

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 927 769**

51 Int. Cl.:

G01C 21/32 (2006.01)

G01C 21/36 (2006.01)

G05D 1/02 (2010.01)

G06K 9/00 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2019 E 19213958 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2022 EP 3671125**

54 Título: **Sistema para de determinación de la posición y procedimiento para el funcionamiento de un sistema para la determinación de la posición para una unidad móvil**

30 Prioridad:

21.12.2018 DE 102018133461

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

10.11.2022

73 Titular/es:

**VOLKSWAGEN AG (50.0%)
Berliner Ring 2
38440 Wolfsburg, DE y
MAN TRUCK & BUS SE (50.0%)**

72 Inventor/es:

**WILBERS, DANIEL;
MERFELS, CHRISTIAN;
RECH, BERND;
SCHAPER, THILO;
KOCH, NIKLAS;
JÜRGENS, STEFAN;
PERDOMO LOPEZ, DAVID;
HUNGAR, CONSTANCE y
WAPPLER, STEFAN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 927 769 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema para de determinación de la posición y procedimiento para el funcionamiento de un sistema para la determinación de la posición para una unidad móvil

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para el funcionamiento de un sistema para la determinación de la posición para una unidad móvil. Se refiere además a un sistema para la determinación de la posición para una unidad móvil.

10 Muchas funciones de conducción de los vehículos modernos, especialmente de los vehículos conducidos, al menos parcialmente, de forma automática, presuponen una autolocalización fiable y precisa del vehículo. A este respecto se conocen varios conceptos. Se reconocen, por ejemplo, patrones y estructuras en el entorno del vehículo que se comparan con las entradas correspondientes en un mapa. Estos conceptos requieren que los vehículos estén dotados de detectores especiales capaces de extraer de las informaciones proporcionadas por los sensores las características del entorno.

15 El documento US 2010/0176987 A1 propone un procedimiento para estimar la posición de un vehículo y los puntos de referencia detectados utilizando el GPS y una cámara. La navegación realizada mediante GPS se mejora utilizando puntos de referencia conocidos, mientras que simultáneamente se registran nuevos puntos de referencia en una base de datos.

20 En el documento EP 2 490 092 A1 se describe un procedimiento para la localización autárquica de un vehículo motorizado sin conductor, en el que se calcula una trayectoria a recorrer y se determina qué puntos de referencia conocidos pueden servir de ayuda para la localización. Estos puntos de referencia se detectan y se utilizan durante el movimiento.

El documento DE 10 2016 214 028 A1 propone un procedimiento para la determinación de la posición de una unidad móvil mediante el seguimiento de puntos de referencia en las proximidades de una unidad móvil. La posición se determina por medio de un filtro de partículas de entre una pluralidad de hipótesis.

25 Por el documento WO 2014/189495 A1 se conoce un procedimiento para la generación simultánea y automática de una base de datos con informaciones Wi-Fi, en el que se detectan y se utilizan para la localización puntos de referencia, así como señales Wi-Fi. Se puede añadir nuevas informaciones sobre posiciones y señales Wi-Fi a una base de datos.

30 El documento WO 2018/017793 A1 describe un procedimiento para generar, actualizar y utilizar mapas generados mediante un vehículo de prueba. En el procedimiento, se identifica un punto de referencia utilizando una imagen transmitida, y el mapa se actualiza, en caso necesario, mediante las imágenes capturadas. De este modo, se perfecciona un mapa de referencia.

35 En el documento DE 10 2016 225 631 A1 describe un procedimiento para eliminar al menos una posición de referencia de un punto de referencia en un mapa de radar. En el caso de este procedimiento, también se mejora un mapa con puntos de referencia, identificando en un mapa de radar, por medio de una nube de puntos láser, puntos de referencia como, por ejemplo, postes. De este modo, se genera un mapa de localización muy exacto.

La presente invención tiene por objeto proporcionar un sistema para la determinación de la posición y un procedimiento para su funcionamiento, que permitan el uso más completo posible de la información disponible sobre el entorno.

40 De acuerdo con la invención, esta tarea se resuelve mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1 y un sistema con las características de la reivindicación 10. Otras formas de realización ventajosas y variantes perfeccionadas resultan de las reivindicaciones dependientes.

45 En el procedimiento según la invención del tipo inicialmente mencionado se proporcionan datos cartográficos que comprenden información de posición para los primeros puntos de referencia de un primer tipo de puntos de referencia. Se registran datos del entorno y se determina una posición de la unidad móvil. A la vista de la posición de la unidad móvil, de los datos de entorno registrados y de la información de posición para los primeros puntos de referencia se generan y almacenan datos de entrenamiento. Sobre la base de los datos de entrenamiento se genera un primer módulo de detección para la detección de puntos de referencia del primer tipo de puntos de referencia por medio de los datos de entorno registrados.

50 Esto permite ventajosamente proporcionar en el vehículo siempre módulos de detección actualizados sin necesidad de tener que llevar a cabo costosas actualizaciones de software para este fin. En cambio, los módulos de detección se pueden generar o aprender de forma independiente.

55 En particular, el primer módulo de detección generado a la vista de los datos de entrenamiento se configura para detectar puntos de referencia del primer tipo de puntos de referencia. Los puntos de referencia del primer tipo de puntos de referencia detectables con el primer módulo de detección pueden comprender primeros puntos de referencia concretos para los cuales los datos de posición ya están incluidos en los datos del mapa en el procedimiento y que fueron utilizados para la generación de los datos de entrenamiento. Sin embargo, también se pueden registra otros puntos de referencia del primer tipo de puntos de referencia para los que se incluyen los datos de posición

correspondientes en los datos del mapa proporcionados posteriormente y que se utilizarán en un momento posterior para la determinación de la posición.

Una idea básica de la invención consiste en determinar las características de ciertos tipos de puntos de referencia basándose en los datos de entorno existentes. Por ejemplo, si no se dispone de ningún módulo de detección para la detección del primer tipo de puntos de referencia, se determina en el procedimiento dónde se encuentran los primeros puntos de referencia según los datos del mapa en relación con la unidad móvil. Los datos de entorno registrados en estas zonas se almacenan y se utilizan para generar el primer módulo de detección. Por ejemplo, se puede generar un módulo de detección de bocas de riego utilizando los datos del mapa para comprobar en qué posiciones se encuentran las bocas de riego. A la vista de los datos de entorno allí registrados se puede determinar el aspecto de estos objetos y se genera el módulo de detección correspondiente.

El término de "puntos de referencia" comprende, en el sentido de la invención, características y/o patrones en un entorno que pueden ser identificados y a los que se puede asignar al menos una información de localización. Se puede tratar, por ejemplo, de puntos característicos u objetos situados en posiciones específicas del entorno. Los puntos de referencia pueden presentar una semántica, es decir, también pueden ser identificables como tales para la percepción humana como objetos o características (*Features*) identificables. Además, también se incluyen puntos de referencia que no presentan ninguna semántica, sino que representan, por ejemplo, patrones abstractos detectables mediante un reconocimiento de patrones.

A los puntos de referencia se pueden asignar, de manera en sí conocida, tipos de puntos de referencia, especialmente mediante una categorización basada en las propiedades geométricas o semánticas asociadas a los puntos de referencia. Por ejemplo, las marcas viales, los postes, las señales, las estructuras, los elementos de la vegetación o las estructuras de los sistemas de dirección del tráfico se pueden definir como diferentes tipos de puntos de referencia. Además, varios tipos de puntos de referencia específicos, como las "señales de stop" y las "señales de prohibido aparcar", se pueden asignar a un tipo de puntos de referencia más general o genérico, como las "señales". En particular, en el procedimiento se asigna al menos un tipo de punto de referencia a cada punto de referencia. En este contexto, un punto de referencia concreto también se puede asignar a varios tipos de puntos de referencia especiales y/o genéricos.

Los tipos de puntos de referencia también pueden ser, por ejemplo, bordes u otras partes de estructuras, marcas en una carretera, dispositivos de dirección de tráfico o códigos bidimensionales. Se pueden detectar, por ejemplo, marcas de carril, flechas de giro, marcas de aparcamiento o marcas similares en el suelo, postes, varillas, pilares, señales de tráfico o de otro tipo, dispositivos de señalización o semáforos, bordes o esquinas de edificios, tuberías, códigos QR o de barras, así como representaciones alfanuméricas. De forma análoga, se pueden utilizar otras características para la localización que designen puntos característicos y localizables en un entorno geográfico de la posición propia. Por lo general, se trata de características que se pueden identificar mediante un proceso de reconocimiento de patrones y a las que se pueden asignar datos de posición.

Los datos del mapa contienen información sobre la posición de los puntos de referencia, es decir, información sobre su ubicación en un sistema de coordenadas. Se puede tratar de un sistema de coordenadas global o relativo. Los datos de posición se refieren especialmente a las posturas de los puntos de referencia, es decir, una combinación de su posición y su situación descrita, por ejemplo, a la vista de su orientación en un sistema de coordenadas global o en relación con otros puntos de referencia. Por ejemplo, una flecha puede indicar una dirección determinada en el espacio, un poste puede tener una longitud determinada y encontrarse en un ángulo determinado con respecto a una calzada, o un borde de una estructura puede estar en una posición determinada con respecto a una calzada.

Los datos de entorno se registran de manera en sí conocida. Los datos del entorno se registran, por ejemplo, mediante sensores de un vehículo, especialmente mediante sensores ópticos, de radar, de radar por infrarrojo o ultrasónicos. De esta manera, se puede utilizar ventajosamente el equipo existente del vehículo para obtener datos de entorno relevantes.

Además, se puede prever que los datos de entorno se obtengan mediante una interfaz de un dispositivo externo. Se puede tratar, por ejemplo, de un sensor instalado permanentemente para la vigilancia del tráfico que registra y proporciona datos del entorno. Además, se puede utilizar un servidor externo que reciba y almacene los datos de entorno pertinentes y los ponga a disposición cuando sea necesario. Estos datos de entorno pueden ser registrados, por ejemplo, por otros vehículos y equipos a lo largo de una ruta y transmitidos al servidor.

Se distingue entre diferentes tipos de sensores, registrando un sensor de un tipo de sensor específico los datos de entorno de acuerdo con un principio de medición físico determinado. Por ejemplo, los sensores de radar son sensores de un primer tipo y los sensores ultrasónicos son sensores de otro tipo. Además, se puede hacer una diferenciación más, por ejemplo, una diferenciación entre distintos tipos de sensores de radar, que difieren entre sí, por ejemplo, en su construcción y/o en un tipo especial de procesamiento de datos.

Los puntos de referencia de un tipo particular de puntos de referencia se pueden describir utilizando un patrón adecuado para detectar un punto de referencia del tipo particular de puntos de referencia en los datos de entorno. La información utilizada para este fin puede comprender, por ejemplo, una descripción formulada matemáticamente para reconocer un patrón con el que se reproduce un punto de referencia o una característica del entorno en las señales de un sensor. Se pueden describir, por ejemplo, propiedades geométricas de los objetos de un tipo de puntos de

referencia, pero también propiedades del material, como valores de reflectancia o funciones matemáticas, por ejemplo, gradientes de las transiciones luz-oscuridad.

Estas descripciones para la detección de puntos de referencia de un tipo de puntos de referencia son generalmente específicas del sensor, por lo que es razonable proporcionar descripciones de patrones propias para la detección para los diferentes tipos de sensores. Por ejemplo, la detección de patrones en una imagen de una cámara óptica es diferente de la detección dentro de una nube de puntos detectada por un escáner láser. Sin embargo, también se pueden proporcionar informaciones genéricas adecuadas para varios tipos de sensores. Por otra parte, los datos detectados por un determinado tipo de sensor pueden ser procesados de manera que se les pueda aplicar el mismo procedimiento de detección que a los datos de otro tipo de sensor.

La detección de los puntos de referencia a la vista de los datos de entorno se lleva a cabo de una manera conocida, en particular por medio de procedimientos de reconocimiento de patrones mediante los cuales los puntos de referencia pueden ser reconocidos, por ejemplo, en imágenes de cámara o nubes de puntos láser. Para ello se utilizan los llamados "módulos de detección". En el sentido de la invención, se trata de módulos de software que comprenden, por ejemplo, un archivo almacenable. Los módulos de detección están diseñados de manera que con su ayuda se puedan detectar puntos de referencia de un tipo determinado de puntos de referencia a la vista de los datos de entorno registrados. Los módulos de detección se pueden diseñar específicamente para la detección de un tipo de puntos de referencia determinado. Se puede prever que se le asigne al menos un tipo de puntos de referencia a cada punto de referencia detectado.

En el procedimiento, se dispone de módulos de detección para determinados tipos de puntos de referencia. Se pueden almacenar, por ejemplo, en una unidad de memoria o pueden estar disponibles de otro modo para una unidad informática. En la invención, el primer módulo de detección se genera, por ejemplo, porque aún no existe. La creación del módulo de detección también puede comprender la actualización de un módulo de detección existente. El módulo de detección existente puede ser sustituido por un módulo de detección recién generado, o puede ser modificado, por ejemplo, utilizando el módulo de detección ya existente en la generación.

Al detectar un punto de referencia mediante un módulo de detección, se puede determinar a qué tipo de puntos de referencia debe ser asignado. Además, se pueden determinar para los puntos de referencia detectados datos de posición, asignándose al punto de referencia especialmente una posición o una postura en un sistema de coordenadas. Esto se puede hacer en el paso de detección o en un paso separado. La posición o postura se puede determinar, en particular, en función del tipo de puntos de referencia asignado definiendo, por ejemplo, determinados ejes para la determinación de la posición del punto de referencia para determinados tipos de puntos de referencia o utilizando determinadas secciones de un punto de referencia para la determinación de su posición. Por ejemplo, se puede utilizar la extensión longitudinal de un poste para determinar su extensión, o se puede especificar que su posición debe ser determinada a la vista de su posición en la superficie terrestre. Se puede utilizar un sistema de coordenadas global o relativo, por ejemplo, un sistema relativo a una unidad de detección o a un vehículo. La posición se puede referir a las posiciones de otros puntos de referencia detectados o a una posición del sensor mediante cuyos datos se realiza la detección. Además, se pueden determinar otras características de los puntos de referencia detectados, como su tamaño y forma, su color, un parámetro para describir las características dinámicas o mediante la evaluación de un rótulo.

El primer módulo de detección generado en el procedimiento utilizando los datos de entrenamiento sirve para la realización de la detección de cualquier punto de referencia del primer tipo de puntos de referencia y para determinar dicha información para estos puntos de referencia del primer tipo de puntos de referencia utilizando los nuevos datos del entorno registrados. Mediante el primer módulo de detección generado en el procedimiento, también se pueden detectar los primeros puntos de referencia, para los que ya se proporcionan en el procedimiento, con los datos del mapa, informaciones de posición, pero la detección no se limita a estos primeros puntos de referencia concretos.

La detección de puntos de referencia de un tipo de puntos de referencia se puede realizar de manera específica para determinados tipos de sensores, es decir, se proporcionan informaciones sobre el patrón correspondiente de manera que los puntos de referencia de un tipo de puntos de referencia se puedan detectar en los datos de entorno registrados por el tipo de sensor específico. En este modo se tiene en cuenta que la detección de un patrón a la vista de los datos de entorno depende del tipo de sensor con el que se han registrado esos datos de entorno.

En el procedimiento se determina además una posición, en particular una postura, de la unidad móvil. Esto también se puede llevar a cabo en un sistema de coordenadas global o relativo. La posición se determina de manera en sí conocida, por ejemplo, mediante una localización basada en puntos de referencia detectados. Para ello, es necesario que para estos puntos de referencia ya se disponga de módulos de detección que permitan la detección de puntos de referencia de determinados tipos en el entorno. Alternativa o adicionalmente, se puede utilizar otro sistema de determinación de la posición, por ejemplo, utilizando un sistema global de navegación por satélite (GNSS), como el GPS.

En una forma de realización del procedimiento según la invención, los datos del mapa comprenden además información de posición para segundos puntos de referencia de un segundo tipo de puntos de referencia y, mediante un segundo módulo de detección para el segundo tipo de puntos de referencia, los segundos puntos de referencia se detectan a la vista de los datos del entorno. La posición o la postura de la unidad móvil se determina a partir de los

segundos puntos de referencia detectados. Así, la posición de la unidad móvil puede determinarse ventajosamente sobre la base de los puntos de referencia.

Al detectar los segundos puntos de referencia, se determinan especialmente también sus posiciones en relación con la unidad móvil y, posteriormente, se obtiene la propia posición de la unidad móvil basándose en una comparación de las posiciones relativas y la información de posición de los segundos puntos de referencia en los datos del mapa.

La posición o postura se determina, en particular, en relación con un sistema de coordenadas de los datos del mapa. Esto significa que los datos de entorno registrados se pueden transformar en el sistema de coordenadas de los datos cartográficos o viceversa. Es decir, la información de posición derivada de los datos de entorno se puede asignar a las posiciones de los datos cartográficos. Por ejemplo, un punto de referencia detectado en una determinada posición en los datos de entorno se puede asignar a una determinada posición en los datos del mapa. A la inversa, una posición en los datos del mapa se puede utilizar para asignar información posicional dentro de los datos medioambientales. Es decir, si los datos del mapa incluyen información de que un punto de referencia se encuentra en una posición determinada, se pueden identificar los datos de entorno correspondientes que se han de asociar a esa posición.

El procedimiento se basa en el hecho de que los datos de entorno registrados comprenden información sobre los primeros puntos de referencia, incluso si no se dispone de un módulo de detección adecuado para detectar realmente los primeros puntos de referencia del primer tipo de puntos de referencia. En particular, a la vista de los datos del mapa se puede determinar qué parte de los datos de entorno corresponde a los primeros puntos de referencia. Para la generación del primer módulo de detección, los datos del entorno se utilizan como punto de partida de un entrenamiento para los puntos de referencia del primer tipo de puntos de referencia. Posteriormente, el módulo de detección generado se puede utilizar, por ejemplo, para la localización basada en puntos de referencia.

En otra variante de realización, los primeros puntos de referencia se detectan en un momento posterior utilizando el primer módulo de detección y la posición de la unidad móvil se determina utilizando los primeros puntos de referencia detectados. De esta manera, el módulo de detección generado se utiliza ventajosamente para su propia determinación de la posición, por ejemplo, para lograr una determinación de la posición más exacta.

Se utiliza especialmente un procedimiento de ventana deslizante para detectar los puntos de referencia a la vista de los datos de entorno. En este proceso, los datos de entorno registrados se cuadriculan mediante una "ventana deslizante" y el contenido de cada campo de la cuadrícula se examina mediante módulos de detección en busca de estructuras que coincidan con puntos de referencia.

El procedimiento se realiza sobre todo de forma iterativa, pudiéndose actualizar el módulo de detección en determinados intervalos. Además, el módulo de detección generado se puede utilizar para la determinación de la posición con el fin de generar nuevos módulos de detección que aún no existen por medio del procedimiento.

En otra forma de realización perfeccionada, los datos de entrenamiento comprenden una cantidad parcial de los datos de entorno registrados, generándose la cantidad parcial a la vista de las informaciones de posición sobre los primeros puntos de referencia. De este modo, los datos de entrenamiento se pueden generar de manera especialmente específica para el primer tipo de puntos de referencia.

En particular, una parte de los datos de entorno registrados se emplea para la generación de los datos de entrenamiento, pudiéndose utilizar una pluralidad de partes de datos de entorno registrados en diferentes momentos, lugares y condiciones. Para definir la parte, se puede definir un cuadro delimitador que defina la parte de los datos de entorno; se puede utilizar, por ejemplo, secciones de tamaño y forma determinados.

Se tienen en cuenta las posiciones en las que se encuentran las partes de datos de entorno, y se cotejan con las informaciones de posición de los datos del mapa para los primeros puntos de referencia. Por ejemplo, los datos del mapa incluyen información sobre la posición de un primer punto de referencia específico y una parte de los datos de entorno correspondiente a esta posición se utiliza para generar los datos de entrenamiento. Por consiguiente, los datos de entrenamiento comprenden datos de entorno registrados en posiciones correspondientes a las posiciones de los primeros puntos de referencia según los datos del mapa.

En una forma de realización, los datos del mapa comprenden información adicional sobre los puntos de referencia del primer tipo de puntos de referencia. En otra variante de realización, la información adicional es registrada por otra fuente. Esto facilita ventajosamente la localización de estos puntos de referencia en los datos de entorno.

Tales informaciones adicionales se pueden referir, por ejemplo, a un cuadro delimitador adecuado para recortar los puntos de referencia de los datos circundantes o para seleccionar una ventana adecuada en el procedimiento de la ventana deslizante; se pueden indicar, por ejemplo, una forma y un tamaño aproximados de los puntos de referencia. Este tamaño también puede especificarse, por ejemplo, como el radio de un círculo o a la vista de los semiejes de una elipse. Además, se pueden incluir una orientación, un color y otras características para permitir el reconocimiento de un punto de referencia del primer tipo de puntos de referencia.

Así, la detección se puede limitar, por ejemplo, a estructuras estrechas y alineadas verticalmente de un determinado tamaño y color, lo que ya corresponde a una buena primera aproximación para la generación de un módulo de detección de bocas de riego, por ejemplo. Alternativa o adicionalmente, se puede indicar el radio de un círculo que normalmente rodea una superficie ocupada por los puntos de referencia de un tipo de puntos de referencia.

En una forma de realización del procedimiento, las informaciones adicionales comprenden una asignación del primer tipo de puntos de referencia a un tipo de puntos de referencia genérico. Esto facilita ventajosamente la generación del primer módulo de detección.

El tipo de puntos de referencia genérico puede comprender, por ejemplo, un grupo mayor de tipos de puntos de referencia. Si ya existe un módulo de detección correspondiente para el tipo de puntos de referencia genérico, los posibles candidatos para el primer tipo de puntos de referencia ya se pueden restringir a estos puntos de referencia. Al generar el primer módulo de detección, se determina especialmente cuáles son las particularidades comunes que presentan los puntos de referencia asignados al primer tipo de puntos de referencia en comparación con otros puntos de referencia del tipo de puntos de referencia genérico.

Según la invención, el primer módulo de detección se genera mediante un procedimiento de aprendizaje automático. De este modo, la generación resulta especialmente sencilla y rápida. Se pueden utilizar diversos procedimientos en sí conocidos, por ejemplo, procedimientos de aprendizaje profundo, una máquina de vectores de apoyo u otros procedimientos estadísticos. Alternativa o adicionalmente, se pueden utilizar otros procedimientos, en particular los correspondientes al procesamiento de imágenes.

En una variante de realización perfeccionada, el primer módulo de detección se genera si los datos de entrenamiento cumplen un criterio de calidad. Así se garantiza ventajosamente una calidad suficiente del primer módulo de detección generado.

Se puede establecer, por ejemplo, un valor umbral para evaluar al menos un cierto número de secciones de los datos de entorno para la generación del primer módulo de detección. Además, la calidad de los datos de entorno, especialmente para las distintas secciones, se puede cuantificar y comparar con un valor umbral, por ejemplo, para excluir los datos de entorno con una calidad de detección deficiente. También se puede comprobar si los datos de entrenamiento se generaron utilizando datos de entorno registrados en determinadas condiciones de registro, por ejemplo, en diferentes posiciones, desde diferentes direcciones en relación con los puntos de referencia, en diferentes condiciones meteorológicas o en diferentes condiciones de iluminación o momentos del día. Así se puede garantizar que un módulo de detección generado con los datos de entrenamiento será fiable para la detección incluso en el futuro.

De acuerdo con la invención, al generar el primer módulo de detección se determina una correlación para los datos de entrenamiento y se comprueba si la correlación supera un valor umbral. Según la invención, el procedimiento de aprendizaje automático utilizado se basa en comparar secciones de los datos de entorno que comprenden los datos de entrenamiento entre sí y/o con ejemplos negativos sin los puntos de referencia y en determinar correlaciones. De este modo se garantiza ventajosamente que el reconocimiento de los puntos de referencia funciona de forma fiable.

En particular, se comprueba si el reconocimiento de los puntos de referencia del primer tipo de puntos de referencia es fiable incluso en el caso de controles negativos, es decir, si en los conjuntos de datos de entorno, en los que no existe el primer tipo de puntos de referencia, realmente no se detectan puntos de referencia de este tipo.

En otra forma de realización, el primer módulo de detección es generado por una unidad de aprendizaje integrada en la unidad móvil. La generación se produce ventajosamente de forma independiente por parte de la unidad móvil y, por lo tanto, no depende de otras unidades. En particular, no es necesario transmitir informaciones a otra unidad, en la que pudieran surgir problemas en relación con los aspectos de protección de datos.

El primer módulo de detección se puede transmitir a continuación a una unidad externa. También se puede poner a disposición de otras unidades móviles, por ejemplo, directamente a través de una conexión de datos directa o indirectamente a través de un servidor externo.

En una variante de realización perfeccionada, los datos de entrenamiento se transmiten a una unidad externa. El primer módulo de detección es generado por la unidad externa y el primer módulo de detección es transmitido a la unidad móvil. El primer módulo de detección puede ponerse a disposición de otras unidades. De este modo, los complicados procesos informáticos se pueden desplazar ventajosamente fuera de la unidad móvil. Se prevén especialmente precauciones en sí conocidas para garantizar la necesaria protección de datos.

En otra forma de realización, se genera a la vista de los datos de entrenamiento una emisión y se pide al usuario que confirme los datos de entrenamiento. Esto permite ventajosamente un control manual de la calidad de los datos de entrenamiento.

Por ejemplo, la emisión puede comprender secciones de imágenes de cámara que, según los datos del mapa, han de corresponder a las posiciones de los primeros puntos de referencia. El usuario puede comprobar después si los primeros puntos de referencia están realmente incluidos en las secciones. Si es necesario, en su caso, cabe la posibilidad de confirmar o rechazar secciones.

El sistema de posicionamiento de la unidad móvil según la invención comprende una unidad de almacenamiento para la puesta a disposición de datos cartográficos que comprenden información de posición para los primeros puntos de referencia de un primer tipo de puntos de referencia. El sistema comprende además una unidad de detección para la detección de datos del entorno, una unidad de localización para la determinación de la posición de la unidad móvil, una unidad de cálculo para la generación y el almacenamiento de datos de entrenamiento a la vista de la posición de la unidad móvil, de los datos de entorno registrados y de la información de posición de los primeros puntos de referencia, y una unidad de aprendizaje diseñada para generar, sobre la base de los datos de entrenamiento, un primer

módulo de detección para la detección de puntos de referencia del primer tipo de puntos de referencia a la vista de los datos de entorno registrados, generándose el primer módulo de detección mediante un procedimiento de aprendizaje automático. Según la invención, al generar el primer módulo de detección, se determina en este proceso una correlación para los datos de entrenamiento y se comprueba si la correlación supera un valor de umbral, basándose

5 el procedimiento de aprendizaje automático utilizado en comparar secciones de los datos de entorno que comprenden los datos de entrenamiento entre sí y/o con ejemplos negativos sin puntos de referencia y en determinar las correlaciones.

El sistema conforme a la invención se ha diseñado especialmente para implementar el procedimiento según la invención descrito anteriormente. El sistema presenta, por lo tanto, las mismas ventajas que el procedimiento según

10 la invención.

En la invención, los puntos de referencia de un tipo determinado son detectados por un módulo de software concreto y las instancias detectadas del tipo de puntos de referencia son posteriormente evaluadas y utilizadas para la determinación de la posición. En el caso del procedimiento se crea un módulo de detección que se puede utilizar para detectar en principio cualquier número de puntos de referencia diferentes de ese tipo determinado. Por medio de otros

15 datos de entorno se pueden detectar especialmente también puntos de referencia no registrados durante el entrenamiento, por ejemplo, porque se añadieron después o porque la unidad móvil se encuentra en un nuevo entorno.

En una forma de realización del sistema según la invención, la unidad de detección comprende una cámara y/o un sensor de radar por infrarrojo, de radar y/o ultrasónico. Por consiguiente, se emplean ventajosamente sensores ya muy extendidos y el sistema puede integrarse de forma rentable, por ejemplo, en los vehículos existentes.

En otra variante de realización, el primer módulo de detección se genera para un tipo de sensor determinado de la unidad de detección. De este modo, la detección de los primeros puntos de referencia se puede llevar a cabo de forma específica para el sensor y con especial fiabilidad. Además, el módulo de detección se puede generar específicamente para los sensores que son particularmente adecuados para la detección de puntos de referencia del primer tipo de

20 puntos de referencia.

Se tiene en cuenta que, en función del tipo de sensor utilizado, se registran datos estructurados de forma diferente. Además, se pueden detectar diferentes características físicas en el entorno de la unidad móvil. Un módulo de detección para un tipo de sensor determinado comprende, por lo tanto, parámetros específicos del sensor para la detección de los puntos de referencia de un tipo de puntos de referencia concreto. También se puede referir a patrones específicos de los sensores mediante los cuales se pueden detectar los puntos de referencia del tipo de puntos de referencia

30 concreto. Por ejemplo, un módulo de detección específico del sensor generado se puede configurar de manera que permita la detección de puntos de referencia de un tipo determinado a la vista de los datos de entorno registrados por medio de un escáner láser, una cámara, una cámara de tiempo de vuelo, un sensor de radar o de radar por infrarrojo o un sensor ultrasónico.

Un vehículo según la invención comprende un sistema para la determinación de la posición de acuerdo con la invención.

35 la invención.

La invención se explica ahora a la vista de ejemplos de realización con referencia a los dibujos.

La figura 1 muestra un vehículo con un ejemplo de realización del sistema para la determinación de la posición según la invención,

la figura 2 muestra un ejemplo de un entorno con diferentes puntos de referencia y

40 la figura 3 muestra un ejemplo del procedimiento según la invención.

Con referencia a la figura 1, se explica un vehículo con un ejemplo de realización del sistema para la determinación de la posición según la invención.

El vehículo 1 comprende una unidad de registro 3 que, a su vez, comprende una cámara 4 y un escáner por infrarrojo 5. El vehículo comprende además una unidad de localización 6. La unidad de registro 3 y la unidad de localización 6

45 están conectadas a una unidad informática 7 que comprende una unidad de aprendizaje 8. A la unidad informática 7 se han conectado además una pantalla táctil 9 y una unidad de memoria 2.

En el ejemplo de realización, la unidad de localización 6 comprende un módulo GPS y un módulo para llevar a cabo una determinación de posición basada en puntos de referencia. En otros ejemplos de realización, se pueden utilizar alternativa o adicionalmente otros procedimientos o combinaciones de éstos.

En otro ejemplo de realización, la unidad de registro 3 comprende otros tipos de sensores o combinaciones de estos sensores. Se puede prever, por ejemplo, un escáner de radar, un sensor ultrasónico o una cámara de tiempo de vuelo. Además, se puede prever una interfaz a través de la cual se pueden recibir los datos registrados por una unidad externa al vehículo.

Con referencia a las figuras 2 y 3 se explica un ejemplo de realización del procedimiento según la invención. Se parte del ejemplo del sistema según la invención explicado anteriormente con referencia a la figura 1, que se especifica aún más con la descripción del procedimiento.

55

En el caso mostrado en la figura 2, el vehículo 1 se encuentra en una calle 20 con un borde de carril izquierdo 21 y un borde de carril derecho 22. En el ejemplo, los bordes de carril 21, 22 están identificados por marcas viales. En un entorno de la calle 20 se encuentran postes de guía 25, así como bocas de riego 24. En el ejemplo de la realización, el vehículo 1 se mueve en dirección de una flecha 23 a lo largo de la calle 20.

En un primer paso del procedimiento 30 se registran los datos del mapa. Estos comprenden información sobre el entorno del vehículo 1, en particular una disposición de características o patrones geográficamente descriptibles. En el ejemplo de la realización, los datos cartográficos comprenden información sobre el desarrollo de la calle 20, la disposición y las características de las marcas del borde izquierdo 21 y del borde derecho 22 de la calle, así como sobre las posiciones y características de los postes de guía 25. Los datos cartográficos comprenden además información sobre las categorías de puntos de referencia a las que corresponden los puntos de referencia en el entorno del vehículo 1. Estas categorías son, por ejemplo, "postes de guía" para los postes de guía 25 y "marcas de carril" para las marcas de los bordes de carril 21, 22. Los datos del mapa pueden comprender además otros puntos de referencia, pudiéndose describir como marcas de referencia generalmente estructuras a las que se puede asignar una posición y que se pueden reconocer a la vista de determinadas características, por ejemplo, mediante el reconocimiento de patrones. En particular, se prevén puntos de referencia semánticos que pueden ser reconocidos como pertenecientes a una determinada categoría de características.

Los datos del mapa comprenden además informaciones, especialmente de posición, sobre las bocas de riego 24 como instancias de un tipo de puntos de referencia "boca de riego". También incluye informaciones adicionales sobre los diferentes tipos de puntos de referencia. En el ejemplo de realización, las informaciones adicionales indican un tamaño que describe un cuadro delimitador o, de forma más simple, un radio de un círculo, por lo que se puede definir una superficie dentro de la cual se pueden representar puntos de referencia de un tipo determinado. Las informaciones adicionales indican, por ejemplo, para el tipo de punto de referencia "poste de guía" que éste está orientado fundamentalmente de forma vertical, que es estrecho y que se extiende hasta una determinada altura. A la vista de estas informaciones se puede generar un marco virtual que puede ser utilizado, por ejemplo, en una detección de puntos de referencia para la reticulación de datos de entorno y en el que se pueden colocar respectivamente los postes de guía 25.

En el ejemplo de la realización, las informaciones adicionales sobre el tipo de punto de referencia "boca de riego" comprende las informaciones de que se trata de un objeto alargado que se extiende en posición vertical desde el suelo, que presenta una sección transversal redonda y un color rojo. En la medida en la que esto sólo es cierto en el caso de una cantidad parcial de las bocas de riego 24 realmente existentes, las informaciones adicionales se pueden dar de manera diferente, o se puede prever otro tipo de puntos de referencia para distintas clases de bocas de riego 24.

Las informaciones de posición abarcada por los datos del mapa para los puntos de referencia comprendidos se pueden indicar en diferentes sistemas de coordenadas. En el ejemplo de la realización, se utiliza un sistema de coordenadas global, como es habitual en la determinación de la posición mediante GPS. Alternativa o adicionalmente, las posiciones se pueden especificar en otro sistema de coordenadas, especialmente en relación con un punto de referencia determinado.

En un segundo paso 31, se registran datos de entorno, lo que se hace de manera conocida por medio de la unidad de registro 3 del vehículo 1. Los datos de sensores se registran en un espacio de registro en el entorno del vehículo 1, determinando el espacio de registro, por ejemplo, un alcance visual o un alcance de los sensores de la unidad de registro 3. Si, además, se reciben datos de entorno registrados por unidades externas al vehículo, el espacio de registro se puede ampliar de manera correspondiente. En el ejemplo de la realización se parte de la base de que los datos de entorno registrados por el vehículo 1 comprenden información sobre todos los puntos de referencia representados, es decir, los bordes de carril 21, 22, los postes de guía 25 y las bocas de riego 24.

Los datos de entorno se registran de forma que se les pueda asignar información espacial en relación con el vehículo 1. Por ejemplo, los píxeles de las imágenes capturadas por la cámara 4 corresponden a un ángulo determinado en relación con el vehículo 1. Para las nubes de puntos capturadas por medio del escáner por infrarrojo 5, se puede determinar, además, para cada punto, un ángulo en el espacio en relación con el vehículo 1, así como una distancia con respecto al vehículo 1. Es decir, la posición de un objeto que puede ser detectado, por ejemplo, por medio de un reflejo en su superficie por la unidad de registro 3, puede ser determinada a la vista de los datos de entorno.

En otro paso 32, se determina la posición del vehículo 1. En el ejemplo de realización, la determinación de la posición tiene lugar en el sistema de coordenadas de los datos cartográficos y comprende además una orientación del vehículo 1, es decir, se determina la postura del vehículo 1 en el sistema de coordenadas de los datos cartográficos. Esta determinación de la posición se lleva a cabo de manera en sí conocida por medio de la unidad de localización 6. Se basa en los datos de un módulo GPS y se optimiza mediante una localización basada en puntos de referencia. En el ejemplo de la realización, se utilizan para ello los postes de guía 25 registrados por el vehículo 1, así como los bordes de carril 21, 22. En el ejemplo de la realización, se supone que en el vehículo 1 no se pueden detectar las bocas de riego 24 en los datos de entorno, por no disponer del correspondiente módulo de detección. A continuación, se crea un módulo de detección de este tipo para las bocas de riego 24.

Para ello, se genera en un paso 33 un conjunto de datos de entrenamiento. En primer lugar, se procede a una transformación de los datos cartográficos en el sistema de coordenadas relativo al vehículo 1. Esto también se puede

hacer a la inversa. A la vista de las informaciones de posición abarcadas por los datos de entorno para las bocas de riego 24, se determina ahora en qué secciones de los datos de entorno registrados se encuentran las bocas de riego 24. Es decir, aunque el vehículo 1 no disponga de un módulo de detección para detectar las bocas de riego 24, se sabe, sin embargo, qué cantidades parciales de datos de entorno deben comprender respectivamente una boca de riego 24 de los datos del mapa. Por lo tanto, se determinan y almacenan secciones de los datos de entorno registrados, y se generan datos de entrenamiento basados en las secciones. En el ejemplo de la realización, se garantizan una magnitud y una calidad suficientes de datos de entrenamiento mediante el uso de valores umbral para comprobar si se incluye un determinado número mínimo de secciones en los datos de entrenamiento. Además, se evalúa la calidad de los recortes, por ejemplo, mediante procedimientos cuantitativos de evaluación de la calidad de imagen. Además del número de secciones, también se tiene en cuenta si fueron capturados bajo un número mínimo de condiciones ambientales diferentes. Por ejemplo, se garantiza que las secciones comprendidas en los datos de entrenamiento fueron capturadas a diferentes horas del día y en distintas condiciones de iluminación.

Si se cumplen estas condiciones para los datos de entrenamiento, se genera en otro paso 34 un módulo de detección para el tipo de puntos de referencia "boca de riego". En el ejemplo de realización, se utiliza para este fin un procedimiento de aprendizaje automático, en el que se realiza un reconocimiento de patrones para las secciones abarcadas por los datos de entrenamiento y se determinan las correlaciones. Estas correlaciones indican especialmente qué patrones comunes se reconocen en las diferentes secciones, que comprenden respectivamente diferentes puntos de referencia del tipo de puntos de referencia "boca de riego". Por medio del procedimiento de aprendizaje automático se genera un módulo de software que puede utilizarse como módulo de detección para detectar puntos de referencia del tipo de boca de riego a la vista de los datos de entorno registrados.

En otra variante de realización, se actualiza un módulo de detección existente. En este caso, los datos de entrenamiento comprenden también el módulo de detección existente, que después puede ser sustituido por un módulo de detección actualizado.

El módulo de detección recién generado se almacena y puede ser utilizado en un paso posterior para la realización de una localización basada en puntos de referencia. En otro ejemplo de realización, el módulo de detección puede ser transferido a una unidad externa que posteriormente lo pone a disposición de otras unidades, en particular de otros vehículos. Además, en otras formas de realización, la generación del nuevo módulo de detección puede ser llevada a cabo por la unidad externa, transmitiéndose con esta finalidad los datos de entrenamiento o las secciones de los datos de entorno registrados a la unidad externa para la generación de datos de entrenamiento. De este modo se pueden externalizar especialmente los procedimientos de aprendizaje automático del vehículo 1, que desde el punto de vista informático requieren un gran esfuerzo.

En otro ejemplo de realización se genera, al crear los datos de entrenamiento, una emisión en la que un usuario solicita la comprobación de las secciones de datos de entorno seleccionadas. Las secciones se visualizan, por ejemplo, en la pantalla táctil 9 del vehículo 1 y el usuario puede decidir si una sección debe ser utilizada para el entrenamiento o si debe ser descartada, por ejemplo, porque no existe ningún punto de referencia del tipo de puntos de referencia deseado identificable en la sección o porque la calidad de los datos del entorno es insuficiente.

En otro ejemplo de realización, las informaciones adicionales de los datos del mapa sobre el tipo de puntos de referencia "boca de riego" comprende una asignación al tipo de puntos de referencia genérico "estructuras alargadas". Si el vehículo 1 ya dispone de un módulo de detección de puntos de referencia de este tipo, éste puede utilizarse para determinar de manera más específica las secciones adecuadas de los datos de entorno. Estas informaciones y, en su caso, un módulo de detección existente, se pueden utilizar además para la generación del nuevo módulo de detección para las bocas de riego.

Lista de referencias

- 1 Unidad móvil; vehículo
- 2 Unidad de almacenamiento
- 3 Unidad de registro
- 4 Cámara
- 5 Escáner por infrarrojo
- 6 Unidad de localización
- 7 Unidad de cálculo
- 8 Unidad de aprendizaje
- 9 Pantalla táctil
- 20 Calle
- 21 Borde de carril izquierdo
- 22 Borde de carril derecho

	23	Flecha
	24	Primeros puntos de referencia; boca de riego
	25	Segundos puntos de referencia; poste de guía
	30	Puesta a disposición de datos cartográficos
5	31	Registro de datos del entorno
	32	Determinación de una posición
	33	Generación de datos de entrenamiento
	34	Creación de un módulo de detección

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el funcionamiento de un sistema para la determinación de la posición para una unidad móvil (1) en el que
 - 5 se proporcionan datos cartográficos que comprenden informaciones de posición para los primeros puntos de referencia (24) de un primer tipo de puntos de referencia; se registran datos del entorno; se determina la posición de la unidad móvil (1); se generan y almacenan, a la vista de la posición de la unidad móvil (1), de los datos de entorno registrados y de las
 - 10 informaciones de posición de los primeros puntos de referencia (24), datos de entrenamiento; se genera, a la vista de los datos de entrenamiento, un primer módulo de detección para la detección de puntos de referencia del primer tipo de puntos de referencia, generándose el primer módulo de detección mediante un procedimiento de aprendizaje automático, caracterizado por que
 - 15 al generar el primer módulo de detección, se determina una correlación para los datos de entrenamiento y se comprueba si la correlación supera un valor umbral, basándose en el procedimiento de aprendizaje automático utilizado en la comparación de secciones de los datos de entorno que comprenden los datos de entrenamiento entre sí y/o con ejemplos negativos sin puntos de referencia y en la determinación de correlaciones.
 - 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que los datos cartográficos comprenden además informaciones de posición para segundos puntos de referencia (25) de un segundo tipo de puntos de referencia; y por que
 - 25 mediante un segundo módulo de detección para el segundo tipo de puntos de referencia se detectan, a la vista de los datos de entorno, los segundos puntos de referencia (25); determinándose la posición de la unidad móvil (1) a la vista de los segundos puntos de referencia detectados (25).
 - 30 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en un momento posterior se detectan, por medio del primer módulo de detección, los primeros puntos de referencia (24); y por que la posición de la unidad móvil (1) se determina a la vista de los primeros puntos de referencia detectados (24).
 - 35 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los datos del mapa comprenden informaciones adicionales sobre los puntos de referencia del primer tipo de puntos de referencia.
 - 40 5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que las informaciones adicionales comprenden una asignación del primer tipo de punto de referencia a un tipo de puntos de referencia genérico.
 - 45 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que se genera el primer módulo de detección cuando los datos de entrenamiento satisfacen un criterio de calidad, especificándose un valor umbral mediante el cual se comprueba si los datos de entrenamiento comprenden un número mínimo de secciones.
 - 50 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el primer módulo de detección es generado por una unidad de aprendizaje (8) integrada en la unidad móvil (1).
 - 55 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que los datos de entrenamiento se transmiten a una unidad externa; el primer módulo de detección es generado por la unidad externa; y el primer módulo de detección se transmite a la unidad móvil (1).
 - 60 9. Un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que a la vista de los datos de entrenamiento se genera una emisión; y se pide a un usuario que confirme los datos de entrenamiento.
 - 65 10. Sistema para la determinación de la posición para una unidad móvil (1) que comprende

- una unidad de almacenamiento (2) para la puesta a disposición de datos cartográficos que comprenden informaciones de posición para los primeros puntos de referencia (24) de un primer tipo de puntos de referencia;
 una unidad de registro (3) para el registro de datos de entorno;
 una unidad de localización (6) para la determinación de la posición de la unidad móvil (1);
 5 una unidad de cálculo (7) para la generación y el almacenamiento de datos de entrenamiento basados en la posición de la unidad móvil (1), los datos de entorno adquiridos e informaciones de posición de los primeros puntos de referencia (24); y
 una unidad de aprendizaje (8) concebida para generar, a la vista de los datos de entrenamiento, un primer módulo de detección para la detección de puntos de referencia del primer tipo de puntos de referencia por medio de los datos de
 10 entorno registrados,
 generándose el primer módulo de detección mediante un procedimiento de aprendizaje automático,
 caracterizado por que
 al generar el primer módulo de detección, se determina una correlación para los datos de entrenamiento y se
 comprueba si la correlación supera un valor umbral,
 15 basándose el procedimiento de aprendizaje automático utilizado en la comparación de secciones de los datos del entorno que comprenden los datos de entrenamiento entre sí y/o con ejemplos negativos sin puntos de referencia y en la determinación de correlaciones.
11. Sistema para la determinación de la posición según la reivindicación 10,
 20 caracterizado por que
 la unidad de registro (3) comprende una cámara (4) o un radar por infrarrojo (5), un radar y/o un sensor ultrasónico.
12. Sistema para la determinación de la posición según la reivindicación 10 u 11,
 caracterizado por que
 25 el primer módulo de detección se genera para un tipo de sensor determinado de la unidad de registro (3).

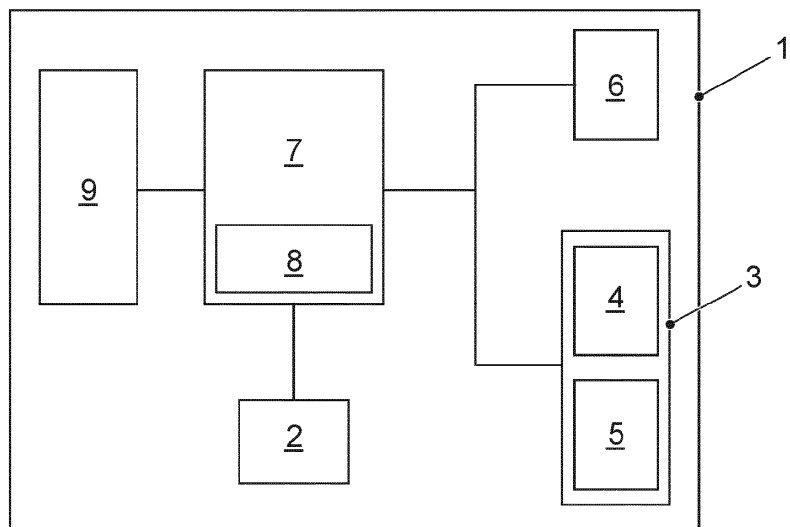


FIG. 1

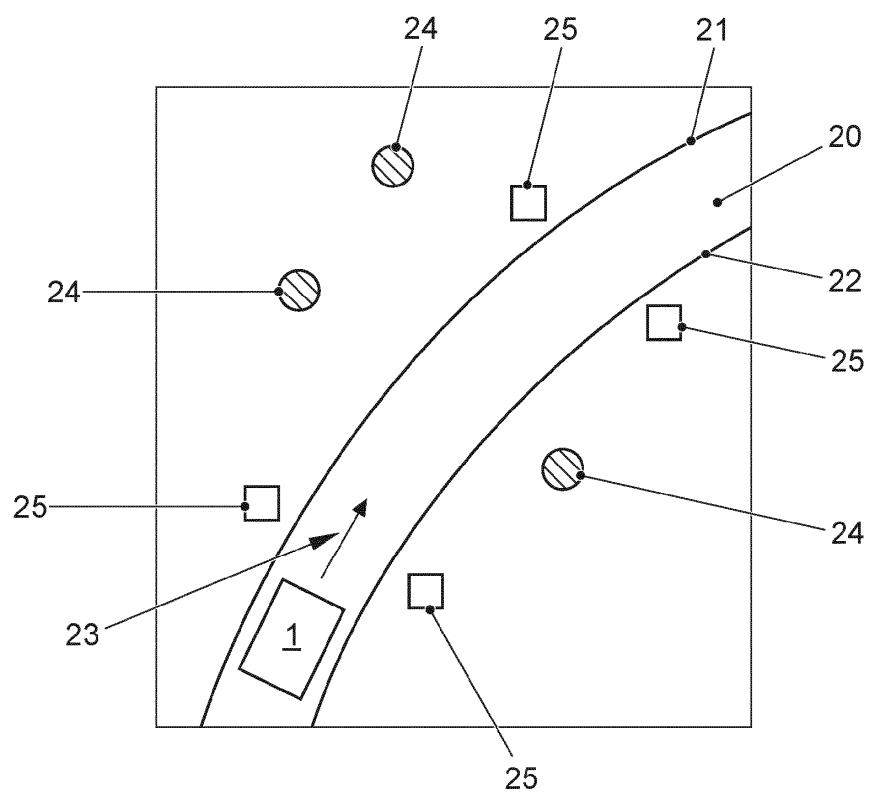


FIG. 2

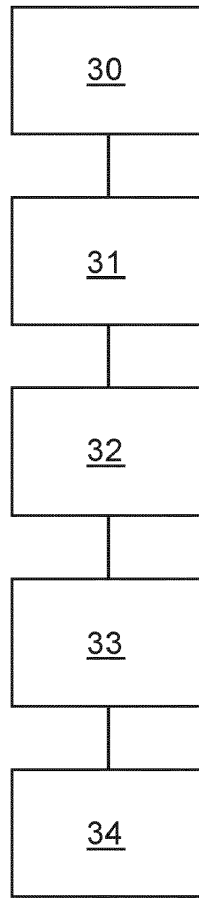


FIG. 3