

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 964 419**

51 Int. Cl.:

G08G 1/0967 (2006.01)

G08G 1/0968 (2006.01)

G08G 1/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.05.2021 PCT/EP2021/063811**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.12.2021 WO21249755**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.05.2021 E 21728530 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2023 EP 4133470**

54 Título: **Método para regular un flujo de tráfico en una rotonda**

30 Prioridad:

10.06.2020 DE 102020115431

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

05.04.2024

73 Titular/es:

**AUDI AG (100.0%)
Auto-Union-Str. 1
85045 Ingolstadt, DE**

72 Inventor/es:

RAINER, JULIA

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 964 419 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para regular un flujo de tráfico en una rotonda

5

[0001] La invención se refiere a un método para regular un flujo de tráfico en una rotonda. Además, la invención se refiere a una unidad de carretera (*Road-Side-Unit*), que está configurada según la invención como unidad de control de tráfico.

10

[0002] Una comunicación directa V2X (inglés: *Vehicle to everything*), aplicaciones y métodos actuales que están destinados a abarcar situaciones más complejas con múltiples usuarios de la vía pública solo abarcan una parte de los mecanismos de tráfico necesarios, como, por ejemplo, "Do Not Pass Warning DNPW" o "Emergency Vehicle Warning" ("Advertencia de no pasar" o "Advertencia para vehículos de emergencia"). Para que la conducción interconectada y automatizada se pueda implementar de forma segura, se deben abarcar todos los escenarios de tráfico. Dado que en el futuro los vehículos interconectados y automatizados tendrán que circular por las rotondas con la misma fluidez y/o podrán circular por las rotondas de manera más eficiente, es necesario desarrollar un método que abarque este campo. En el caso de V2X existe la comunicación V2I (vehículo a infraestructura), donde los vehículos se comunican directamente con los elementos de la infraestructura. En el caso de dichas comunicaciones, las unidades RSUs (inglés: *Road-Side-Units*) un desempeñan un papel importante y pueden servir, por ejemplo, como semáforos virtuales y/o distribuidores de información. Estas RSUs reciben información a través de la red de los usuarios de la vía pública dentro del alcance y distribuyen la información relevante a los usuarios de la vía pública afectados, como, por ejemplo, información sobre atascos a los usuarios de la vía pública que se acercan a un atasco.

15

20

25

[0003] Por lo tanto, por ejemplo, de la DE 10 2017 201 048 A1 se conoce un método para regular el flujo de tráfico en una rotonda, donde el tiempo de entrada se determina mediante la evaluación de datos de sensores y la comunicación entre vehículos autónomos.

30

[0004] De la US 2019 215 668 A1 se conoce un sistema de asistencia para vehículos autónomos, donde los vehículos autónomos reciben datos de asistencia de sensores de una infraestructura en el área de una rotonda.

35

[0005] De la WO 2019 233 593 A1 se conoce un sistema para controlar vehículos autónomos, donde los vehículos que se encuentran en el área de una rotonda se comunican con un servidor, que calcula una entrada a la rotonda y la envía a los vehículos.

40

[0006] De la DE 10 2019 210 218 A1 se conoce un método para controlar un flujo de tráfico en una rotonda, en el que la entrada de un vehículo Ego en la rotonda se regula en función de la información de tráfico de varios usuarios de la vía pública, de manera que se pueda reducir la necesidad de reducir la rotonda cuando el vehículo Ego entra en la rotonda.

45

[0007] De la DE 10 2015 219 467 A1 se conoce un método para el funcionamiento de un servidor central, que permite una gestión central de tarjetas de control que contienen normas de tráfico.

50

[0008] La invención se basa en el objeto de gestionar los recursos de una rotonda para dirigir con fluidez un flujo de tráfico de los usuarios de la vía pública por la rotonda.

55

[0009] El objeto lo resuelven los sujetos de las reivindicaciones independientes. Las formas de realización ventajosas de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes, en la siguiente descripción y en las figuras.

60

[0010] La unidad de control de tráfico recibe mensajes de los usuarios de la vía pública, que se pueden utilizar para determinar los datos de ruta de los usuarios de la vía pública para su circulación por la rotonda. Cuando un usuario de la vía pública circula hacia la rotonda, puede compartir datos sobre su posición actual y/o su destino con la unidad de control de tráfico, de modo que la unidad de control de tráfico pueda determinar una ruta para el usuario de la vía pública que esté optimizada según un criterio de optimización predeterminado (longitud del recorrido, tiempo, economía), en la que el usuario de la vía puede circular por la rotonda desde una entrada con vehículo o entrada a pie hasta una salida con vehículo específica de la rotonda. Los datos de ruta se pueden calcular, por ejemplo, mediante un algoritmo, que se implementa en la unidad de control de tráfico y que se puede tomar del estado de la técnica en materia de optimización del flujo de tráfico.

65

[0011] La invención proporciona un método para regular el flujo de tráfico en una rotonda de varios carriles. El flujo de tráfico de los usuarios de la vía pública en la rotonda se regula mediante una unidad de control de tráfico. En otras palabras, los recursos de la rotonda son gestionados por la unidad de control de tráfico. Los recursos comprenden una ruta de un vehículo en la rotonda y/o un carril de circulación por el que se puede guiar a los usuarios de la vía pública. Los recursos comprenden la capacidad de rendimiento de la rotonda (usuarios de la vía pública por minuto). Los usuarios de la vía pública pueden circular hacia la rotonda y, de este modo, conectarse a la unidad de control de tráfico a través de una red que permite una comunicación entre los usuarios

de la vía pública y la unidad de control de tráfico. La comunicación puede realizarse mediante mensajes que pueden ser generados por los usuarios de la vía pública y/o la unidad de control de tráfico. En otras palabras, los mensajes se pueden intercambiar en la red entre los usuarios de la vía pública y la unidad de control de tráfico para controlar el flujo de tráfico o los usuarios de la vía pública por la rotonda. Para entrar con un vehículo, un usuario de la vía pública envía un mensaje predeterminado con una solicitud a la unidad de control de tráfico. El mensaje puede incluir una solicitud que puede enviarse a través de la red a la unidad de control de tráfico para disponer o solicitar los recursos de la rotonda.

[0012] La red puede ser, por ejemplo, una red V2X (inglés: *vehicle-to-everything*) y/o una red V2I (vehículo a infraestructura) y/o una red de comunicación *ad hoc* general, que son ejemplos preferidos. Generalmente es una red de comunicación por radio. La unidad de control de tráfico puede ser, por ejemplo, una unidad de carretera, RSU, que sirve como gestor de recursos en la rotonda. La RSU puede tener una visión general de la rotonda, por ejemplo, mediante soporte de cámaras o, en general, mediante al menos un sensor local (por ejemplo, un sensor de radar, un sensor LIDAR o un sensor de infrarrojos), que puede ser proporcionado por uno de los usuarios de la vía pública y/o puede instalarse permanentemente en la rotonda. Los mensajes pueden representar en cada caso, por ejemplo, la solicitud descrita y/o una posición y/o ruta actual(es) de un vehículo. Los usuarios de la vía pública también pueden generar repetidamente mensajes con una posición y/o ruta mientras se encuentran en la rotonda. Por lo tanto, los mensajes pueden resumir una posición actual y/o una ruta calculada o planificada por parte de y/o para un usuario de la vía pública que entra en la rotonda y/o circula en la rotonda y/o una solicitud de un usuario de la vía pública que entra y/o una señal de control enviada por la unidad de control de tráfico (por ejemplo, una orden de espera).

[0013] La rotonda es una rotonda de varios carriles.

[0014] Antes de que entre cada usuario de la vía pública, el flujo de tráfico en la rotonda se determina al menos en base a los mensajes. Los mensajes, que son enviados por los usuarios de la vía pública, permiten a la unidad de control de tráfico detectar el flujo de tráfico actual y/o un atasco en la rotonda. De forma alternativa y/o adicional, la unidad de control de tráfico puede determinar, basándose en los datos de los sensores utilizados en la rotonda, cuándo llega dicho usuario de la vía pública a la rotonda y/o dónde se encuentra este en la rotonda. Los sensores pueden comprender, por ejemplo, al menos un sensor de radar y/o un sensor de infrarrojos y/o un sensor LIDAR.

[0015] Se genera un mensaje con una señal de control para cada usuario de la vía pública que entra actualmente. En otras palabras, la unidad de control de tráfico puede enviar una señal de control a cada usuario de la vía pública para determinar si y/o cuándo los recursos de la rotonda están disponibles para el usuario de la vía pública. La señal de control puede representar, por ejemplo, una señal de espera, que indica al usuario de la vía pública que espere antes de la rotonda. Alternativa o adicionalmente, la señal de control puede representar una señal de autorización, lo que significa que el usuario de la vía pública puede entrar en la rotonda.

[0016] El mensaje informa al respectivo usuario de la vía pública de cuándo (en qué intervalo de tiempo) y/o a lo largo de qué ruta puede entrar el usuario de la vía pública en la rotonda. En otras palabras, el mensaje enviado por la unidad de control de tráfico puede contener una de dos posibles señales de control y/o emisiones: 1). El mensaje puede contener la señal de espera si los recursos de la rotonda no están por el momento disponibles libremente y/o hay un atasco en la rotonda; 2). El mensaje representa la señal de autorización de entrada y/o datos de recursos que puede utilizar el usuario de la vía pública que entra para circular en la rotonda de manera que esté coordinado con otros usuarios de la vía pública. Los recursos describen un carril de circulación y/o una ruta completa y/o una sección parcial de un carril de circulación (segmento de carril de circulación) por el/la que debe circular el usuario de la vía pública en la rotonda. La segunda salida posible (señal de autorización) puede producirse si la unidad de control de tráfico no detecta ningún atasco en la rotonda.

[0017] La invención tiene la ventaja de que los recursos de la rotonda se gestionan de tal manera que se puede garantizar y/o regular el flujo de tráfico por la rotonda con un bajo riesgo de atascos.

[0018] La invención también incluye formas de realización que dan como resultado ventajas adicionales.

[0019] Una forma de realización prevé que los usuarios de la vía pública en la rotonda envíen mensajes con datos de posicionamiento y/o datos de destino y/o datos de ruta del respectivo usuario de la vía pública. En otras palabras, los datos de posicionamiento pueden indicar dónde se encuentra el respectivo usuario de la vía pública con respecto a la rotonda actual y/o dónde se encuentran en la rotonda los usuarios de la vía pública que han entrado. Los datos de ruta pueden describir carriles de circulación de la rotonda que fueron planificados o asignados por la unidad de control de tráfico para que un vehículo circule por la rotonda. La forma de realización tiene la ventaja de que la unidad de control de tráfico puede utilizar los datos de posicionamiento y los datos de ruta del usuario de la vía pública para determinar cuándo puede o debe entrar dicho usuario de la vía pública en la rotonda, de modo que se puedan asignar recursos de los siguientes usuarios de la vía pública para circular por la rotonda.

[0020] Los usuarios de la vía pública pueden ser, por ejemplo, automóviles y/o bicicletas. Los usuarios de la vía pública pueden representar vehículos que se encuentran en la rotonda y/o se acercan a la rotonda. Los usuarios de la vía pública pueden representar aquellos vehículos que están conectados a la unidad de control de tráfico a través de una red y/o que pueden enviar los mensajes a la unidad de control de tráfico.

[0021] Una forma de realización prevé que para regular la rotonda se determinen y/o adapten las rutas de todos los usuarios de la vía pública, de modo que el flujo de tráfico en la rotonda se guíe sin accidentes. En otras palabras, la unidad de control de tráfico puede determinar las rutas actuales y realmente utilizadas basándose en los mensajes y/o las rutas que seguirán en el futuro los usuarios de la vía pública interconectados. Según la invención, a los usuarios de la vía pública se les asignan rutas alternativas para la rotonda si se produce un atasco en la rotonda y/o si un vehículo que circula delante se avería o se queda parado en la rotonda. Las rutas alternativas implican cambios de carril. Esto tiene la ventaja de que el flujo de tráfico por la rotonda puede fluir sin accidentes y sin interrupciones, ya que los recursos de la rotonda se pueden adaptar. En general, la unidad de control de tráfico actúa como planificador de ruta común (planificación de recorrido) o planificador de trayectoria (planificación de recorrido y velocidad) para los usuarios de la vía pública, lo que tiene la ventaja de que se conoce el comportamiento de los demás usuarios respectivos de la vía pública y/o puede ser coordinado centralmente.

[0022] Una forma de realización prevé que la unidad de control de tráfico determine, al menos basándose en los mensajes, si hay o se ha producido un atasco en la rotonda y/o si el usuario de la vía pública que se aproxima puede entrar en la rotonda. Además de los mensajes, también se pueden utilizar datos de sensores de al menos un sensor de la unidad de control de tráfico y/o de los usuarios de la vía pública. En otras palabras, la unidad de control de tráfico puede utilizar datos de sensores para determinar una situación de tráfico actual de la rotonda para poder decidir si y/o cuándo se le permite entrar en la rotonda al usuario de la vía pública que entra o espera antes de la rotonda. Si se detecta un atasco en la rotonda, se le puede indicar al usuario de la vía pública que entra que espere antes de la rotonda. El atasco se puede descubrir o detectar basándose en los mensajes y/o datos de sensores si los datos de posicionamiento de los usuarios de la vía pública en la rotonda no cambian con el tiempo. De manera alternativa y/o adicional, el atasco se puede determinar en función del tiempo de circulación de al menos un usuario de la vía pública que el usuario de la vía pública ha circulado en la rotonda. El tiempo de circulación en caso de atasco puede ser superior a un tiempo de circulación sin atasco. La forma de realización tiene la ventaja de que el tráfico de los usuarios de la vía pública que entran se puede controlar basándose en la determinación de la situación actual del tráfico y/o de un atasco en la rotonda.

[0023] Una forma de realización prevé que al usuario de la vía pública que entra se le asigne una prioridad más alta antes que a otro usuario de la vía pública que entra según un orden cronológico de sus solicitudes. En otras palabras, la unidad de control de tráfico puede indicar a un usuario de la vía pública que entra que espere antes de la rotonda durante un tiempo determinado. La unidad de control de tráfico puede proporcionar a cada usuario de la vía pública que entra un intervalo de tiempo en el que debe esperar el usuario de la vía pública antes de la rotonda o en el que debe entrar. El tiempo de espera y/o el intervalo de tiempo para el primer usuario de la vía pública que llega a la rotonda puede diferir del tiempo de espera para el siguiente usuario de la vía pública. El tiempo de espera puede depender de la situación del tráfico en la rotonda. Esto tiene la ventaja de que el tráfico que llega a la rotonda se puede regular de tal manera que se puede lograr el mismo tiempo de espera para todos los usuarios de la vía pública que entran.

[0024] Una forma de realización prevé que la unidad de control de tráfico asigne un rango a cada usuario de la vía pública, donde el rango da como resultado una prioridad más alta y/o una prioridad más baja con respecto a al menos otro usuario de la vía pública, y el flujo de tráfico en la rotonda se regula en base a las prioridades más altas y/o prioridades más bajas de los usuarios de la vía pública. En otras palabras, la unidad de control de tráfico puede distribuir los recursos de la rotonda entre los usuarios de la vía pública, preferiblemente basándose en el posicionamiento y/o la hora de llegada a la rotonda y/o las rutas planificadas de los usuarios de la vía pública. El posicionamiento o la posición de un usuario de la vía pública antes de la rotonda puede representar aquí una entrada a pie o una entrada con vehículo a la rotonda en la que se encuentra el usuario de la vía pública para entrar con vehículo en la rotonda. Adicional o alternativamente, se le puede asignar una prioridad más alta al usuario de la vía pública que entra, que llegó primero a la rotonda. De forma alternativa y/o adicional, la prioridad de un usuario de la vía pública que entra puede depender del hecho de que no haya ningún atasco en la ruta planificada del usuario de la vía pública que entra. Alternativa y/o adicionalmente, el flujo de tráfico de la rotonda se puede regular según reglas de jerarquía predeterminadas entre los usuarios de la vía pública que entran y los usuarios de la vía pública que han entrado. Un usuario de la vía pública que entra puede tener, por ejemplo, una prioridad más alta con respecto a un usuario de la vía pública que ya haya entrado en la rotonda. El rango puede depender, de forma adicional o alternativa, de si un usuario de la vía pública es una ambulancia o un vehículo privado, donde el primero tiene una prioridad más alta. En general, el rango puede determinarse según el tipo de vehículo (vehículo de emergencia o vehículo privado o vehículo de convoy). Esto tiene la ventaja de que, mediante la aplicación de reglas de prioridad, se puede regular el flujo de tráfico y/o los recursos de la rotonda sin conflictos y se puede evitar un tiempo de espera para los usuarios prioritarios de la vía pública. La señal de control ya descrita puede representar, por ejemplo, una instrucción de entrada, que puede contener información sobre la ruta asignada y/o el carril de circulación asignado de la rotonda y/o el rango del usuario de la vía pública.

Esto tiene la ventaja de que los recursos de la rotonda se pueden gestionar de tal manera que no pueden producirse atascos en la rotonda cuando un usuario de la vía pública que entra recibe permiso para entrar en la rotonda.

5

[0025] En otra situación, dicha señal de control también puede indicar a un usuario de la vía pública que entra que espere antes de la rotonda durante un tiempo determinado y/o hasta recibir una instrucción de entrada. De forma alternativa y/o adicional, el mensaje de espera se puede generar cuando se detecta un atasco en la rotonda. Esto tiene la ventaja de que, mediante la señal de control, se puede controlar el flujo de tráfico que llega a la rotonda o los usuarios de la vía pública que entran.

10

[0026] La invención también incluye una unidad de control de tráfico, que está configurada para llevar a cabo los pasos del método según la invención relacionados con la unidad de control de tráfico. En otras palabras, la unidad de control de tráfico puede regular un flujo de tráfico en una rotonda. Para ello, la unidad de control de tráfico puede tener un dispositivo de procesamiento de datos o un dispositivo procesador que esté configurado para llevar a cabo los pasos del método. Para ello, el dispositivo procesador puede tener al menos un microprocesador y/o al menos un microcontrolador y/o al menos una FPGA (*Field Programmable Gate Array*, por sus siglas en inglés) (matriz de puertas programables en campo) y/o al menos un DSP (*Digital Signal Processor*, por sus siglas en inglés) (procesador de señales digitales). Además, el dispositivo procesador puede tener un código de programa, que está configurado para llevar a cabo la forma de realización del método según la invención cuando se ejecuta mediante el dispositivo procesador. El código de programa se puede almacenar en una memoria de datos del dispositivo procesador.

15

20

25

[0027] Según la invención, la unidad de control de tráfico puede ser una unidad de carretera en una forma de realización.

[0028] La invención también comprende implementaciones en las que se combinan respectivamente las características de varias de las formas de realización descritas siempre que las formas de realización no se hayan descrito como mutuamente excluyentes.

30

[0029] A continuación se describen ejemplos de realización de la invención. En este caso se muestra:

Figura 1 una representación esquemática para ilustrar una forma de realización del método según la invención;

35

Figura 2 una representación esquemática para regular la rotonda en base a prioridades más altas y prioridades más bajas de los usuarios de la vía pública.

[0030] Los ejemplos de realización que se explican a continuación son formas de realización preferidas de la invención. En los ejemplos de realización, los componentes descritos de las formas de realización representan cada uno de ellos características individuales de la invención que deben considerarse independientemente entre sí y que también desarrollan la invención independientemente entre sí. Además, las formas de realización descritas también se pueden completar con otras características de la invención ya descritas.

40

45

[0031] En las figuras, los mismos números de referencia designan respectivamente elementos con la misma función.

[0032] La figura 1 muestra una unidad de control de tráfico 20, a través de la cual se puede dirigir el flujo de tráfico en una rotonda 10. El flujo de tráfico puede incluir usuarios de la vía pública 30, 60 que han entrado en la rotonda 10 y/o que circulan hacia la rotonda 10 para entrar en ella. Los usuarios de la vía pública 30, 60 pueden ser, por ejemplo, automóviles, en particular turismos y/o autobuses de pasajeros. Los usuarios de la vía pública 30, 60 pueden ser automóviles de conducción autónoma y/o automóviles conducidos por pasajeros y/o pueden ser motocicletas y/o bicicletas.

50

55

[0033] La unidad de control de tráfico 20 puede ser una unidad de carretera, que puede usarse en la rotonda 10 y/o antes de ella. La unidad de control de tráfico 20 puede comprender un procesador (no representado). La unidad de control de tráfico 20 puede servir como administrador de recursos o administrador de participantes para controlar los recursos de la rotonda 10 y/o el flujo de tráfico del usuario de la vía pública 30, 60 por la rotonda 10. Los recursos de la rotonda 10 pueden representar, por ejemplo, carriles y/o segmentos de carril de circulación y/o rutas de los usuarios de la vía pública 30, 60 desde la entrada hasta la salida de la rotonda 10.

60

[0034] Los usuarios de la vía pública 30, 60 pueden estar conectados a la unidad de control de tráfico 20 a través de comunicaciones por radio en una red de datos o simplemente red 40, a través de las cuales pueden comunicarse entre sí. La red 40 puede ser, por ejemplo, una red V2X (inglés: *vehicle to everything*) y/o V2I (vehículo a infraestructura) y/o V2V (vehículo a vehículo) y/o otra red de comunicación. Los usuarios de la vía pública 30, 60 pueden comunicarse con la unidad de control de tráfico 20 a través de la red 40 usando mensajes 50. Los mensajes 50 pueden ser enviados por los usuarios de la vía pública 30, 60 y/o la unidad de control de

65

tráfico 20. Los mensajes 50 pueden contener datos de posicionamiento actuales de los usuarios de la vía pública 30 y/o datos de ruta para los usuarios de la vía pública 30 cuando son enviados o guiados por los usuarios de la vía pública 30. Los mensajes 50 que son enviados por la unidad de control de tráfico 20 pueden contener, por ejemplo, una instrucción y/o una señal de control, con la que se puede regular el flujo de tráfico de la rotonda.

[0035] Utilizando los mensajes 50 de los usuarios de la vía pública 30, la unidad de control de tráfico 20 puede determinar cuándo llega dicho usuario de la vía pública 30 a la rotonda 10 y/o dónde se encuentra este en la rotonda 10. Utilizando los datos de posicionamiento y los datos de destino de los usuarios de la vía pública 30, que los usuarios de la vía pública 30 envían a la unidad de control de tráfico 20 a través de la red 40, la unidad de control de tráfico 20 puede determinar cuándo dicho usuario de la vía pública 60 que llega puede entrar en la rotonda. Además, la unidad de control de tráfico 20 puede utilizar estos datos para determinar una ruta o, en general, recursos de los usuarios de la vía pública 60 para la posterior circulación por la rotonda 10. Esto significa que los recursos 60 se asignan a los usuarios de la vía pública.

[0036] Cuando un usuario de la vía pública 60 que entra se acerca a la rotonda 10, puede enviar un mensaje 50 a la unidad de control de tráfico 20. El mensaje 50 del usuario de la vía pública 60 que entra puede contener una solicitud para entrar y/o información con respecto a la posición actual del usuario de la vía pública 60 y/o el destino o sentido de la marcha planificado o la salida del destino del usuario de la vía pública 60 que entra. La unidad de control de tráfico 20 puede determinar la situación actual del tráfico, por ejemplo, un atasco y/o la disponibilidad de los recursos de la rotonda 10, basándose en los mensajes 50 y/o datos de sensores de los usuarios de la vía pública 30 que han entrado. En base a la situación del tráfico actual de la rotonda 10, la unidad de control de tráfico 20 puede generar un mensaje 50 que puede enviarse al usuario de la vía pública 60 que entra.

[0037] Este mensaje 50 de la unidad de control de tráfico 20 puede contener una señal de control correspondiente, a través del cual se informa al usuario de la vía pública 60 que entra si puede entrar a la rotonda 10 o tiene que esperar antes de la rotonda 10. Este mensaje 50 puede contener datos de ruta de la ruta que se va a realizar o, en general, datos de recursos de los recursos asignados al usuario de la vía pública. La señal de control puede representar una instrucción para entrar o una señal de entrada para el usuario de la vía pública 60 que entra si no hay atascos en la rotonda 10 y/o los recursos de la rotonda 10 están libremente disponibles. La señal de control puede representar un mensaje de espera o una señal de espera para el usuario de la vía pública 60 que entra cuando los recursos de la rotonda 10 se utilizan por completo y/o la unidad de control de tráfico 20 determina un atasco en la rotonda 10. La unidad de control de tráfico 20 puede utilizar el mensaje 50 para seleccionar los recursos que se van a usar de la rotonda 10 y/o los datos de ruta de los usuarios de la vía pública 30 de tal manera que se pueda garantizar el flujo de tráfico por la rotonda 10 sin retrasos y/o sin accidentes. Los datos de ruta se pueden tener en cuenta, por ejemplo, si un usuario de la vía pública 30 sufre una avería en la rotonda 10 y/o se produce un accidente en la rotonda 10. En tal caso, a los siguientes usuarios de la vía pública 30 se les proporcionan 30 rutas alternativas, donde las rutas alternativas implican un cambio de carril. Para ello se adapta la asignación de los recursos de la rotonda 10. La adaptación de la asignación de los recursos de la rotonda 10 también puede tener lugar si un usuario de la vía pública 30, 60 tiene que circular por la rotonda 10 con una prioridad más alta predeterminada. Por ejemplo, los usuarios de la vía pública que acuden a los servicios de emergencia pueden tener una prioridad más alta con respecto al tráfico normal. Los carriles o las rutas que actualmente utilizan los usuarios de la vía pública que han entrado se pueden liberar y/o adaptar para que los usuarios de la vía pública puedan circular por la rotonda para acudir a los servicios de emergencia sin tener que detenerse. Un usuario de la vía pública para un servicio de emergencia puede ser una ambulancia y/o un vehículo de policía y/o un camión de bomberos.

[0038] La unidad de control de tráfico 20 también puede servir como semáforo virtual 80, con el que se puede regular el flujo de tráfico por la rotonda 10 en caso de altas densidades de tráfico o cuando hay varios usuarios de la vía pública 60 que entran en cada dirección a la rotonda 10. En otras palabras, una señal de control de la unidad de control de tráfico 20 puede servir como luz verde o luz roja para controlar el tráfico que entra.

[0039] La figura 2 muestra una rotonda 10, a través de la cual los usuarios de la vía pública V1, V2, V3, V4 pueden ser dirigidos por la unidad de control de tráfico 20 según una jerarquía con prioridad más alta y/o prioridad más baja. Las prioridades más altas y/o prioridades más bajas se pueden especificar mediante reglas que ya se pueden proporcionar a la unidad de control de tráfico 20. En este caso pueden aplicarse las normas de tráfico generales para dirigir a los usuarios de la vía pública V1, V2, V3, V4 por la rotonda 10 según las prioridades más altas o prioridades más bajas (por ejemplo, una rotonda con "derecha antes que izquierda"). El usuario de la vía pública V1, que ya ha circulado por la rotonda 10, puede tener, por ejemplo, una prioridad más alta con respecto a los usuarios de la vía pública 60 que entran. De manera adicional o alternativa, los rangos pueden ser determinados por una categoría respectiva de los usuarios de la vía pública (por ejemplo, servicios de emergencia o privados).

[0040] Basándose en los mensajes 50 de los usuarios de la vía pública V1, V2, V3, V4, la unidad de control de tráfico 20 puede determinar los datos de ruta actualmente requeridos por los usuarios de la vía pública V1, V2, V3, V4 y, de esta manera, determinar cómo deben comportarse los usuarios de la vía pública V1, V2, V3, V4 en

la rotonda 10 para recibir una coordinación. Los datos de ruta pueden describir, por ejemplo, carriles de circulación y/o segmentos de carril de circulación y/o rutas de la rotonda 10, en los que deben circular los usuarios de la vía pública V1, V2, V3, V4 por la rotonda 10. Las rutas R1, R2, R3 pueden asignarse a los usuarios de la vía pública V1, V2, V3, V4 mediante la unidad de control de tráfico 20.

[0041] En una forma de realización, las rutas R1, R2, R3 de la rotonda 10 para los usuarios de la vía pública V1, V2, V3, V4 solo necesitan ser planificadas por la unidad de control de tráfico 20 cuando los usuarios de la vía pública V1, V2, V3, V4 reciben un mensaje para entrar desde la unidad de control de tráfico 20. Los usuarios de la vía pública V2, V3, V4 que entran siguen cada uno las rutas R1, R2, R3. El usuario de la vía pública V1 que ha entrado, que circula por la ruta R1, puede tener una prioridad más alta con respecto a los usuarios de la vía pública V2, V3 y puede continuar circulando por la rotonda 10. Los usuarios de la vía pública V2 que entran, V3 tienen que esperar porque el usuario de la vía pública V1 puede recorrer la ruta R1. Los usuarios de la vía pública V2, V3 que entran pueden recibir un mensaje de espera de la unidad de control de tráfico 20 para que se pueda evitar el riesgo de accidente. Dado que la ruta R3 no está planificada para el usuario de la vía pública V1 que ha entrado, este recurso está disponible y la unidad de control de tráfico 20 puede indicar al usuario de la vía pública V4 que entra que continúe circulando sin tener que esperar antes de la rotonda 10.

[0042] La unidad de control de tráfico 20 puede definir un intervalo de tiempo en el mensaje de espera en el que los usuarios de la vía pública V2, V3 tienen que esperar antes de la rotonda. El intervalo de tiempo puede ser, por ejemplo, 30 o 60, por ejemplo, estar en un rango de tiempo de 5 a 60 segundos. El intervalo de tiempo puede ser determinado por la unidad de control de tráfico 20 basándose en el posicionamiento y/o la velocidad actual(es) del usuario de la vía pública V1. El usuario de la vía pública V2 que entra puede tener, por ejemplo, un pequeño intervalo de tiempo para esperar en comparación con los usuarios de la vía pública V3 y V4, porque el usuario de la vía pública V2 tiene que seguir al usuario de la vía pública V1 o circular por la misma ruta. El intervalo de tiempo se puede incrementar si el usuario de la vía pública V1 que ha entrado en la rotonda 10 se mueve muy lentamente o a una velocidad que puede ser inferior a la velocidad normal o permitida. La velocidad lenta puede oscilar, por ejemplo, en un rango de 0 (detención o atasco) a 30 km/h. El intervalo de tiempo también puede depender de si el usuario de la vía pública V1 que ha entrado ha indicado a la unidad de control de tráfico 20 que ha llegado a la salida. En otras palabras, la unidad de control de tráfico 20 puede determinar la salida de la rotonda 10 por parte del usuario de la vía pública V1 en función de los mensajes 50 y/o datos del sensor para que el intervalo de tiempo para cada usuario de la vía pública que entra pueda calcularse y/o adaptarse. El intervalo de tiempo para los usuarios de la vía pública V2, V3 que entran se puede reducir, por ejemplo, si la unidad de control de tráfico 20 ya sabe que el usuario de la vía pública V1 ha circulado por la rotonda 10. El intervalo de tiempo para los usuarios de la vía pública que entran (por ejemplo, V3) se puede calcular dependiendo entonces de los datos de ruta y/o los datos de destino y/o los parámetros del próximo usuario de la vía pública que ha entrado (por ejemplo, V2), que se pueden determinar en tiempo real. Los parámetros en tiempo real pueden representar, por ejemplo, una velocidad momentánea y/o un posicionamiento actual del usuario de la vía pública que ha entrado. Mediante los datos de ruta y los parámetros en tiempo real del usuario de la vía pública V2 que ha entrado, la unidad de control de tráfico 20 puede calcular o estimar un tiempo de circulación que el usuario de la vía pública V2 necesita para abandonar la rotonda 10 o liberar los recursos (por ejemplo, uso de carriles) de la rotonda 10, que pueden asignarse al usuario de la vía pública V3 que entra. Una vez transcurrido el tiempo de espera determinado en el intervalo de tiempo, se puede indicar a cada uno de los usuarios de la vía pública que entran que entren en la rotonda 10. La unidad de control de tráfico puede indicar primero a V2 que entre, porque puede circular por la rotonda 10 detrás de V1. El intervalo de tiempo se puede calcular en la unidad de control de tráfico 20 con un algoritmo.

[0043] Se puede indicar al usuario de la vía pública V2 que entra que espere si el usuario de la vía pública V3 ha entrado en la rotonda 10 o ha recibido previamente una luz verde para entrar. El usuario de la vía pública V3 puede recibir un mensaje de espera de la unidad de control de tráfico 20 para esperar si el usuario de la vía pública V4 ha entrado en la rotonda 10. Dado que la unidad de control de tráfico 20 puede determinar el posicionamiento exacto de los usuarios de la vía pública que han entrado basándose en los mensajes 50, el tráfico que entra se puede regular de tal manera que también se pueda optimizar el uso de los recursos.

[0044] Para que los usuarios de la vía pública automatizados puedan ser dirigidos de forma segura por una rotonda, se prefiere, por tanto, el uso de una RSU. La RSU actúa como administrador de participantes y administrador de recursos y tiene una visión general del entorno a través de, por ejemplo, soporte de cámaras. Utilizando mensajes V2X normales, una RSU recibe la información de los distintos usuarios de la vía pública interconectados y puede usarla para calcular cuándo llegará dicho usuario de la vía pública a la rotonda o dónde se encuentra este en la rotonda. Mediante datos de posicionamiento y datos de ruta que los usuarios de la vía pública envían a la RSU a través de V2X, la RSU puede determinar cuándo puede o debe entrar dicho usuario de la vía pública en la rotonda y utiliza estos datos para determinar la ruta y los recursos de los siguientes usuarios de la vía pública para circular por la rotonda. Dado que la RSU conoce a todos los participantes, puede distribuir mejor los recursos e indicar a los usuarios de la vía pública los carriles correctos y posiblemente darles prioridades más altas y prioridades más bajas para mantener fluido el tráfico. Este sistema funciona para todo tipo de rotondas.

5 [0045] Esta técnica crea la posibilidad de dirigir vehículos automatizados e interconectados por todo tipo de rotondas. La unidad de control RSU (unidad de control de tráfico) calcula las mejores rutas para todos los participantes y las comparte con cada usuario de la vía pública. También ayuda a la fluidez del tráfico y a la reducción de accidentes.

[0046] En general, los ejemplos muestran cómo se puede proporcionar un método para regular un flujo de tráfico en una rotonda.

REIVINDICACIONES

1. Método para regular un flujo de tráfico en una rotonda (10) de varios carriles

5

donde el flujo de tráfico se regula mediante una unidad de control de tráfico (20), con la que los usuarios de la vía pública (30, 60) que han entrado en la rotonda (10) y/o circulan hacia la rotonda (10) para entrar en ella están interconectados en una red (40) y se comunican a través de mensajes (50), y donde, para entrar, un usuario de la vía pública (60) envía una solicitud a la unidad de control de tráfico (20) como mensaje (50), donde, antes de que entre el respectivo usuario de la vía pública (60), se determina el flujo de tráfico de la rotonda (10) en base a los mensajes (50) anteriores, donde se genera una señal de control como mensaje (50) para cada usuario de la vía pública (60) que entra para informar al usuario de la vía pública (60) de cuándo y/o a lo largo de qué ruta el usuario de la vía pública (60) debe entrar y/o pasar por la rotonda (10), donde los recursos de la rotonda (10) son gestionados por la unidad de control de tráfico (20), donde los recursos describen un carril de circulación o una sección parcial del carril de circulación, por el/la que debe circular el usuario de la vía pública (60), y el mensaje (50) representa los datos de los recursos que pueden ser utilizados por el usuario de la vía pública (60) que entra para circular en la rotonda de manera que esté coordinado con los demás usuarios de la vía pública, donde a los usuarios de la vía pública se les asignan rutas alternativas para la rotonda adaptando la asignación de los recursos de la rotonda si se produce un atasco en la rotonda y/o un vehículo que va delante se avería o se queda parado, donde las rutas alternativas prevén un cambio de carril para que el flujo de tráfico por la rotonda pueda fluir sin accidentes y sin interrupciones.

10

15

20

2. Método según la reivindicación 1, donde los usuarios de la vía pública (30) en la rotonda (10) envían mensajes (50) con datos de posicionamiento y/o datos de destino y/o datos de ruta del respectivo usuario de la vía pública (30).

25

3. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las rutas de todos los usuarios de la vía pública (30) son determinadas y/o adaptadas por la unidad de control de tráfico (20) para regular la rotonda (10) de manera que el flujo de tráfico en la rotonda (10) se guíe sin accidentes.

30

4. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la unidad de control de tráfico (20) determina, basándose en los mensajes (50), si hay un atasco en la rotonda (10) y/o si el vehículo (60) que entra puede entrar en la rotonda (10).

35

5. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde al respectivo usuario de la vía pública (60) que entra se le asigna una prioridad más alta antes que a otro usuario de la vía pública (60) que entra según un orden cronológico de sus solicitudes.

40

6. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la unidad de control de tráfico (20) asigna un rango a cada usuario de la vía pública (30, 60), donde el rango da como resultado una prioridad más alta y/o una prioridad más baja con respecto a al menos otro usuario de la vía pública (30, 60), y el flujo de tráfico en la rotonda (10) se regula en base a las prioridades más altas y/o prioridades más bajas de los usuarios de la vía pública (30, 60).

45

7. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la señal de control contiene una instrucción para al menos un usuario de la vía pública (60), que permite al usuario de la vía pública (60) que entra entrar en la rotonda (10).

50

8. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la señal de control muestra un mensaje de espera para al menos un usuario de la vía pública (60), que solicita al usuario de la vía pública (60) que entra que espere.

55

9. Unidad de control de tráfico (20), donde la unidad de control de tráfico (20) está configurada para llevar a cabo los pasos de un método relacionados con la unidad de control de tráfico (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

10. Unidad de control de tráfico (20) según la reivindicación 9, donde la unidad de control de tráfico es una unidad de carretera.

60

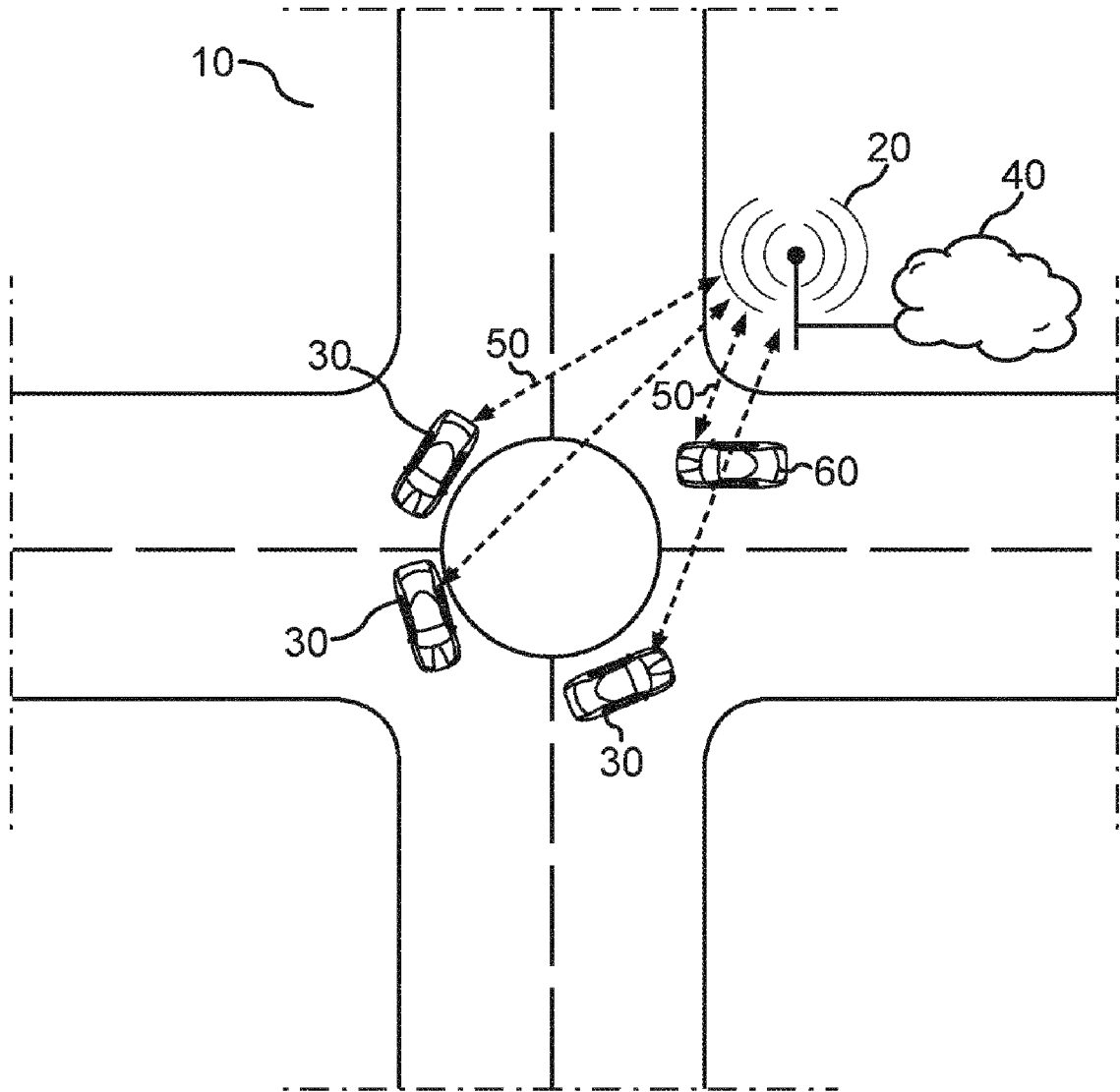


Fig. 1

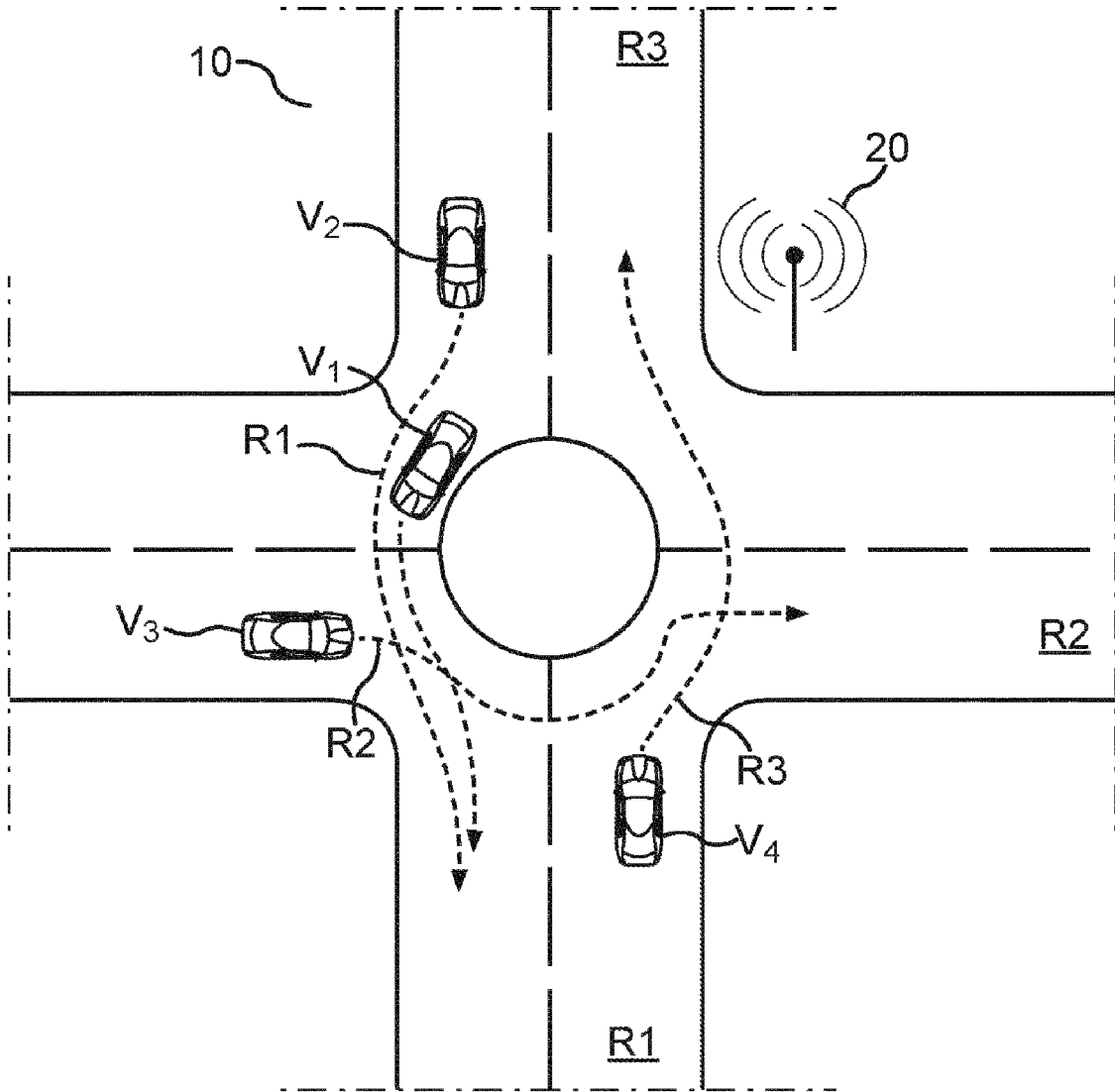


Fig.2