

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 826 856**

51 Int. Cl.:

G01C 11/00 (2006.01)

G01S 13/89 (2006.01)

G01S 17/89 (2010.01)

B61L 25/02 (2006.01)

B61L 3/00 (2006.01)

B61L 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.08.2017 PCT/EP2017/071143**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.03.2018 WO18041672**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.08.2017 E 17761050 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2020 EP 3475144**

54 Título: **Concepto para crear un mapa digital**

30 Prioridad:

02.09.2016 DE 102016216618

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

19.05.2021

73 Titular/es:

**SIEMENS MOBILITY GMBH (100.0%)
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, DE**

72 Inventor/es:

**BAHLMANN, CLAU;
KLIER, CHRISTIAN y
NOURANI-VATANI, NAVID**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 826 856 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

Concepto para crear un mapa digital

La invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para crear un mapa digital. La invención también se refiere a un vehículo ferroviario así como a un programa informático.

- 5 En el transporte ferroviario resulta ventajoso conocer las posiciones de los vehículos ferroviarios. Los conceptos de localización conocidos se basan, por ejemplo, en sensores GPS o en la odometría para localizar los vehículos ferroviarios.

El documento de solicitud de patente alemana DE 101 04 946 A1 muestra un procedimiento y un dispositivo para determinar la posición actual y para supervisar la trayectoria prevista de un objeto, por ejemplo, un vehículo ferroviario.

- 10 El documento de solicitud de patente alemana DE 10 2010 033 372 A1 muestra un procedimiento y un sistema para determinar la posición de un vehículo ferroviario. La posición del vehículo ferroviario se puede determinar mediante una unidad de procesamiento SLAM.

El documento de solicitud de patente alemana DE 10 2012 215 533 A1 muestra una determinación de la posición de un vehículo ferroviario.

- 15 El documento de solicitud de patente alemana DE 10 2007 009 772 A1 muestra un dispositivo y un procedimiento para determinar información de ubicación en función de la vía.

El objetivo en el que se basa la invención puede verse en el hecho de proporcionar un concepto eficaz para la creación de un mapa digital.

- 20 Este objetivo se consigue mediante el objeto respectivo de las reivindicaciones independientes. Configuraciones ventajosas de la invención son objeto de las reivindicaciones en cada caso dependientes.

Se proporciona un procedimiento para crear un mapa digital utilizando un vehículo ferroviario que presenta un equipo de detección del entorno, en donde se detecta un entorno del vehículo ferroviario por medio del equipo de detección del entorno mientras el vehículo recorre una vía, en donde se crea un mapa digital del entorno sobre la base del entorno detectado.

- 25 Se proporciona un dispositivo para crear un mapa digital, que comprende un equipo de detección del entorno que está configurado para detectar un entorno del vehículo ferroviario mientras un vehículo ferroviario recorre una vía, y un procesador que está configurado para crear un mapa digital del entorno sobre la base del entorno detectado.

Se proporciona un vehículo ferroviario que comprende el dispositivo para crear un mapa digital.

- 30 Se proporciona un programa informático que comprende un código de programa para llevar a cabo el procedimiento para crear un mapa digital cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

La invención se basa en el reconocimiento de que el objetivo anterior se puede lograr creando el mapa digital sobre la base del entorno detectado, lo que en particular tiene la ventaja técnica de que el mapa digital se puede crear de manera eficaz sin que sean en absoluto necesarios puntos de referencia o medios de medición externos adicionales, colocados por ejemplo en el borde de la vía.

- 35 En particular, se consigue la ventaja técnica, por ejemplo, de que no es necesario realizar mediciones externas para crear el mapa digital.

"Externo" debe entenderse en este caso, en particular, en relación con el vehículo ferroviario.

- 40 El hecho de que el entorno se detecte por medio del vehículo ferroviario mientras se recorre la vía tiene la ventaja técnica, por ejemplo, de que el entorno se puede detectar eficazmente. En particular, esto tiene la ventaja técnica de que precisamente el entorno se detecta en el marco de la creación del mapa digital, que posteriormente también se puede detectar en el marco de la localización del vehículo ferroviario por medio del equipo de detección del entorno. Por tanto, se puede realizar una comparación de forma eficaz.

Según una forma de realización está previsto que el mapa digital se cree utilizando un procedimiento SLAM.

En particular, esto tiene la ventaja técnica de que el mapa digital se puede crear eficazmente.

La abreviatura "SLAM" significa "Simultaneous Localization and Mapping", lo que se puede traducir como "localización y creación de mapas simultáneas".

5 Los procedimientos SLAM ya son conocidos como tal en robótica. Sobre la base de estos procedimientos, un robot móvil, por ejemplo, crea simultáneamente un mapa de su entorno y estima su posición y orientación ("pose") dentro de este mapa.

10 Por ejemplo, los procedimientos SLAM comprenden uno o más de los siguientes procedimientos: EKF SLAM ("Extended Kalman Filter"), por ejemplo, SEIF (Space Extended Information Filter), UKF (Uncented Kalman Filter), SLAM con filtros de partículas, por ejemplo, Fast SLAM, procedimientos basados en cuadrículas con filtros de partículas de tipo Rao-Blackwell, DP-SLAM, "Expectation -Maxilation-Filter", técnicas basadas en gráficos, por ejemplo Graph SLAM, TORO, HOG-Man, Tree Map, técnicas de relajación, técnicas de suavizado.

Por tanto, un procedimiento SLMA es, por ejemplo, un procedimiento basado en cuadrículas, en particular un procedimiento de filtro de partículas basado en cuadrículas.

15 Los procedimientos SLAM suelen tener la desventaja de que producen grandes cantidades de datos, lo que es un problema en el sector de la automoción o en la robótica, por ejemplo. Sorprendentemente, sin embargo, se encontró que en el sector de los vehículos ferroviarios solo se genera una fracción de la cantidad de datos en comparación con el sector de la automoción o la robótica. Esto se debe, en particular, al hecho de que una red ferroviaria representa un espacio en gran medida cerrado y es significativamente menos complejo que una red de carreteras. Por lo tanto, los procedimientos SLMA se pueden utilizar de manera ventajosa y eficaz en vehículos ferroviarios en comparación con el sector de la automoción o con la robótica.

20 Los procedimientos SLAM se basan en particular en que el mapa digital se crea o construye de forma incremental.

Esto significa que, de acuerdo con una forma de realización, el mapa digital se construye de forma incremental.

Esto significa, en particular, que, por ejemplo, inicialmente no existe un mapa digital, por lo que el mapa digital se crea desde cero, por ejemplo.

25 Por ejemplo, está previsto que una posición momentánea del vehículo ferroviario defina el origen de un sistema de coordenadas en el mapa digital. Así, por ejemplo, está previsto que se realice una primera detección del entorno desde la posición momentánea, de modo que, por ejemplo, el entorno detectado se integre con la posición momentánea en el mapa digital.

Después de esta primera detección del entorno, está previsto, por ejemplo, que se realice una segunda detección del entorno desde una nueva posición del vehículo ferroviario como resultado de la circulación por la vía.

30 La primera y la segunda detección del entorno se superpondrán parcialmente, de modo que parte del entorno conocido a partir de la primera detección es reconocido por la nueva posición. En este sentido, la nueva posición también detecta un área nueva del entorno, hasta ese momento desconocida.

35 Por ejemplo, se calcula un movimiento del vehículo ferroviario a partir de la superposición de modo que se conozca su posición absoluta (nueva posición) con respecto al origen del sistema de coordenadas, de modo que el segundo entorno detectado pueda integrarse o, respectivamente, se integre en el mapa digital con la nueva posición. Sobre la base de este modo de proceder, el mapa digital se expande o construye de forma incremental hasta que se hay medido una región determinada.

40 De acuerdo con la invención está previsto que, cuando se detecta una vía adyacente en el entorno detectado, se estime una posición de la vía adyacente con respecto a la vía recorrida por el vehículo ferroviario, incluyéndose la posición estimada de la vía adyacente en el mapa digital.

Esto tiene la ventaja técnica, por ejemplo, de que la vía adyacente ya no tiene que ser recorrida por el vehículo ferroviario para integrarla en el mapa digital. En particular, esto tiene la ventaja técnica de que el mapa digital se puede crear eficazmente.

45 De acuerdo con una forma de realización está previsto que la creación de los mapas digitales comprenda limpiar el entorno detectado de objetos interferentes.

En particular, esto tiene la ventaja técnica de que el mapa digital creado está libre de objetos interferentes. Como resultado, la comparación en el marco de la localización del vehículo ferroviario se puede llevar a cabo de manera especialmente eficaz y precisa.

- 5 Son objetos interferentes, por ejemplo, artefactos en la detección del entorno, es decir, por ejemplo, en la detección de datos del sensor del entorno, pueden surgir artefactos, por ejemplo, debido a reflejos de señal no deseados o ser objetos que se encuentran en la imagen del sensor pero no son estacionarios o, respectivamente, cambian con el tiempo. Un ejemplo de tales objetos son peatones a lo largo de la ruta, es decir, de la vía, o también la vegetación que cambia naturalmente a lo largo de las estaciones del año o es retirada o podada manualmente. Los datos correspondientes a los artefactos o, respectivamente, objetos se filtran entonces a mano, por ejemplo, o, respectivamente, se utilizan algoritmos que reconocen y eliminan los objetos interferentes, estando previsto, por ejemplo, en el marco del uso de tales algoritmos, que una determinada vía, es decir, un determinado entorno, se recorra varias veces para poder identificar las diferencias a lo largo del tiempo.
- 10 De acuerdo con una forma de realización está previsto que, sobre la base del entorno detectado, se determine una trayectoria recorrida del vehículo ferroviario, de modo que, sobre la base de la trayectoria recorrida determinada, se determine una trayectoria de la vía, incluyéndose la trayectoria de la vía en el mapa digital.
- 15 En particular, esto tiene la ventaja técnica de que el mapa digital se puede crear eficazmente. En particular, se dispone así de un mapa digital para la localización del vehículo ferroviario, que comprende la información acerca de cómo es el trayecto de una vía. Como resultado, el vehículo ferroviario se puede localizar de manera eficaz.
- Según otra forma de realización más, está previsto que la detección del entorno comprenda que el entorno se detecte en cada caso en varios planos.
- Varios planos se refiere a una detección del entorno en las tres dimensiones. Eso significa, en particular, que el entorno se detecta tridimensionalmente.
- 20 En comparación con la detección 2D, la precisión y, en particular, la robustez de la detección del entorno aumentan de manera ventajosa. Si, por ejemplo, en comparación, un escáner láser solo detecta los datos de un plano, hay mucha menos información disponible para la posterior relocalización.
- Además, ya no se depende de la orientación exacta del sensor del entorno, que depende, por ejemplo, de los movimientos del vehículo ferroviario y del sustrato.
- 25 Esto significa, en particular, que los movimientos del vehículo ferroviario y los diferentes sustratos se pueden compensar eficazmente de manera ventajosa mediante la detección tridimensional del entorno.
- Según una forma de realización está previsto que el equipo de detección del entorno comprenda uno o más sensores de entorno. Los sensores de entorno están configurados iguales o diferentes, por ejemplo.
- 30 Un sensor de entorno en el sentido de la descripción es, por ejemplo, uno de los siguientes sensores de entorno: sensor de radar, sensor LIDAR, sensor láser, sensor de vídeo, en particular sensor de vídeo de una videocámara, sensor magnético, sensor ultrasónico y sensor de infrarrojos, escáner láser.
- Por ejemplo, el sensor LIDAR está constituido por un escáner LIDAR. Esto significa, por ejemplo, que el equipo de detección del entorno comprende un escáner LIDAR.
- Por ejemplo, el equipo de detección del entorno comprende una videocámara 3D.
- 35 Eso significa en particular que, de acuerdo con una forma de realización, está previsto que el equipo de detección del entorno esté configurado para detectar el entorno tridimensionalmente con el fin de determinar un entorno tridimensional detectado.
- De acuerdo con una forma de realización está previsto que el dispositivo para crear un mapa digital esté configurado o diseñado para realizar o llevar a cabo el procedimiento para crear un mapa digital.
- 40 Según una forma de realización está previsto que el procedimiento para crear un mapa digital se realice o se lleve a cabo mediante el dispositivo para crear un mapa digital.
- Las funcionalidades técnicas del dispositivo para crear un mapa digital se desprenden análogamente de las correspondientes funcionalidades técnicas del procedimiento para crear un mapa digital y viceversa.
- 45 Por tanto, las características del dispositivo se desprenden análogamente de las correspondientes características del procedimiento y viceversa.

Según una forma de realización está previsto que el procesador esté configurado para crear el mapa digital utilizando un procedimiento SLAM.

5 De acuerdo con la invención está previsto que el procesador esté configurado para, en caso de detectarse una vía adyacente en el entorno detectado, estimar una posición de la vía adyacente con respecto a la vía recorrida por el vehículo ferroviario, estando configurado el procesador para incluir la posición estimada de la vía adyacente en el mapa digital.

La inclusión en el mapa digital significa, en particular, la integración en el mapa digital.

Según una forma de realización, está previsto que el procesador esté configurado para limpiar el entorno detectado de objetos interferentes.

10 Según una forma de realización está previsto que el procesador esté configurado para determinar una trayectoria recorrida del vehículo ferroviario sobre la base del entorno detectado, estando configurado el procesador para determinar una trayectoria de la vía sobre la base de la trayectoria determinada, estando configurado el procesador para incluir la trayectoria de la vía en el mapa digital.

15 Según una forma de realización está previsto que el equipo de detección del entorno esté configurado para detectar el entorno en cada caso en varios planos.

Según una forma de realización está previsto que se determine un rasgo característico en el entorno detectado, comprendiendo la comparación que el rasgo característico determinado se compare con el mapa digital.

Esto tiene la ventaja técnica, por ejemplo, de que la comparación se puede realizar de manera eficaz.

20 Un rasgo característico es, por ejemplo, uno de los siguientes rasgos característicos: elemento de infraestructura, por ejemplo, puente, edificio, por ejemplo, estación de tren. Por ejemplo, varios rasgos característicos se determinan en el entorno registrado, comprendiendo la comparación que los rasgos característicos determinados se comparen con el mapa digital.

25 Esto significa que en el marco de la comparación del rasgo característico determinado con el mapa digital, se realiza una búsqueda del rasgo característico determinado en el mapa digital, pudiendo localizarse o, respectivamente, localizándose el vehículo ferroviario en el mapa digital, por ejemplo, en caso de coincidencia.

30 Un rasgo característico es, en particular, todo objeto que interrumpe la monotonía a lo largo de la vía, es decir, del tramo. En un tramo ferroviario estándar (en particular desde el punto de vista de los sensores de entorno) hay muchos elementos repetitivos y similares (por ejemplo: carriles, traviesas, mástiles de catenaria), por lo que una determinación unívoca de la posición suele ser difícil. Cada elemento de la infraestructura que identifica de manera unívoca una ubicación (señal o, respectivamente, combinación de señales, andén, etc.) aumenta la precisión de la relocalización en el mapa digital (en particular en función del área de búsqueda).

Según una forma de realización está previsto que el procesador esté configurado para determinar un rasgo característico en el entorno registrado, estando configurado el procesador para comparar el rasgo característico determinado con el mapa digital.

35 Según una forma de realización está previsto que el procesador esté configurado para determinar una primera posición del vehículo ferroviario sobre la base de la comparación, estando configurado el procesador para comparar la primera posición con una trayectoria de una o más vías comprendidas en el mapa digital con el fin de localizar el vehículo ferroviario según la vía.

40 Está previsto que el vehículo ferroviario esté configurado o diseñado para realizar o llevar a cabo el procedimiento de creación de un mapa digital.

La expresión "o, respectivamente," incluye en particular la expresión "y/o".

Un vehículo ferroviario en el sentido de la descripción es, por ejemplo, motorizado o no motorizado.

Un vehículo ferroviario es, por ejemplo, uno de los siguientes vehículos ferroviarios: locomotora, rama automotriz, automotor, vagón, dresina.

45 Las propiedades, características y ventajas de esta invención descritas anteriormente así como la manera en que se logran se harán más claras y se entenderán más claramente en relación con la siguiente descripción de los ejemplos

de realización, que se explican con más detalle en relación con los dibujos, en los que muestran

la Fig. 1 un diagrama de flujo de un procedimiento para crear un mapa digital,

la Fig. 2 un dispositivo para crear un mapa digital,

la Fig. 3 un diagrama de flujo de un procedimiento para localizar un vehículo ferroviario,

5 la Fig. 4 un dispositivo para localizar un vehículo ferroviario y

la Fig. 5 un vehículo ferroviario.

La figura 1 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para crear un mapa digital utilizando un vehículo ferroviario que presenta un equipo de detección del entorno.

10 De acuerdo con una etapa 101, está previsto que mientras el vehículo ferroviario recorre una vía, el entorno del vehículo ferroviario sea detectado por medio del equipo de detección del entorno. De acuerdo con una etapa 103, está previsto que se cree un mapa digital del entorno sobre la base del entorno detectado.

El mapa digital se crea, por ejemplo, sobre la base de un procedimiento SLAM. Esto significa que, para la creación, se utiliza en particular un procedimiento SLAM.

La figura 2 muestra un dispositivo 201 para crear un mapa digital.

15 El dispositivo 201 comprende un equipo de detección del entorno 203 que está configurado para detectar un entorno del vehículo ferroviario mientras un vehículo ferroviario recorre una vía.

El dispositivo 201 comprende un procesador 205 que está configurado para crear un mapa digital del entorno sobre la base del entorno detectado.

20 La figura 3 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para localizar un vehículo ferroviario que presenta un equipo de detección del entorno.

De acuerdo con una etapa 301, está previsto que se detecte un entorno del vehículo ferroviario mediante la detección del entorno. El entorno se detecta, por ejemplo, mientras el vehículo ferroviario recorre una vía.

De acuerdo con una etapa 303, está previsto que el entorno detectado se compare con un mapa digital para localizar el vehículo ferroviario.

25 Según una forma de realización, está previsto que el vehículo ferroviario se localice sobre la base de la comparación en el mapa digital.

La figura 4 muestra un dispositivo 401 para localizar un vehículo ferroviario.

30 El dispositivo 401 comprende un equipo de detección del entorno 403 que está configurado para detectar un entorno del vehículo ferroviario. El equipo de detección del entorno 403 está configurado, en particular, para detectar un entorno del vehículo ferroviario mientras el vehículo ferroviario recorre una vía.

El dispositivo 401 comprende un procesador 405, que está configurado para comparar el entorno detectado con un mapa digital para localizar el vehículo ferroviario.

Según una forma de realización, el equipo de detección del entorno 403 del dispositivo 401 es el equipo de detección del entorno 203 del dispositivo 201.

35 Según una forma de realización, el procesador 405 del dispositivo 401 es el procesador 205 del dispositivo 201.

Esto significa, por ejemplo, que el dispositivo para localizar un vehículo ferroviario también se puede utilizar como dispositivo para crear un mapa digital y viceversa. Esto significa, por ejemplo, que el procesador está configurado para crear un mapa digital del entorno sobre la base en el entorno detectado, al mismo tiempo que el procesador está configurado para comparar el entorno detectado con un mapa digital para localizar el vehículo ferroviario.

40 La figura 5 muestra un vehículo ferroviario 501.

El vehículo ferroviario 501 comprende el dispositivo 401 de la figura 4. En aras de la claridad, el equipo de detección del entorno 403 y el procesador 405 no se muestran.

En otra forma de realización, el vehículo ferroviario 501 comprende el dispositivo 201 de la Figura 2 además o en lugar del dispositivo 401.

- 5 El principio básico de un procedimiento SLAM se basa, en particular, en una creación incremental del mapa digital mientras el vehículo ferroviario recorre una vía.

Según una forma de realización, la creación del mapa digital comprende actualizar un mapa digital ya proporcionado.

- 10 Por medio del equipo de detección del entorno, que comprende, por ejemplo, sensores ópticos, pudiendo registrar los sensores ópticos información de profundidad del entorno, por ejemplo, es posible de manera ventajosa determinar una posición muy precisa, en particular con precisión en el orden de los centímetros, del vehículo ferroviario sobre la base del procedimiento SLAM. Esto permite ventajosamente la localización del vehículo ferroviario según la vía. Esto significa, por ejemplo, que sobre la base del concepto de acuerdo con la invención, es posible asociar un vehículo ferroviario a una vía específica de entre varias vías.

- 15 La creación del mapa digital comprende, por ejemplo, recorrer una o más vías, detectándose un entorno del vehículo ferroviario mientras se recorre o se circula por la vía. Así, por ejemplo, se dispone de información 3D sobre el entorno. La información 3D sobre el entorno se determina, por ejemplo, mediante un escáner LIDAR. Un escáner LIDAR detecta, por ejemplo, el entorno del vehículo ferroviario en diferentes niveles.

Las expresiones "circular por una vía" y "recorrer una vía" se pueden utilizar como sinónimos en el sentido de la descripción.

- 20 En particular, no es necesario circular con el vehículo ferroviario por todas las vías para crear el mapa digital. En un tramo que comprende varias vías, puede bastar con circular por una de las vías con una correspondiente detección del entorno para estimar la posición de las vías adyacentes, que discurren, por ejemplo, paralelas a la vía, e incluirlas o integrarlas en el mapa digital.

- 25 Sobre la base de la detección del entorno, está previsto, por ejemplo, que se genere información de seguimiento. La generación de información de seguimiento significa, en particular, que se determina una trayectoria recorrida del vehículo ferroviario. Sobre la base de la trayectoria recorrida, es decir, sobre la base de la información de seguimiento, se determina una trayectoria de la vía recorrida, por ejemplo, de tal modo que la trayectoria de la vía se integre o incluya o, respectivamente, se pueda integrar o incluir en el mapa digital.

- 30 Por ejemplo, está previsto limpiar automática y/o manualmente el entorno detectado o, respectivamente, el mapa digital de objetos interferentes. Esto significa que se eliminan objetos interferentes en el mapa digital o, respectivamente, en el entorno detectado. Por ejemplo, la eliminación se realiza automáticamente. La eliminación se puede realizar manualmente adicionalmente o en lugar de la eliminación automática.

- 35 La localización del vehículo ferroviario se basa en una detección del entorno mediante el equipo de detección del entorno, comparándose el escenario actual (el entorno detectado actualmente) con los datos del mapa almacenados (el mapa digital creado como parte del procedimiento de creación de un mapa digital). La comparación se lleva a cabo, en particular, sobre la base de una comparación de rasgos característicos en el entorno detectado actualmente y en el mapa digital.

- 40 Por ejemplo, está prevista una comparación de la posición del vehículo ferroviario con una posible trayectoria de la vía. Esto significa que una primera posición del vehículo ferroviario se determina inicialmente sobre la base de la comparación, comparándose la primera posición con una trayectoria de una o más vías registradas en el mapa digital con el fin de localizar el vehículo ferroviario según la vía, localizándose el vehículo ferroviario, por ejemplo, según la vía sobre la base de esta comparación.

- 45 Por tanto, la invención presenta en particular la ventaja de que es posible la localización de un vehículo ferroviario según la vía. En particular, la invención presenta la ventaja de que se puede crear un mapa digital de alta precisión sobre cuya base se pueden localizar vehículos ferroviarios de manera eficaz.

El concepto de acuerdo con la invención hace posible que no necesariamente tengan que recorrerse o tenga que circularse por todas las vías para la creación del mapa digital.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para crear un mapa digital utilizando un vehículo ferroviario (501) que presenta un equipo de detección del entorno (203), en donde el entorno del vehículo ferroviario (501) es detectado (101) por medio del equipo de detección del entorno (203) mientras el vehículo ferroviario (501) recorre una vía, en donde se crea (103) un mapa digital del entorno sobre la base del entorno detectado, en donde, en caso de detectarse una vía adyacente en el entorno detectado, se estima una posición de la vía adyacente con respecto a la vía recorrida por el vehículo ferroviario (501), en donde la posición estimada de la vía adyacente se incluye en el mapa digital.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde el mapa digital se crea utilizando un procedimiento SLAM.
- 10 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la creación (103) de los mapas digitales comprende limpiar el entorno detectado de objetos interferentes.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde, sobre la base del entorno detectado, se determina una trayectoria recorrida del vehículo ferroviario (501), de modo que, sobre la base de la trayectoria recorrida determinada, se determina una trayectoria de la vía, en donde la trayectoria de la vía se incluye en el mapa digital.
- 15 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la detección (101) del entorno comprende que el entorno se detecte en cada caso en varios planos.
- 20 6. Dispositivo (201) para la creación de un mapa digital, que comprende un equipo de detección del entorno (203) que está configurado para detectar un entorno del vehículo ferroviario (501) mientras un vehículo ferroviario (501) recorre una vía, y un procesador (205) que está configurado para crear un mapa digital del entorno sobre la base del entorno detectado, en donde el procesador (205) está configurado para, en caso de detectarse una vía adyacente en el entorno detectado, estimar una posición de la vía adyacente con respecto a la vía recorrida por el vehículo ferroviario (501), en donde el procesador (205) está configurado para incluir la posición estimada de la vía adyacente en el mapa digital.
7. Vehículo ferroviario (501) que comprende el dispositivo (201) según la reivindicación 6.
8. Programa informático que comprende un código de programa para llevar a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

25

FIG 1

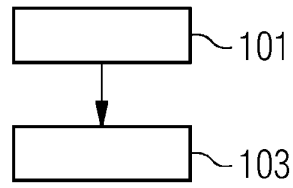


FIG 2

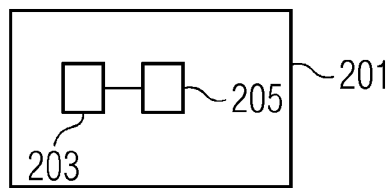


FIG 3

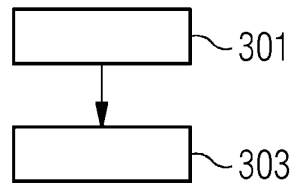


FIG 4

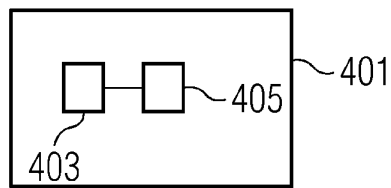


FIG 5

