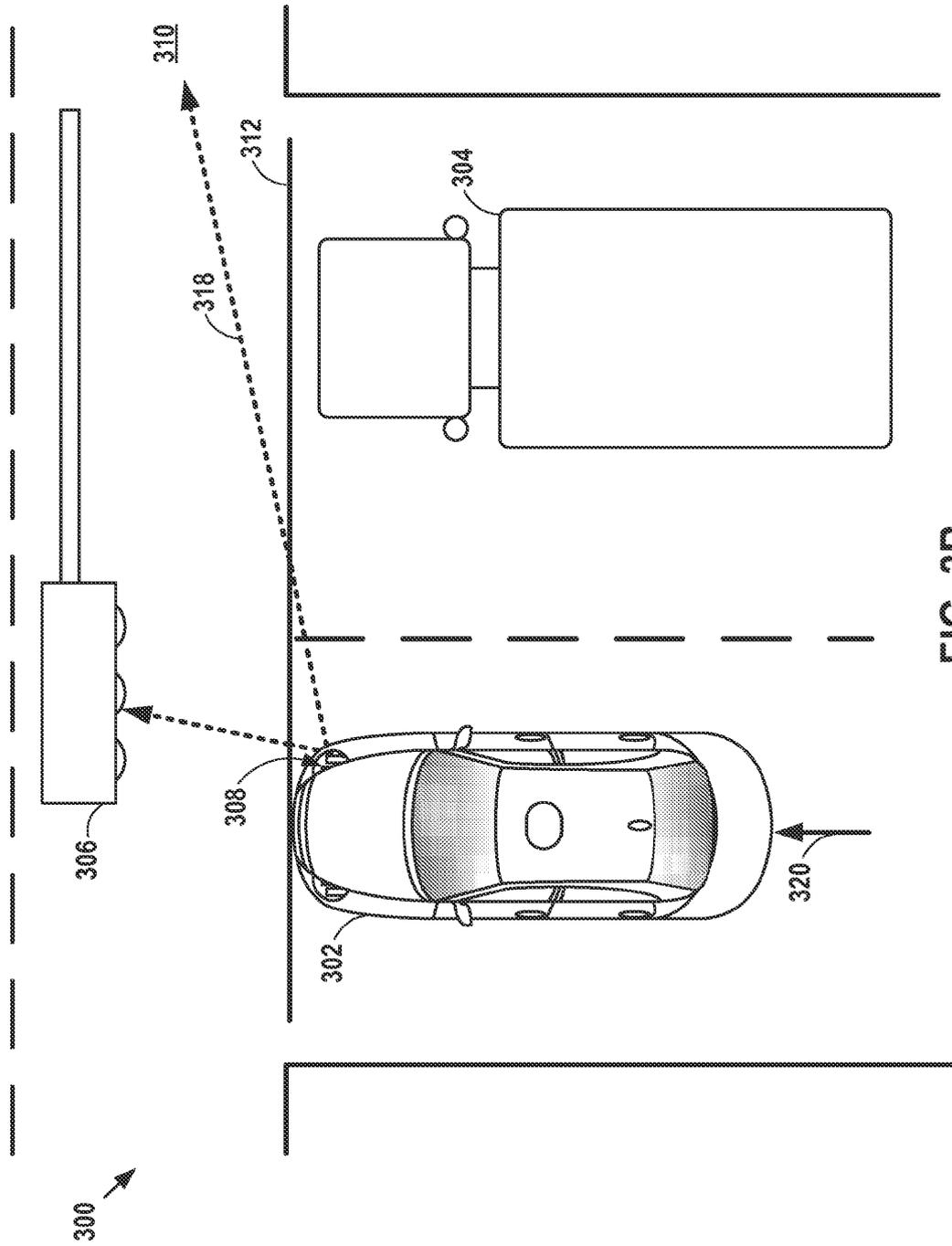


FIG. 3A



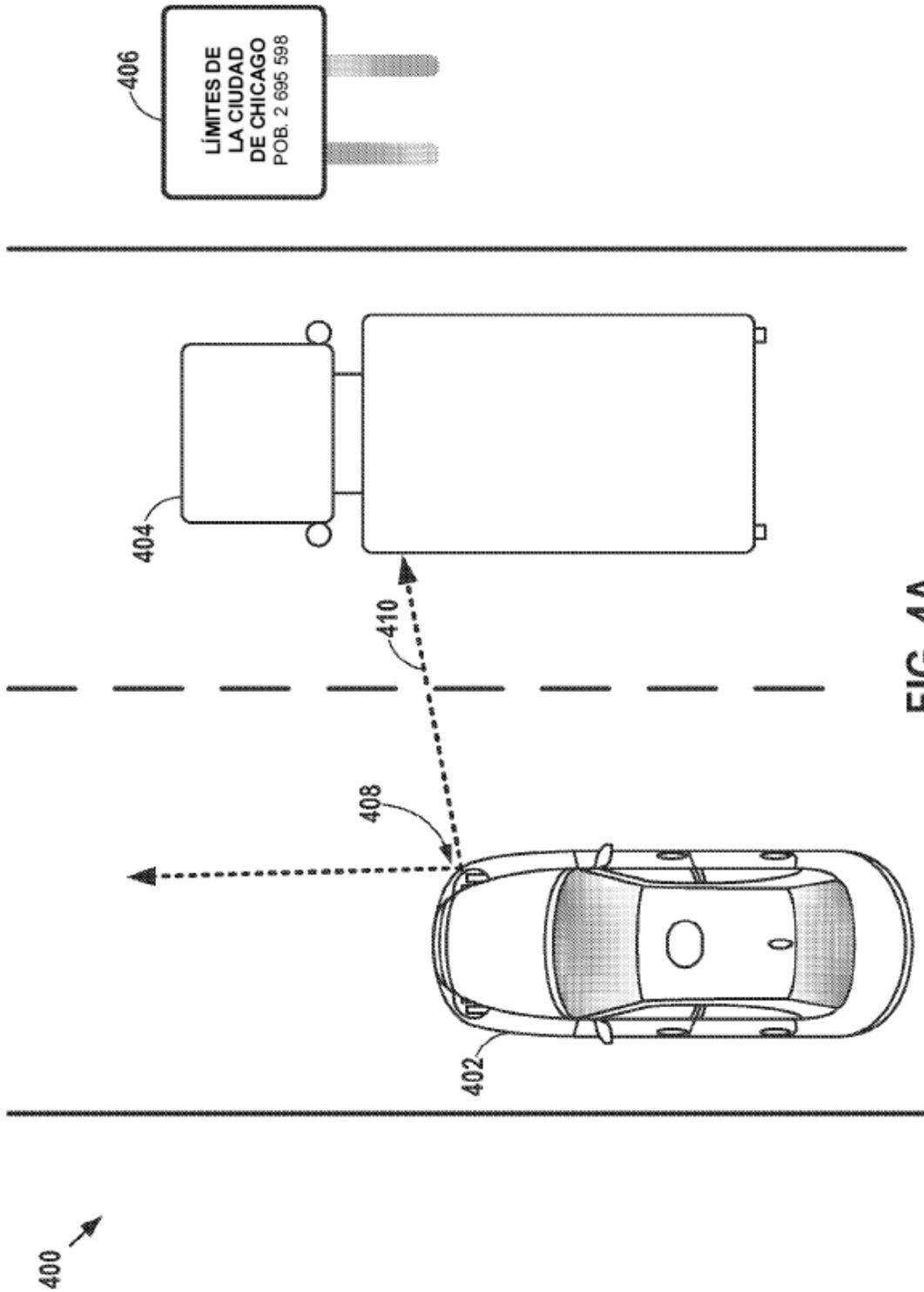


FIG. 4A

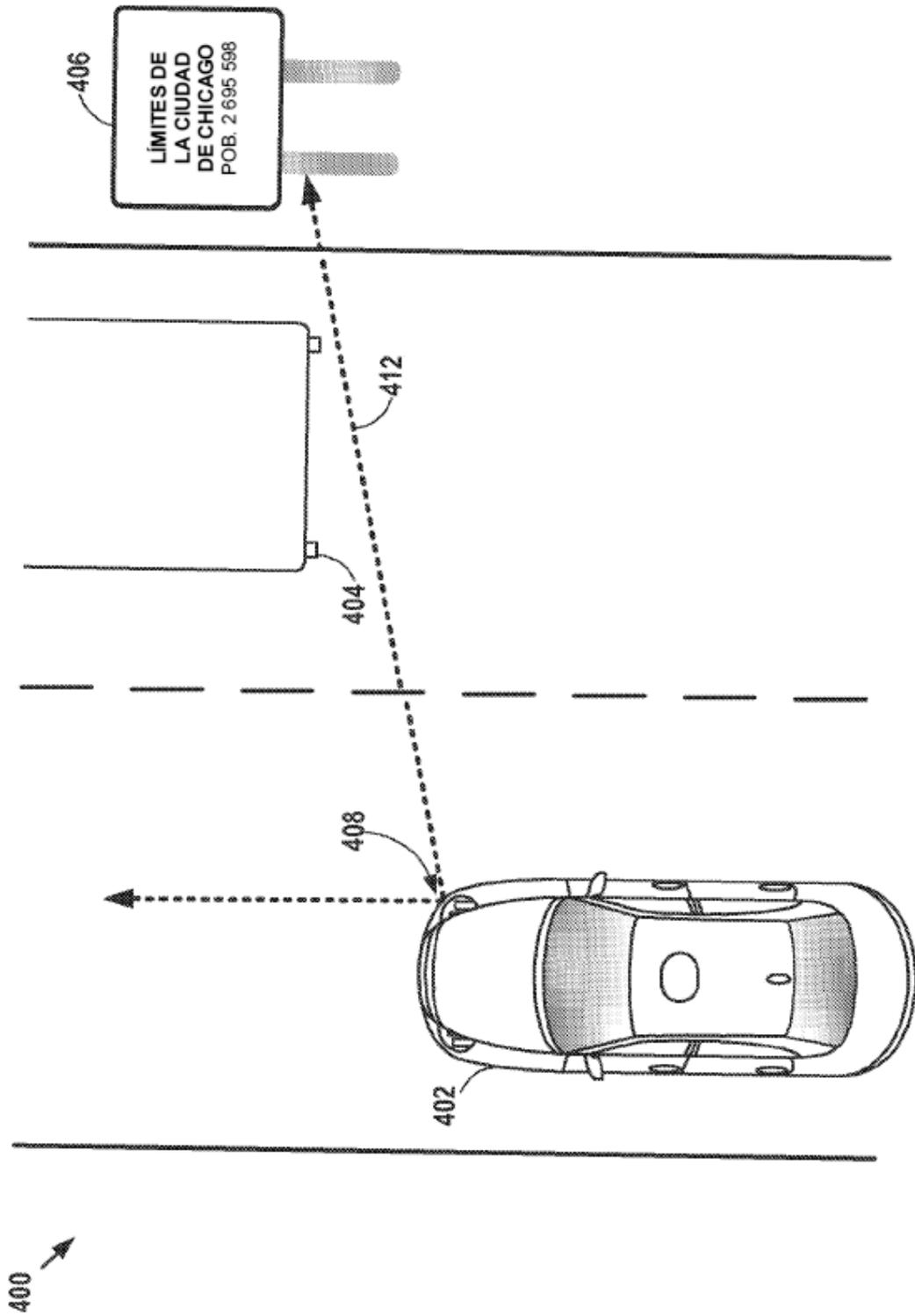


FIG. 4B

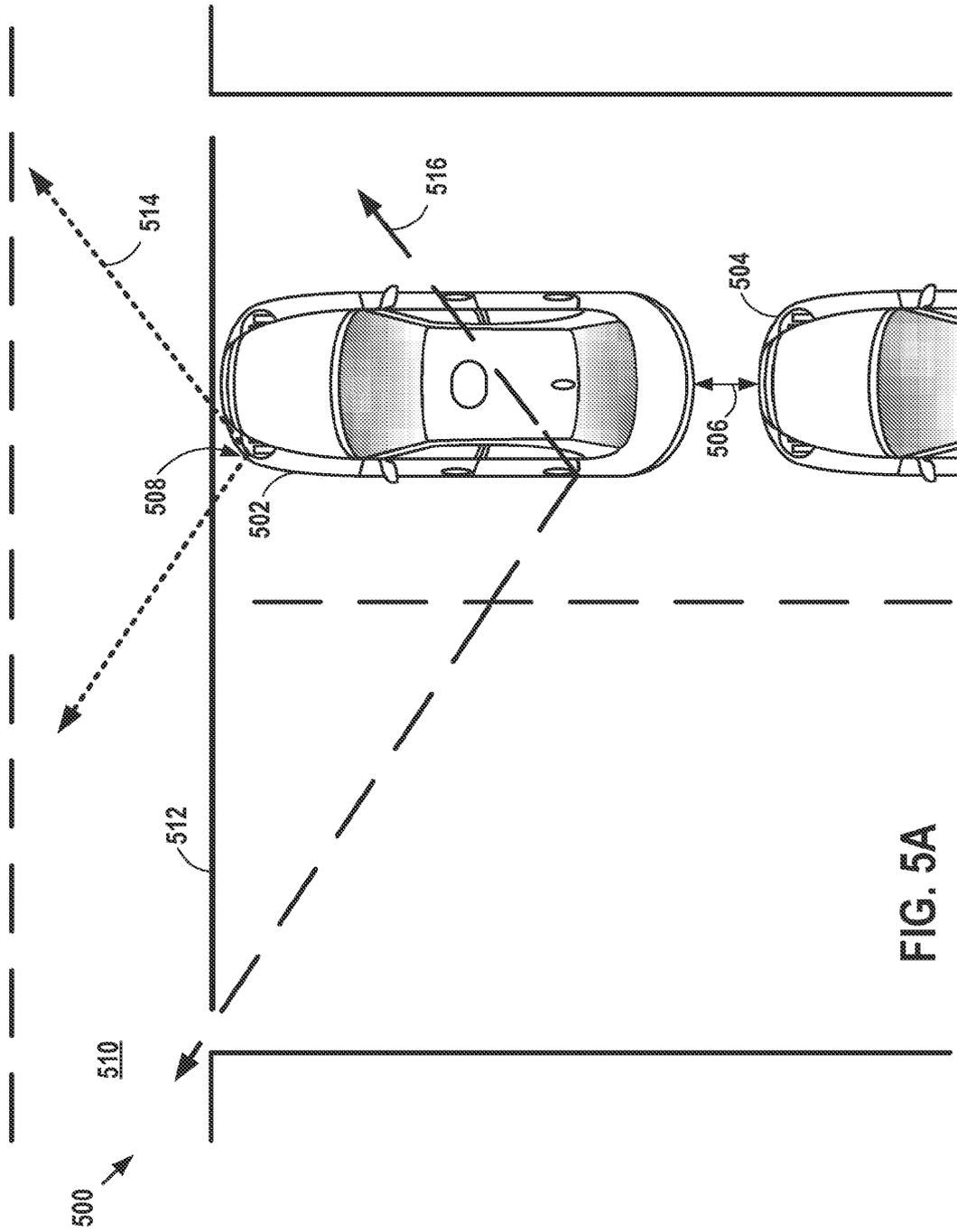


FIG. 5A

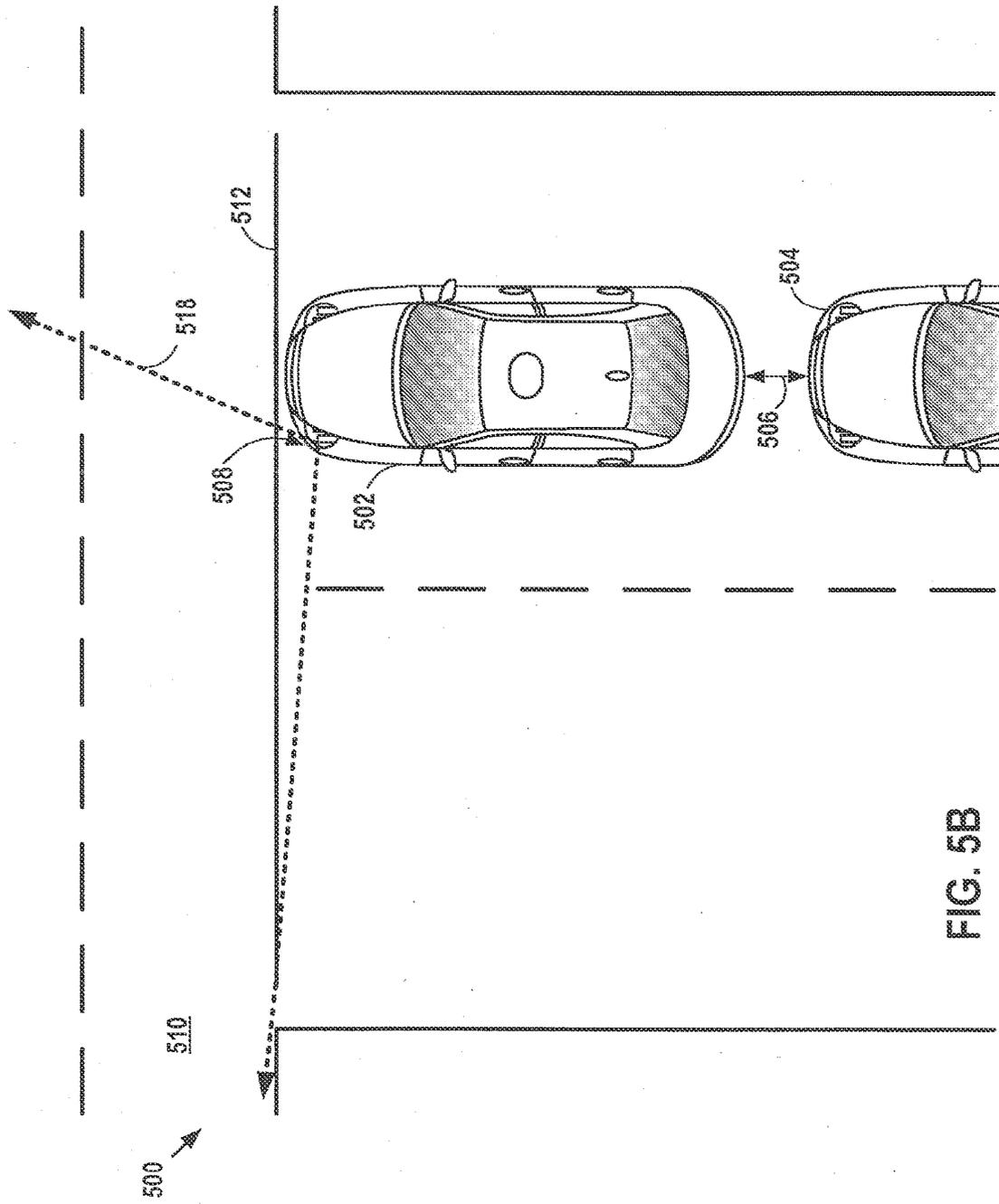
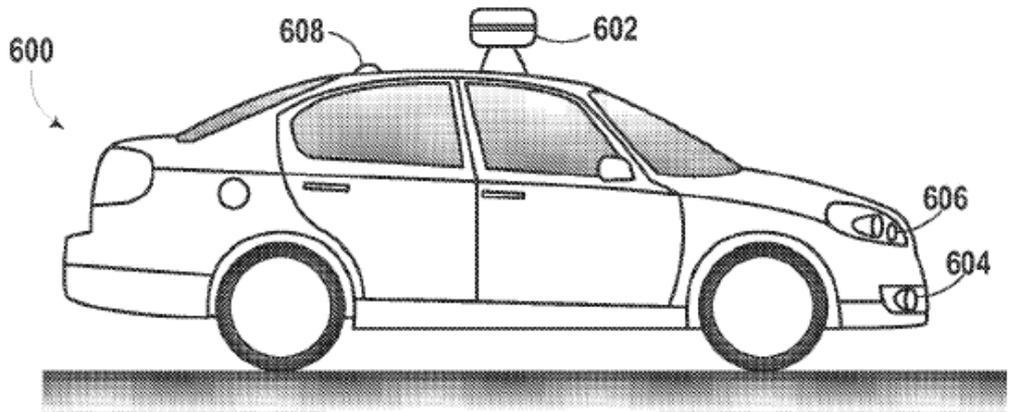
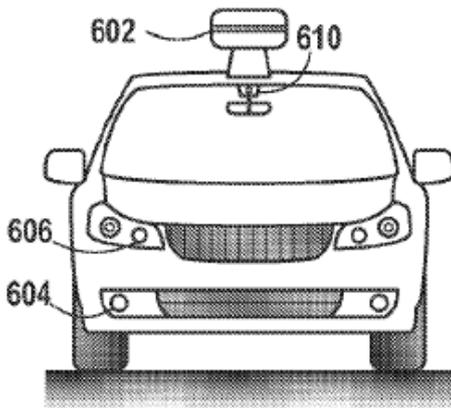


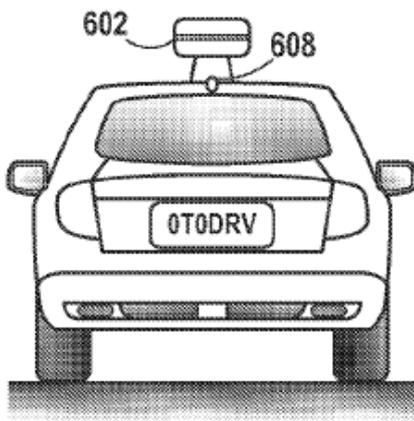
FIG. 5B



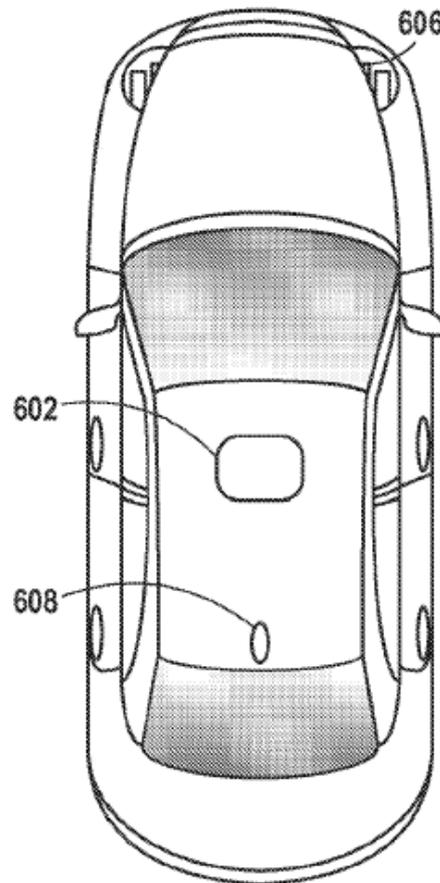
Vista lateral derecha



Vista frontal



Vista posterior



Vista superior

FIG. 6

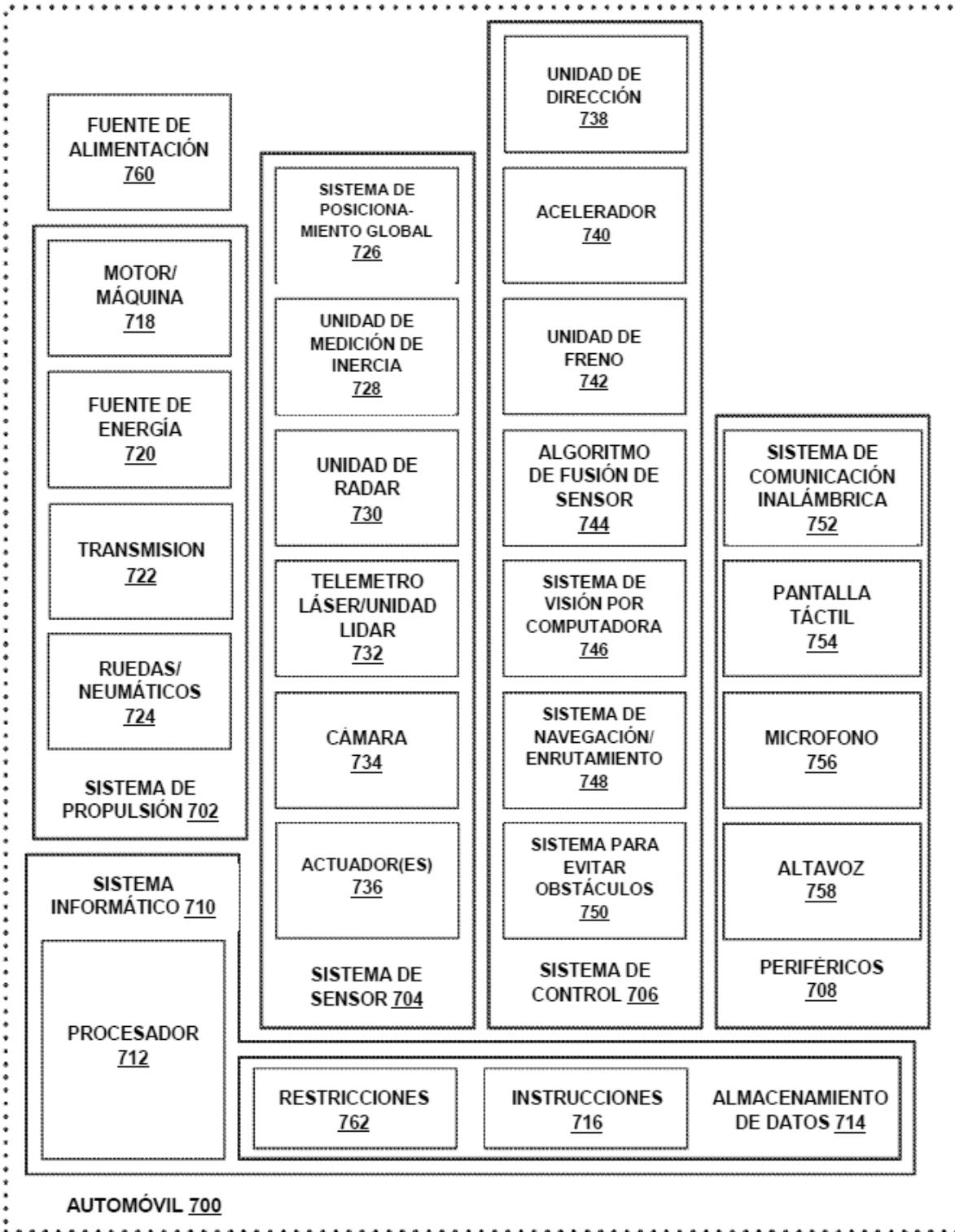


FIG. 7

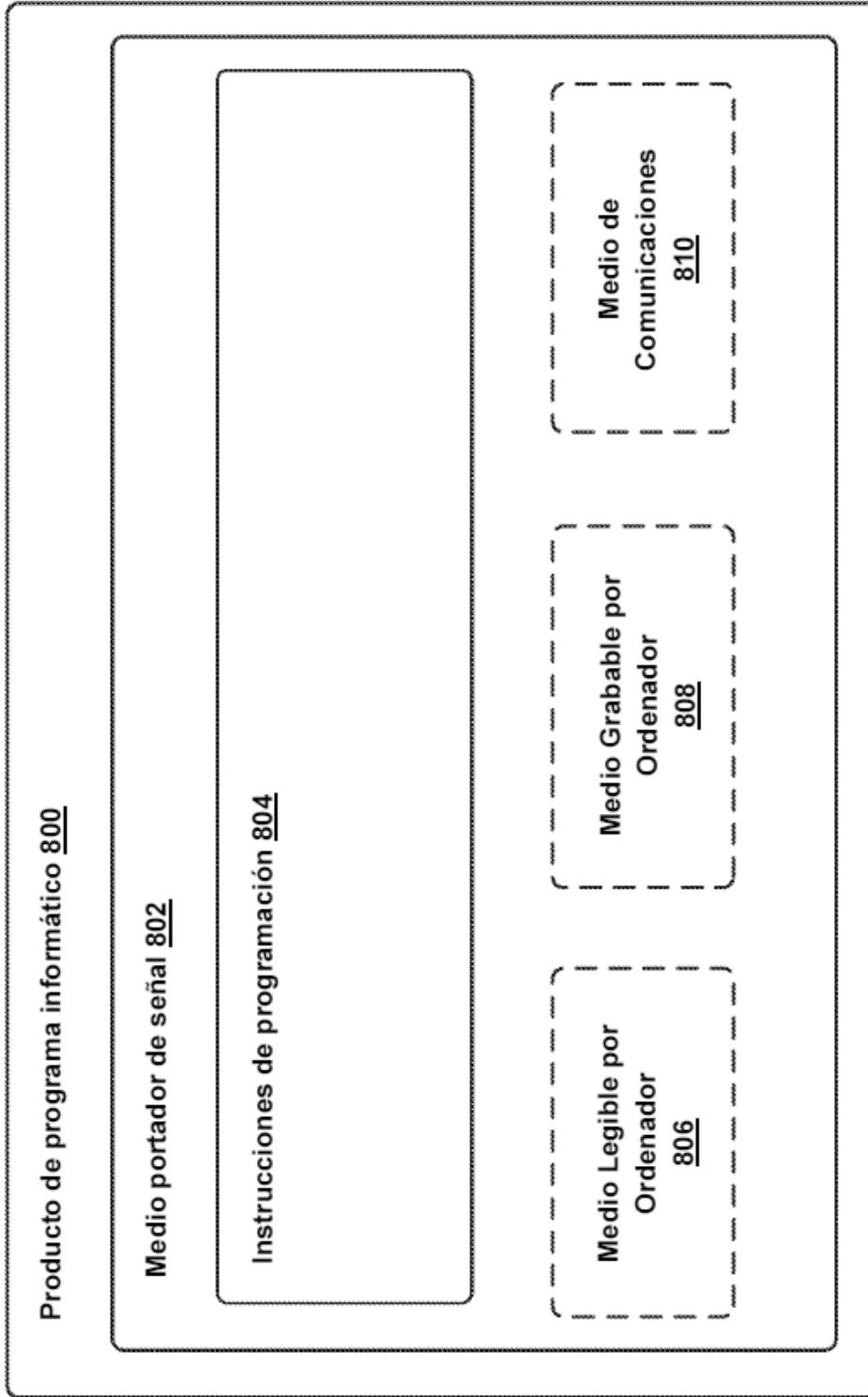


FIG. 8