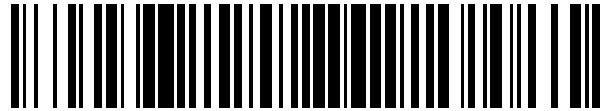


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 726 538**

51 Int. Cl.:

G05D 1/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2013** **E 13192436 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019** **EP 2749983**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de determinación de la posición**

30 Prioridad:

12.11.2012 DE 102012110860

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

07.10.2019

73 Titular/es:

EINHELL GERMANY AG (100.0%)

Wiesenweg 22

94405 Landau / Isar, DE

72 Inventor/es:

THANNHUBER, MARKUS

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 726 538 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

Procedimiento y dispositivo de determinación de la posición

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para determinar la posición y, en su caso, la orientación de un objeto móvil, en particular, de un robot. El objeto móvil de acuerdo con la invención puede ser aparato volador como, por ejemplo, un aparato volador no tripulado, un robot de servicio, un robot de desminado, un cortacésped, un barco o similares.
- 10 En el estado de la técnica se conocen procedimientos para determinar la posición de un objeto móvil. Por ejemplo, están extendidos los procedimientos que determinan la posición actual en base a mediciones de tiempo de propagación de señales por medio de GPS ("Global Positioning System"). Estos procedimientos sin embargo presentan el inconveniente de que, por ejemplo, no trabajan con mucha precisión; normalmente se presupone un error de medición del orden de varios metros. Si se requieren precisiones espaciales de menos de un metro con seguridad, entonces estos procedimientos no son adecuados sin ampliaciones costosas. Además, existen lugares en los que la señal de GPS no se recibe o se recibe sólo defectuosamente. En estos lugares los procedimientos basados en GPS son defectuosos o no pueden aplicarse de ningún modo.
- 15 El documento EP1450228 divulga un vehículo que tiene un dispositivo de control con una instalación de envío y recepción y una pluralidad de instalaciones de reflexión dispuestas separadamente del vehículo. El dispositivo de control determina, en una primera etapa, una posición aproximada de una instalación de reflexión con respecto a un punto de partida y, en una etapa siguiente una posición más exacta de esta instalación de reflexión utilizando un algoritmo de corrección con respecto al punto de partida.
- 20 Ante estos antecedentes, la presente invención tiene como objetivo proporcionar un procedimiento y un dispositivo para aplicar el procedimiento, con el que se superen o mejoren los inconvenientes del estado de la técnica al menos en parte y, en particular, que la posición de un objeto móvil pueda determinarse con una precisión espacial mejorada.
- 25 Este objetivo se consigue mediante un procedimiento según la reivindicación 1. Formas de realización preferibles de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes. Adicionalmente, el objetivo se consigue mediante un medio de almacenamiento según la reivindicación 13 y un dispositivo según la reivindicación 14.
- 30 De este modo, un procedimiento de acuerdo con la invención para determinar una posición de un objeto móvil dentro de una representación virtual de un espacio comprende las siguientes etapas:
- 35 Proporcionar una representación virtual de un espacio, incluyendo información sobre la posición de al menos un punto de referencia que se corresponde sustancialmente con la posición de una marca de referencia respectiva en el espacio;
- 40 calcular una segunda posición esperada del objeto dentro de la representación virtual, en base a una primera posición actual y a uno o varios parámetros de accionamiento de una o varias unidades de accionamiento del objeto móvil;
- 45 calcular información de ángulo de la posición de al menos un punto de referencia respecto a un eje del objeto en la segunda posición esperada dentro de la representación virtual;
- 50 mover el objeto móvil en el espacio hasta una segunda posición, en base a uno o varios parámetros de accionamiento de la una o varias unidades de accionamiento del objeto móvil;
- 55 en la segunda posición, determinar la información de dirección de la al menos una marca de referencia en el espacio respecto al eje del objeto, mediante al menos un sensor que está vinculado al objeto móvil;
- 60 identificar n marcas de referencia en base a la información de ángulo determinada, para la que la información de dirección determinada permite una distintividad inequívoca de las respectivas marcas de referencia respectivas;
- 65 utilizar la información de dirección determinada de las marcas de referencia identificadas y de la segunda posición esperada del objeto para determinar una segunda posición aproximada del objeto móvil dentro de la representación virtual.
- La determinación de la posición de acuerdo con la invención se basa en que se proporciona una especie de mapa de un espacio predeterminado en una representación virtual de este espacio, por ejemplo, en un sistema de coordenadas cartesianas. La posición de uno o varios de los puntos de referencia están introducidos en el mapa. Existe una correspondencia entre las posiciones de las marcas de referencia reales en el espacio que representa el mapa y las de los puntos de referencia en la representación virtual.

La representación virtual está almacenada en una memoria a la que dicho objeto móvil tiene acceso directa o indirectamente durante la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención. Esta memoria puede ser un disco duro, una memoria flash, una memoria SRAM o una DRAM, una combinación de estos tipos de memoria o una memoria regrabable.

5 La creación y modificación de la representación virtual y, en particular, de la información de posición de los puntos de referencia se describe en otra solicitud de patente de la misma solicitante; en la presente invención, la representación virtual se asume que viene dada.

10 Por medio de la citada representación virtual con los puntos de referencia y marcas de referencia correspondientes, la posición de un objeto móvil de acuerdo con la invención se determina numéricamente dentro de la representación virtual.

15 En una forma de realización las marcas de referencia comprenden reflectores que reflejan ondas electromagnéticas u ondas de sonido. En este caso, puede usarse un espectro ancho de estas ondas pero, preferiblemente, se usan longitudes de onda para las que los reflectores no deban ser demasiado grandes. Así, para las ondas electromagnéticas es preferible usar microondas, ondas de infrarrojo cercano o lejano, luz visible o de ultravioleta cercano; para las ondas de sonido se usan, preferiblemente, ultrasonidos, en particular preferiblemente, sonidos con frecuencias de 15 a 200 kHz.

20 Como reflectores se utilizan retrorreflectores, en particular, de espejo triple, que reflejan las ondas electromagnéticas o las ondas de sonido mucho mejor que su entorno y que, preferiblemente, también mantienen sustancialmente una característica direccional de la radiación incidente en la radiación reflejada. Dependiendo del tipo y longitudes de onda de las ondas electromagnéticas u ondas de sonido utilizadas los retrorreflectores tienen diversas configuraciones. Si, por ejemplo, se utiliza luz visible o de infrarrojo cercano, entonces estos retrorreflectores pueden estar configurados, en particular, como catadióptricos, láminas de reflexión o como los denominados ojos de gato. Si se utilizan para la detección las ondas de sonido, entonces pueden usarse reflectores de sonido apropiados como, por ejemplo, uno o varios tetraedros abiertos hacia el frente que – de forma similar al caso anterior – están instalados en objetos espacialmente fijos o espacialmente variables.

25 Las marcas de referencia con los retrorreflectores pueden estar configuradas como espacialmente fijas o espacialmente variables. Si se utiliza, por ejemplo, luz visible o de infrarrojo cercano, entonces los reflectores citados pueden estar instalados o bien en objetos espacialmente fijos – como, por ejemplo, en una construcción o una valla – o bien en objetos espacialmente variables – como, por ejemplo, un poste o una columna –. En este sentido, las marcas de referencia espacialmente variables pueden moverse o retirarse o pueden añadirse marcas de referencia adicionales. Cualquier cambio en la representación virtual como consecuencia de retirar, mover o añadir marcas de referencia se describe en otra solicitud de patente del mismo solicitante como ya se ha mencionado.

30 Los sistemas de detección usados en relación con la invención se adaptan a los tipos de radiación, longitudes de onda y reflectores utilizados. Así, una forma de realización preferible del sistema de detección comprende como emisor al menos una fuente de radiación, preferiblemente, una fuente colimada para radiación electromagnética como, por ejemplo, un láser o un máser. Preferiblemente, la radiación se emite mediante un mecanismo adecuado como, por ejemplo, un sistema de escaneo o un sistema de reflectores rotatorios en al menos un plano, de manera que una detección puede obtenerse sobre un rango angular predeterminado o un rango angular espacial. Además, el sistema de detección comprende al menos un sensor de radiación correspondiente a la fuente de radiación, el cual está configurado para detectar, por ejemplo, radiación de la fuente de radiación reflejada de vuelta desde un reflector de una marca de referencia. Con ello, el sistema de detección está configurado para determinar la dirección de la radiación recibida respecto a una eje definido del sistema de detección, tal que la dirección puede incluir tanto una componente de azimut como también de elevación.

35 Por ejemplo, la fuente de radiación y/o el sensor de radiación están dispuestos en un cabezal de detección en movimiento de rotación continuo, tal que el cabezal de detección está conectado a una instalación de medición de ángulo directa o indirectamente, de manera que la posición del cabezal de detección puede determinarse en cualquier momento. De forma similar, en lugar de una instalación de medición de ángulo dedicada, también puede utilizarse un motor síncrono o un motor paso a paso para el accionamiento del cabezal de detección, que permite asegurar inherentemente conocer cuál es la posición angular del rotor en cualquier momento.

40 Si la luz se refleja por el reflector de una marca de referencia en un sistema de detección de este tipo, entonces el ángulo en el pico de intensidad de la luz reflejada se determina mediante la instalación de medición de ángulo del sistema de detección como información de dirección, respecto a un eje del objeto móvil. En los vehículos se efectúa una rotación del cabezal de detección, preferiblemente, alrededor del eje de dirección del vehículo, por ejemplo, con una frecuencia de 1 a 100 Hz, preferiblemente, con una frecuencia de 5 a 70 Hz, más preferiblemente, con una frecuencia de 10 a 40 Hz y, de forma especialmente preferible, con una frecuencia de aproximadamente 20 Hz.

65 En un perfeccionamiento del sistema de detección la rotación del cabezal de detección puede superponerse alrededor del eje de dirección además a un cabeceo, de manera que desde el punto de vista del cabezal de

5 detección tiene lugar un barrido del entorno con forma sinusoidal o triangular, estando prevista una instalación de medición de elevación correspondiente a la instalación de medición de ángulo, mediante la cual el sistema de detección es capaz de determinar como información de dirección tanto el azimut como la elevación de la radiación reflejada en el pico de su intensidad respecto a un eje del objeto móvil. Con ello, en una forma de realización la frecuencia del movimiento de cabeceo es un múltiplo no entero de la frecuencia del movimiento de rotación, de manera que con el transcurso del tiempo mediante el sistema de detección se efectúa un barrido completo al menos en cierta medida de un segmento angular espacial.

10 De este modo, pueden ser detectados también reflectores fuera de un plano de detección en un vehículo u otro objeto. Por tanto, en el caso de un objeto móvil en 3 dimensiones es posible localizar reflectores respecto a un eje de referencia del objeto en al menos un segmento angular espacial considerable encima y/o debajo del objeto.

15 En otra forma de realización de acuerdo con la invención el sistema de detección está montado sobre otro objeto pero conectado firmemente al objeto móvil. En este caso el sistema de detección está vinculado al objeto móvil por medio de una conexión de comunicación.

20 En el procedimiento de acuerdo con la invención, primeramente se calcula una segunda posición esperada del objeto en base a una primera posición actual previamente conocida del objeto en la representación virtual, en la que se espera el objeto móvil, después de que se haya movido en base a parámetros de accionamiento predeterminados de al menos un accionamiento del objeto.

25 Por tanto, el objeto móvil se encuentra primeramente en una primera posición actual en el espacio que se corresponde con una primera posición actual en la representación virtual. Esta primera posición puede haberse introducido, por ejemplo, como una posición de partida directamente en la representación virtual, pero también puede haberse determinado mediante un proceso de escaneo y/o mediante otros cálculos previos, como se explica, por ejemplo, más adelante.

30 Partiendo desde esta primera posición actual en el espacio, el objeto móvil puede moverse en la dirección de una segunda posición en el espacio, que se corresponde con una segunda posición en la representación virtual, por medio de una o más unidades de accionamiento. El diseño de estas unidades de accionamiento depende acusadamente de la forma de realización del objeto móvil: En el caso de un objeto volador pueden usarse típicamente rotores, hélices o toberas mientras que en el caso de vehículos como, por ejemplo, un cortacésped, pueden usarse, por ejemplo, cadenas o ruedas accionadas, por ejemplo, por medio de un motor.

35 En este caso, las unidades de accionamiento se controlan de tal modo que el objeto móvil sigue una trayectoria de movimiento predeterminada, por ejemplo, una recta o una curva con un radio predeterminado. Para ello el objeto móvil tiene al menos una unidad de control central, por medio de la cual pueden ser controlados distintos parámetros de las unidades de accionamiento – por ejemplo, la velocidad actual, la dirección actual o incluso distintas velocidades en una misma cadena o rueda –. Los parámetros de las unidades de accionamiento controladas de este modo son proporcionados en este caso por la unidad de control central. Junto a la citada primera posición en la representación virtual y estos parámetros puede calcularse en qué segunda posición esperada (en la representación virtual) cabe esperar que se encuentre el objeto móvil después de un intervalo de tiempo predeterminado – por ejemplo, después de un segundo –.

45 Después de calcular la segunda posición esperada dentro de la representación virtual, los puntos de referencia previstos en la representación virtual se utilizan para calcular, desde la segunda posición esperada, para cada uno de estos puntos de referencia, el ángulo al que aparece el objeto móvil dentro de la representación virtual – respecto a un eje de referencia predeterminado del objeto móvil –, es decir, qué información de ángulo tendría que suministrarse durante un proceso de detección por el sistema de detección vinculado al objeto móvil, para cada marca de referencia individual en el espacio, en una segunda posición en el espacio correspondiente a la segunda posición esperada.

50 Preferiblemente, en este caso también se determina si en determinadas segundas posiciones esperadas del objeto móvil dos o más de las marcas de referencia o reflectores podrían estar sustancialmente en una línea, de manera que estas marcas de referencia no fueran inequívocamente distinguibles en estas segundas posiciones esperadas, es decir, si una señal detectada no podría ser asignada a una marca de referencia de forma inequívoca. Por tanto es posible en tales constelaciones tratar por separado, para cálculos adicionales en el contexto del procedimiento de acuerdo con la invención, mediciones de ángulo del sistema de detección, como se describe a continuación, con información de ángulo que no permita una asignación inequívoca de los reflectores o las marcas de referencia, por ejemplo, no utilizarlas o utilizarlas sólo con una baja ponderación. Esto se efectúa en el contexto de una etapa de identificación que se describe posteriormente.

65 El objeto móvil se mueve hasta una segunda posición en el espacio después del cálculo de la segunda posición esperada en base a los parámetros de accionamiento predeterminados y utilizados previamente en el contexto de los cálculos. Para ello, las citadas unidades de accionamiento del objeto móvil son controladas con los parámetros, recorriéndose así la trayectoria de movimiento predeterminada.

Entonces, en la segunda posición en el espacio se determina la información de dirección de la al menos una marca de referencia (o su reflector) en el espacio respecto al eje de referencia predeterminado del objeto mediante al menos un sensor y, preferiblemente, un sistema de detección, que están vinculados al objeto móvil.

Para ello, el objeto móvil explora su entorno por medio del sistema de detección, como se ha descrito anteriormente, en busca de marcas de referencia o reflectores y de este modo determina desde qué direcciones, es decir, bajo que ángulos – respecto al eje de referencia predeterminado del objeto – se detectan señales reflejadas desde los reflectores de las marcas de referencia.

En este sentido, a veces sólo un subgrupo de marcas de referencia pueden ser detectadas en el espacio porque, por ejemplo, algunas de las marcas de referencia vistas desde la segunda posición quedan obstaculizadas por otros objetos no transparentes a la radiación utilizada (árboles, arbustos, montículos, construcciones, señales, vallas, animales en tránsito, etc.).

Después del proceso de escaneo, en una etapa de cálculo adicional en base a la información de ángulo previamente determinada se identifican las n marcas de referencia para las que la información de dirección determinada permite una distintividad inequívoca de las marcas de referencia respectivas.

Con ello, de entre la información de dirección detectada se selecciona aquella que es distinguible inequívocamente – según los cálculos explicados anteriormente, en base al mapa de los puntos de referencia en la representación virtual de acuerdo con su información de ángulo –. Por tanto, si, por ejemplo, dos o más puntos de referencia en la representación virtual están en una línea, vistos desde la segunda posición del objeto móvil, o incluso están en la línea de visión del sistema de detección muy próximos entre sí, de manera que una diferenciación, por ejemplo, en base a la precisión angular del sistema de detección no es claramente posible, entonces las marcas de referencia correspondientes en el espacio no son identificables inequívocamente. Por tanto, todas las señales en esta dirección no se utilizan para la determinación de la posición sino que únicamente identifican qué marcas de referencia conocidas son claramente identificables.

Finalmente, la información de dirección determinada de las marcas de referencia identificadas y la segunda posición esperada del objeto se utilizan para determinar una segunda posición aproximada del objeto móvil dentro de la representación virtual, que es lo más representativa posible de la posición del objeto móvil en el espacio.

La segunda posición esperada del objeto móvil en la representación virtual se corrige, por tanto, por medio de la información de dirección determinada de las marcas de referencia identificadas en el espacio, de manera que de este modo se determina una segunda posición aproximada mejorada del objeto móvil en la representación virtual. Dependiendo de cuántas marcas de referencia puedan identificarse inequívocamente durante el proceso de escaneo, se utilizan distintos métodos para determinar la posición aproximada del objeto móvil. Además, el número de marcas de referencia identificadas – y, por tanto, tenidas en cuentas en el cálculo – afecta a la exactitud de la corrección de la segunda posición esperada.

A continuación se discuten en detalle algunos ejemplos de métodos para determinar la posición aproximada del objeto móvil.

El método de acuerdo con la invención tiene la ventaja de que es posible, incluso en el caso de exactitud inicial relativamente baja y a pesar de la presencia de perturbaciones – como, por ejemplo, baches en el suelo, viento, resbalamiento, trompos, desviación debida a precisión limitada de los parámetros de control de los actuadores de accionamiento, etc. –, determinar para cada momento de tiempo una segunda posición del objeto móvil, que parte desde un primer punto, en el espacio dentro de la representación virtual en la forma de una segunda posición esperada con una exactitud bastante superior.

En una forma de realización preferible de la invención, además de la posición del objeto móvil en la representación virtual también se calcula la orientación del objeto móvil en la representación virtual. Para ello se efectúa un cálculo de una segunda orientación esperada del eje del objeto móvil dentro de la representación virtual, basada en una primera orientación real del eje del objeto móvil y en el uno o varios parámetros de la una o varias unidades de accionamiento del objeto móvil. Preferiblemente, el eje aquí referido del objeto móvil es simultáneamente el eje de referencia predeterminado.

De forma similar a como en la forma de realización descrita anteriormente, en base a la información de dirección determinada de las marcas de referencia identificadas se efectúa un cálculo de una segunda posición aproximada del objeto móvil en la representación virtual, entonces con la información de dirección determinada y la segunda orientación esperada del eje del objeto se determina una segunda orientación aproximada del eje del objeto móvil dentro de la representación virtual y, de este modo, se realiza una corrección de la segunda orientación aproximada, de modo que puede determinarse una segunda orientación aproximada mejorada del objeto móvil en la representación virtual que reproduce la segunda orientación del objeto móvil en el espacio lo más exactamente posible.

Por tanto, con ello la determinación de la orientación del objeto móvil se realiza análogamente a la determinación de la segunda posición en la representación virtual. Las etapas para ello se basan igualmente en que en la representación virtual del espacio está presente el mapa de este espacio y en el mismo son introducidos los puntos de referencia – en un sistema de coordenadas adecuado –.

En un perfeccionamiento, en la segunda posición se efectúa además una determinación de la información de orientación del objeto por medio de al menos un sensor de orientación que está vinculado al objeto móvil. El sensor de orientación suministra con ello la información de orientación del objeto, en particular, respecto a un sistema de coordenadas absoluto, el cual, preferiblemente, guarda una relación de transformación con el sistema de coordenadas, es decir, que una orientación del objeto móvil determinada en el sistema de coordenadas absoluto puede transformarse en el sistema de coordenadas de la representación virtual de modo que en el sistema de coordenadas de la representación virtual la orientación respecto a los puntos de referencia se corresponde sustancialmente con la orientación del objeto móvil respecto a las marcas de referencia.

En este caso, para el sistema de coordenadas absoluto cabe considerar, por ejemplo, el sistema de coordenadas geomagnético, que por medio de matrices de corrección que tienen en cuenta (desviación) tanto los elementos de perturbación magnética del objeto móvil como las influencias geomagnéticas es transformable en el sistema de coordenadas de la matriz virtual. Por ejemplo, una forma de realización del objeto de acuerdo con la invención comprende un mapa con entradas de la desviación como una función de la posición del objeto en la representación virtual. Con esto se hace posible compensar al menos parcialmente la desviación dependiente de la localización de una brújula magnética.

Preferiblemente, el sensor de orientación es una brújula, en particular preferiblemente, una brújula magnética. No obstante, en otras formas de realización el sensor de orientación también puede estar formado por un girocompás, un giróscopo, un giróscopo de fibra óptica, un giróscopo láser de anillo ("ring laser") o similares.

Tras la determinación de la información de orientación por medio del sensor de orientación se efectúa entonces la determinación de una segunda orientación aproximada del objeto móvil dentro de la representación virtual en base a la información de orientación determinada y la segunda orientación esperada del objeto. Esto sirve para corregir la segunda orientación aproximada, de manera que se pueda determinar una segunda orientación aproximada mejorada del objeto móvil en la representación virtual que reproduce la segunda orientación del objeto móvil en el espacio lo más exactamente posible.

En una forma de realización de la invención, el procedimiento por medio del cual se determina una segunda orientación aproximada del objeto móvil en la representación virtual depende de cuántas marcas de referencia han sido detectadas y/o identificadas en el proceso de escaneo.

En este sentido, en el caso de $n = 1$, en particular, se determina una pluralidad de posiciones posibles dentro de la representación virtual, desde las cuales aparece la marca de referencia identificada bajo la información de dirección determinada, estando la pluralidad de las posiciones posibles en una recta. Por tanto, para la identificación de sólo una marca de referencia existe un posicionamiento desconocido del objeto móvil en un eje, el cual interseca la posición de la marca de referencia identificada y la posición del objeto móvil en el espacio.

En el caso de $n = 2$, se determina una pluralidad de posiciones posibles dentro de la representación virtual, desde las cuales aparecen las marcas de referencia identificadas bajo la información de dirección determinada, estando la pluralidad de las posiciones posibles en un arco de circunferencia y, en particular, un arco sobre cuerda de circunferencia, el cual arco de circunferencia interseca las posiciones de las marcas de referencia identificadas y la posición del objeto móvil en el espacio y, además, se determina de tal modo que estas dos marcas de referencia identificadas desde cada punto de este arco de circunferencia aparecen siempre bajo la misma información de dirección diferencial.

Con la regla mencionada de que el arco de circunferencia corte las posiciones de las marcas de referencia identificadas y la posición del objeto móvil en el espacio y de que las dos marcas de referencia identificadas desde cada punto de este arco de circunferencia aparezcan siempre bajo la misma información de dirección, se definen en rigor dos arcos sobre cuerda de circunferencia. Sin embargo, debido al cálculo previamente realizado de la segunda posición esperada del objeto móvil, uno de los dos arcos sobre cuerda de circunferencia puede excluirse como inapropiado, concretamente aquél cuyo centro se encuentra se encuentra más alejado de la segunda posición esperada del objeto móvil.

Para el caso especial de que la información de dirección diferencial, es decir, la diferencia angular entre la información de dirección de las dos marcas de referencia identificadas, sea de 90° , la regla de construcción anterior se aplica sólo a un arco de circunferencia, la semicircunferencia, por lo que no tiene lugar la eliminación de un arco de circunferencia.

En el caso de $n > 2$, se determina una pluralidad de posiciones posibles dentro de la representación virtual, desde las

cuales aparecen, respectivamente, dos de las marcas de referencia identificadas bajo la información de dirección determinada, estando la pluralidad de las posiciones posibles sobre una pluralidad de arcos de circunferencia, y, en particular, con ello la pluralidad de los arcos de circunferencia, respectivamente, intersecan las posiciones de dos marcas de referencia identificadas y la posición del objeto móvil en el espacio.

5 La determinación del arco de circunferencia y, en su caso, la eliminación del arco de circunferencia inapropiado se efectúa de este modo según el mismo esquema que en el caso descrito anteriormente ($n=2$), teniendo presente que el esquema se determina para cada par de marcas de referencia identificadas, es decir, para cada permutación diferente de, respectivamente, dos marcas de referencia.

10 Tras este cálculo de la pluralidad de posiciones posibles dentro de la representación virtual, en una forma de realización de la invención el conjunto de puntos determinados de este modo se usa para calcular la segunda posición aproximada del objeto móvil dentro de la representación virtual. Para ello, en una etapa adicional se construye la perpendicular desde la segunda posición esperada sobre el conjunto de puntos determinada anteriormente, por lo que para $n=1$ y $n=2$ se deriva exactamente un punto de intersección del conjunto de puntos con la perpendicular y para $n>2$ para cada arco de circunferencia, es decir, para cada par de marcas de referencia, un punto de intersección del conjunto de puntos con la perpendicular.

15 Por tanto, mediante esta determinación del punto de intersección se causa, por una parte, que a partir del conjunto de las posiciones posibles del objeto móvil, incluso cuando sólo están disponibles pocas marcas de referencia que posiblemente no permitirían un cálculo inequívoco de la posición, se determina la posición que considerando los parámetros y valores de medición disponibles representa aproximadamente la posición del objeto móvil. Por otra parte, mediante esta construcción de intersección puede minimizarse cualquier incertidumbre sobre la posición del objeto móvil, introducida por el mero cálculo de la segunda posición esperada en base a los parámetros de accionamiento y sin considerar el resbalamiento o trompos, siendo reproducida la segunda posición esperada en la trayectoria más corta en una posición posible como fue determinada en base a la información de dirección determinada, es decir, una corrección de la segunda posición esperada tiene lugar si ésta se desvía de las posiciones posibles determinadas.

20 En una forma de realización, la construcción de puntos de intersección anterior conduce ya a una mejora significativa en la determinación de la posición y puede ser suficiente para, en base a ello, indicar la segunda posición aproximada con una exactitud suficiente, concretamente, como la posición del o de los puntos de intersección así determinados.

25 En una forma de realización mejorada, tras la construcción de puntos de intersección se obtiene, respectivamente, la media entre la segunda posición esperada y el punto de intersección. Para los casos de $n=1$ y $n=2$ la media así obtenida se define entonces como la segunda posición aproximada. Para el caso de determinar varios puntos de intersección, es decir en el caso de $n>2$, el punto medio de todas las medias obtenidas define la segunda posición esperada.

30 De acuerdo con ello, en esta forma de realización, para la posible incertidumbre del cálculo de la segunda posición esperada se considera también que la información de dirección puede adolecer de ciertos errores e intentarse determinar un valor especialmente exacto para la segunda posición aproximada mediante la obtención de una media de todos los valores de entrada disponibles para la determinación de la posición.

35 Otra forma de realización de la presente invención también tiene en cuenta que todos los valores de entrada mencionados anteriormente para los cálculos y/o valores de medición – en su caso, de distintos tamaños – están sujetos a incertidumbres de valores. Esto significa que, por ejemplo, la información sobre la posición de marcas de referencia, la primera posición actual, el o los parámetros de la una o las varias unidades de accionamiento, la segunda posición esperada, la información de ángulo, la información de dirección, la segunda posición aproximada, la primera orientación actual, la segunda orientación esperada, la información de orientación, la segunda orientación aproximada, la pluralidad de posiciones posibles, el al menos un punto de intersección, la al menos una media y/o el punto medio pueden ser representados mediante valores sujetos a incertidumbres, en particular, de forma que se proporciona un valor multidimensional con correspondientes desviaciones en al menos una dimensión, las desviaciones en cada dimensión pudiendo ser diferentes o iguales en tamaño y, en particular, en el último caso pudiendo proporcionarse también como un valor unitario válido para todas las dimensiones.

40 Preferiblemente, las incertidumbres son tenidas en cuenta y/o propagadas de forma adecuada en todas las etapas de procedimiento de la presente invención durante el cálculo o determinación de valores, una propagación pudiendo efectuarse de cualquier modo en que un error de uno o varios valores de entrada se transforma en un valor de salida por combinación, multiplicación, adición, ponderación o cualquier función o simulación matemática, en su caso, teniendo en cuenta influencias mutuas de incertidumbres de los valores de entrada. En particular, una propagación de las incertidumbres de valores en el contexto de la presente invención se encuentra en el cálculo o la determinación de valores por medio del teorema de propagación de errores gaussiano, de manera que, preferiblemente, en cada etapa de cálculo, el efecto de las incertidumbres en los valores de entrada se reproduce según una regla de propagación de errores unitaria.

Por tanto, para cada una de las posiciones y, en su caso, orientaciones calculadas se realiza un cálculo de errores y para cada posición u orientación, como resultado de este cálculo de errores, por su parte, se especifica una incertidumbre, preferiblemente, en cada dimensión. Así, por ejemplo, los parámetros de la una o varias unidades de accionamiento, que por su parte tienen incertidumbres, se añaden a las incertidumbres de la primera posición actual para calcular la segunda posición esperada y la segunda orientación esperada.

Como se ha mencionado anteriormente, en las incertidumbres respecto a posiciones y orientaciones pueden incluirse además las incertidumbres que resultan del estado del suelo o, en el caso de objetos voladores, de la influencia del viento, y de otras perturbaciones.

En consecuencia, la segunda posición esperada calculada acto seguido tiene por su parte incertidumbres.

Adicionalmente, puede haber también incertidumbres de medida que pueden resultar, por ejemplo, de una precisión principalmente limitada de los sistemas de detección y/o sensores de orientación o incluso de otros efectos de perturbación o dispersión e igualmente puede haber incertidumbres a través de toda la información de dirección o información de orientación detectada. También las posiciones de los puntos de referencia en la representación virtual están sujetas a incertidumbres, por ejemplo, derivadas de la extensión de las marcas de referencia o de sus reflectores.

Al tener en cuenta todas las fuentes de error posibles en el contexto de las etapas de procedimiento de la presente invención y de sus formas de realización, la ventaja de la invención recae en que a pesar de tales errores e inexactitudes puede obtenerse una exactitud especialmente alta de la segunda posición aproximada. Además, no sólo se obtiene una exactitud mejorada sino también se asegura una alta robustez en comparación con los errores, tolerancias sistemáticos y/o estocásticos del sistema de detección, de los actuadores de accionamiento y/o de otras influencias.

Por tanto, la forma de realización descrita de la presente invención tiene en cuenta perturbaciones posibles (y relevantes) mediante una ponderación y propagación adecuadas de las mismas y no persigue categóricamente evitar tales perturbaciones. De este modo, se puede realizar un sistema altamente flexible y, en ocasiones, acusadamente autónomo que, también para el caso de que, por ejemplo, para determinar la segunda posición aproximada haya disponibles sólo unos pocos parámetros de entrada o éstos sean muy inexactos, permita obtener resultados verdaderos durante la determinación de esta segunda posición aproximada.

Las incertidumbres de medida y/o de valores mencionadas pueden llevar a que también haya incertidumbres en la información de dirección determinada en la forma de incertidumbres angulares para cada posición de una marca de referencia, las cuales incertidumbres angulares no permitan una distintividad inequívoca de las marcas de referencia durante la determinación de la información de ángulo. Éste es el caso que se presenta cuando la información de ángulo calculada es múltiple en un segmento angular o en un segmento angular espacial, que se define en base a las incertidumbres de medida o de valores para la información de dirección determinada.

A este respecto, por tanto, en una forma de realización de la invención en el contexto del cálculo de la información de ángulo los segmentos angulares o segmentos angulares espaciales se determinan con las correspondientes incertidumbres dentro de los cuales segmentos se clasifican como no inequívocas sus señales de varias marcas de referencia durante la determinación de la información de ángulo y, correspondientemente, a continuación de la etapa de la identificación de las marcas de referencia son descartadas para el cálculo posterior.

Por tanto, si dos o más marcas de referencia, vistas desde el objeto móvil, están en una dirección similar y se solapan con los límites de errores de las incertidumbres de la información de dirección determinada (debido a los errores de medición, tamaño de los reflectores limitado, etc.), entonces la información de dirección que está dentro de este intervalo de solapamiento se considera sin más no distintiva en tanto en cuanto esta información de ángulo no permite una clara especificación de que la marca de referencia se corresponde con la señal recibida.

En este punto debe mencionarse que incluyendo información adicional como, por ejemplo, la secuencia de señal de la información de dirección de ambos escaneos del entorno según las marcas de referencia mediante un sistema de detección rotatorio, a pesar de solaparse los límites de errores de incertidumbres de información de dirección, podría ser posible todavía en al menos algunos casos una identificación de marcas de referencia individuales si, por ejemplo, las señales de medición se exploran con precisión temporal suficientemente elevada y, en base a ello (en conexión con la información de dirección), puede efectuarse una asignación de las señales de medición a las marcas de referencia respectivas.

En los casos en los que no se pueda detectar o no se detecte ninguna marca de referencia ($n=0$) en el contexto de la detección, una mejora de la determinación de la posición más allá del cálculo de la segunda posición esperada no puede efectuarse. En una forma de realización de la invención, entonces la determinación de la posición, por ejemplo, no se cancela o el procedimiento simplemente no continúa de forma cíclica, aunque esto también sería posible, sino que más bien el procedimiento se ejecuta partiendo desde la primera posición con una tercera posición

en lugar de la segunda posición, la tercera posición distanciándose cronológicamente una etapa más que la segunda posición.

La ventaja de esto es que incertidumbres que pueden resultar de este modo durante el cálculo de la segunda posición esperada no continúan propagándose fácilmente en el cálculo de la tercera posición (y por ello aumentando, frecuentemente, de manera desproporcionada), sino que las incertidumbres resultantes por el cálculo de la tercera posición esperada directamente a partir de la primera posición y en base a los parámetros de accionamiento de la o las unidades de accionamiento y otras perturbaciones pueden hacerse más pequeñas y, por tanto, conducir a una tercera posición esperada más exacta que en el caso que resulta de la segunda posición.

Por tanto, en esta forma de realización continúan realizándose los cálculos de acuerdo con la invención para determinar la posición del objeto móvil en la representación virtual, incluyendo los cálculos de los límites de errores, etc., pero no tiene lugar una corrección en base a la detección de las marcas de referencia. En su lugar, los cálculos de la posición del objeto móvil en la representación virtual son continuados de tal modo que no se calcula una tercera posición esperada a partir de la segunda posición esperada sino más bien la tercera posición esperada se calcula directamente a partir de la primera posición, las medidas de acuerdo con la invención para mejorar y corregir la determinación de la posición de la tercera posición aproximada realizándose entonces en esta tercera posición.

Si en la tercera posición tampoco se detecta y/o identifica inequívocamente ninguna marca de referencia, entonces, se procede, preferiblemente, análogamente en una cuarta posición, en su caso, una quinta, sexta, etc. Si no se puede identificar ninguna marca de referencia varias veces consecutivas y las incertidumbres resultantes en el contexto de los cálculos sobrepasan un cierto umbral, entonces el objeto móvil puede ser parado y/o devuelto a la última posición en la que una detección y/o identificación de las marcas de referencia aún podría realizarse con éxito y, por tanto, también podía determinarse con bastante exactitud una posición aproximada del objeto móvil dentro de la representación virtual.

Mediante esta medida, no sólo se asegura que el objeto móvil se encuentre en cualquier momento en una posición conocida en la representación virtual cada vez con mayor exactitud, sino que también se proporcionan indicaciones sobre los puntos en el espacio en los que podrían ser necesarias marcas de referencia adicionales.

En otra forma de realización de acuerdo con la invención en la que, tras la generación de puntos de intersección, se construye, respectivamente, la media entre la segunda posición esperada y el punto de intersección con la pluralidad de posiciones, la obtención de la media se efectúa teniendo en cuenta una ponderación en base a las incertidumbres de la segunda posición esperada, de la pluralidad de posiciones y/o del punto de intersección.

Por tanto, si una, dos o más de dos marcas de referencia ($n=1$, $n=2$, $n>2$) fueron identificadas y con ello se procedió – como se explicó anteriormente – a que fueran calculados los puntos de intersección de la perpendicular con el grupo de puntos calculados, entonces como resultado de estos cálculos la segunda posición esperada y los puntos de intersección de la perpendicular, respectivamente, se proporcionan especificando sus incertidumbres. En este caso, una posición calculada con incertidumbres menores se debe considerar como correspondientemente más exacta que una posición calculada con incertidumbres mayores.

De este modo se asegura que el procedimiento de acuerdo con la invención tenga en cuenta más acusadamente valores con incertidumbres pequeñas que con incertidumbres grandes, es decir, los valores con incertidumbres grandes (independientemente de que éstas sean intrínsecas o se hayan propagado mediante los cálculos) pueden influir menos acusadamente – aunque sin dejar de ser tenidas en cuenta – que aquellos con incertidumbres pequeñas. Por tanto, mediante esta forma de construir los valores medios ponderadamente se obtiene el resultado para la segunda posición aproximada todavía mejor y además incluso una robustez todavía mayor de la determinación de la posición.

En una forma de realización, el procedimiento de acuerdo con la invención descrito anteriormente puede aplicarse de tal modo que las etapas de procedimiento se repitan periódica o no periódicamente en intervalos predeterminados temporales o espaciales, de manera que durante un movimiento del objeto móvil se determine su posición aproximada continuamente dentro de la representación virtual, debiéndose representar la posición lo mejor posible en el espacio. Esto hace posible que un objeto móvil pueda usar el procedimiento citado a través de un intervalo espacial amplio y para una duración de tiempo prolongada, con objeto de determinar su propia posición con mayor exactitud, de manera que de ello se desprenden las múltiples posibilidades de utilización de la invención. En el mejor de los casos, el objeto móvil puede moverse de forma completamente autónoma con ayuda del procedimiento de acuerdo con la invención.

En tal forma de realización de la presente invención, en la que se efectúa una determinación continua de la posición aproximada del objeto móvil dentro de la representación virtual, es posible además que la información de dirección, de las marcas de referencia identificadas, detectada en el contexto de la realización repetida de las etapas de procedimiento, sea almacenada en una instalación de memoria. Para el caso de una repetición periódica de las etapas de procedimiento en intervalos de tiempo relativamente cortos, esto resulta en una base de datos, que comprende sustancialmente valores que se desarrollan de forma continua para la información de dirección

correspondiente a cada marca de referencia individual.

5 Esta base de datos permite realizar una predicción del desarrollo futuro de la información de dirección para cada marca de referencia, por ejemplo, por extrapolación, dependiendo la exactitud de la predicción de una pluralidad de parámetros y decreciendo a medida que avanza el tiempo en el intervalo de tiempo.

10 Tal predicción del desarrollo de la información de dirección para todas las marcas de referencia puede encontrar aplicación en un perfeccionamiento de esta forma de realización, también en el contexto de la identificación de marcas de referencia, pudiendo tener lugar un ajuste o un procesado de la información de dirección determinada con la información de dirección predicha y, con ello, a pesar de que la información de dirección no pueda corresponderse de forma inequívoca por sí misma o sea poco precisa, pueda sin embargo hacer posible una identificación de las marcas de referencia.

15 Preferiblemente, la representación virtual que se usa para las distintas formas de realización precedentes de acuerdo con la presente invención es un mapa del espacio de dos o más dimensiones.

20 La representación virtual como aquí se describe puede tener distintos formatos, por ejemplo, tener sistemas de coordenadas ortogonales o curvilíneos, preferiblemente, un sistema de coordenadas cartesiano y, en particular preferiblemente, puede representar un mapa bidimensional o tridimensional, es decir, una representación del espacio con obstáculos, superficies libres o volúmenes, sus límites, etc. incluidos en la misma. Una representación como mapa bidimensional o tridimensional presenta la ventaja de que los usuarios de un dispositivo de acuerdo con la invención pueden leer muy fácilmente el contenido de la representación virtual con una función de error e interpretar la muy intuitivamente, pudiendo claramente acelerar el análisis de problemas. Además, tales mapas ya están ampliamente disponibles para un gran número de lugares y el sistema y procedimiento de acuerdo con la invención ya puede hacer uso de tales representaciones virtuales ya existentes, en su caso, añadiendo la información de posición de las marcas de referencia.

30 La presente invención se refiere también a un medio de almacenamiento con comandos almacenados en el mismo para controlar un procesador que implementa el procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12 cuando es ejecutado por medio del procesador.

35 Finalmente, la presente invención se refiere también a un dispositivo con medios de almacenamiento, medios de procesamiento de datos que incluyen al menos un procesador, al menos una unidad de accionamiento para desplazar el dispositivo, al menos un sensor para detectar la información de dirección y, opcionalmente, al menos un sensor de orientación para detectar la información de orientación, los medios de almacenamiento incluyendo comandos para controlar un procesador, los cuales al ser ejecutados por el procesador implementan un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 13, y tal que los medios de procesamiento de datos controlan la al menos una unidad de accionamiento para mover el dispositivo.

40 Para ello se utilizan, preferiblemente, medios de procesamiento de datos y medios de almacenamiento que se encuentran en el objeto móvil o que están conectados al mismo por medio de una conexión de comunicación adecuada, de manera que un control del accionamiento del objeto móvil puede efectuarse mediante comandos de control de los medios de procesamiento de datos, por ejemplo, por mediación de parámetros de accionamiento, y/o señales o información de salida del sensor para detectar la información de dirección y, en su caso, del sensor de orientación, pueden ser transmitidas a los medios de procesamiento de datos.

50 Los distintos elementos del dispositivo de acuerdo con la invención pueden ser distribuidos entre varios aparatos para distintos cometidos, aplicaciones y formas de realización, por ejemplo, debe lograrse una especial protección (por ejemplo, frente al agua, líquidos agresivos, polvo, explosivos, etc. – o un efecto especial – como, por ejemplo, un peso especialmente reducido para un aparato volador o un robot).

Características adicionales de la invención se desprenden de la siguiente descripción detallada de ejemplos de realización de la presente invención en conexión con los dibujos. Se muestra:

55 La **figura 1**, una vista general de las etapas de procedimiento de la presente invención;

la **figura 2a**, una representación esquemática del objeto móvil y de las marcas de referencia, en un espacio bidimensional;

60 la **figura 2b**, una representación esquemática de la representación virtual del espacio bidimensional y del objeto móvil y de las posiciones de las marcas de referencia según la figura 1, en un sistema de coordenadas bidimensional con puntos de referencia correspondientes;

65 la **figura 3**, una ilustración esquemática de la ausencia de distintividad de las posiciones de puntos de referencia o correspondientes marcas de referencia en una zona de solapamiento de información de ángulo o información de dirección;

la **figura 4a**, una representación esquemática del movimiento del objeto móvil y de la realización de las etapas de procedimiento, incluyendo la determinación de la información de dirección en el espacio bidimensional según la figura 1;

5 la **figura 4b**, una representación esquemática de la determinación de la información de dirección, en la representación virtual correspondiente al espacio bidimensional según la figura 4a;

10 la **figura 5**, una representación esquemática de la determinación de la segunda posición aproximada al identificar sólo una marca de referencia (n=1);

la **figura 6**, una representación esquemática de una etapa en la determinación de la segunda posición aproximada al identificar dos marcas de referencia (n=2);

15 la **figura 7**, una representación esquemática de un perfeccionamiento de la determinación de la segunda posición aproximada según la figura 6;

20 la **figura 8**, una representación esquemática general de la determinación de la segunda posición aproximada al identificar tres marcas de referencia (n=3).

25 La **figura 1** muestra una vista general de las etapas básicas del procedimiento de acuerdo con la invención: Al comienzo del procedimiento 100 la información de posición de uno o varios puntos de referencia se proporcionan 101 en una representación virtual de este espacio. Existe una correspondencia entre las posiciones de las marcas de referencia reales en el espacio que representa el mapa y las de sus puntos de referencia en la representación virtual. La representación virtual está almacenada en una memoria a la que el objeto móvil mencionado tiene acceso indirecta o directamente durante la realización del procedimiento de acuerdo con la invención.

30 En la siguiente etapa, tiene lugar el cálculo de una segunda posición esperada y de información de ángulo 102. Este cálculo se efectúa en base a una primera posición actual previamente conocida del objeto en la representación virtual. Esta primera posición puede o bien haberse introducido directamente en la representación virtual como posición de partida o haberse calculado a partir de una posición previa del objeto móvil por medio del procedimiento de acuerdo con la invención de manera que en este caso la segunda posición aproximada de una secuencia precedente del procedimiento de acuerdo con la invención representa la primera posición de la secuencia siguiente.

35 El objeto móvil se mueve con una cierta velocidad en el espacio por medio de una o varias unidades de accionamiento. El diseño de estas unidades de accionamiento depende acusadamente de la forma de realización del objeto móvil: En un objeto volador pueden usarse típicamente rotores, hélices o toberas, mientras que en vehículos como, por ejemplo, un cortacésped, pueden usarse, por ejemplo, cadenas o ruedas accionadas por medio de un motor. Las unidades de accionamiento descritas pueden controlarse en este caso de tal modo que el objeto móvil sigue una trayectoria predeterminada, por ejemplo, una recta o una curva con un radio predeterminado. Para ello, el objeto móvil tiene al menos un controlador (que está, preferiblemente, integrado en una instalación de procesamiento de datos), por medio del cual distintos parámetros de las unidades de accionamiento – por ejemplo, la velocidad actual, la dirección actual o diferentes velocidades en cadenas o ruedas individuales – pueden ser controlados.

45 A partir de los parámetros de control para la o las unidades de accionamiento, el objeto móvil puede calcular en qué segunda posición esperada (en una representación virtual) se encuentra después de un cierto periodo de tiempo – por ejemplo, después de un segundo –. Además, la orientación del objeto puede calcularse a partir de esta información respecto a un eje de referencia dada del objeto.

50 En la presente invención, preferiblemente, las incertidumbres adicionalmente también pueden ser calculadas de cualquier tamaño y en cualquier dimensión, por ejemplo, la incertidumbre espacial de la segunda posición esperada. En este cálculo de errores están incluidos varios parámetros como las incertidumbres de velocidad debido a la dispersión paramétrica de los accionamientos, el estado del suelo, pérdidas de dirección y tracción y similares. Además, la resolución angular del sistema de detección y/o del sensor de orientación está incluida en el cálculo de errores.

60 Después del cálculo de la segunda posición esperada dentro de la representación virtual, los puntos de referencia previstos en la representación virtual se utilizan para calcular, para cada uno de estos puntos de referencia, desde la segunda posición esperada, a qué ángulo se aparece al objeto – respecto a un eje de referencia predeterminado del objeto móvil – dentro de la representación virtual, es decir, qué información de ángulo, para cada marca de referencia individual en el espacio, desde el sistema de detección vinculado al objeto móvil, tendría que ser enviada a una posición en el espacio correspondiente a la segunda posición esperada durante el proceso de detección.

65 En una siguiente etapa, el objeto móvil se mueve 103 en el espacio hasta una segunda posición en base a los parámetros de accionamiento predeterminados y previamente determinados en el marco de los cálculos. Para ello

las unidades de accionamiento mencionadas del objeto móvil se controlan con los parámetros apropiados, recorriendo de este modo una trayectoria de movimiento predeterminada. Después de un cierto periodo de tiempo se encuentra en esta segunda posición en el espacio.

5 En una forma de realización alternativa, también es posible que el cálculo de la segunda posición esperada y la información de ángulo se efectúe sustancialmente a tiempo real, mientras el objeto móvil es controlado mediante la unidad de control por medio de ciertos parámetros de accionamiento y la trayectoria de movimiento (teórica) definida se recorre de este modo. Por tanto, en este caso, la etapa de mover el objeto móvil hasta la segunda posición se efectúa sustancialmente al mismo tiempo que el cálculo de una segunda posición esperada y de la información de ángulo asociada (estos cálculos serían entonces actualizados continuamente durante el movimiento), no siendo consecutivos entre sí en el tiempo.

15 La segunda posición esperada frecuentemente se desvía de la segunda posición verdadera del objeto móvil en el espacio (por las razones mencionadas anteriormente); por tanto, la segunda posición se corrige a una segunda posición aproximada por medio de las marcas de referencia. Para ello, tiene lugar 104 una determinación de marcas de referencia de información de dirección en la segunda posición en el espacio, por medio del sistema de detección. Preferiblemente, la información de dirección se basa en el eje de referencia predeterminado del objeto móvil. La determinación (el proceso de escaneo) se realiza por medio de al menos un sensor y, preferiblemente, por medio de un sistema de detección, el cual o los cuales están vinculados al objeto móvil.

20 Después del proceso de escaneo, tales marcas de referencia se identifican como una etapa de cálculo adicional, en base a la información de ángulo determinada, para la que la información de dirección determinada permite una distintividad inequívoca de las respectivas marcas de referencia. Para ello, las mismas se seleccionan de las señales detectadas que son inequívocamente distinguibles en base a su información de ángulo – después de los cálculos explicados anteriormente basados en el mapa de los puntos de referencia en la representación virtual –, incluso teniendo en cuenta ciertas incertidumbres de los valores para la información de dirección.

30 Si, por ejemplo, dos o más puntos de referencia en la representación virtual se encuentran sustancialmente en una línea, vistos desde la segunda posición del objeto móvil, entonces las marcas de referencia en el espacio correspondientes no son inequívocamente identificables. Por tanto, las señales de esta dirección (información de dirección) no se utilizan para la determinación de la posición.

35 En otra forma de realización de la invención, al menos un sensor de orientación puede ser utilizado para determinar la información de orientación del objeto móvil. El al menos un sensor de orientación es, preferiblemente, una brújula, en particular preferiblemente, una brújula magnética. No obstante, en otra forma de realización, el sensor de orientación puede estar formado por un girocompás, un giróscopo, un giróscopo de fibra óptica, un giróscopo láser de anillo (“ring laser”) o similares.

40 Una segunda posición aproximada se determina 105 con esta información medida y la información de posición disponible de las marcas de referencia en la memoria. Para ello, se utilizan la información de dirección determinada de las marcas de referencia identificadas y de la segunda posición esperada del objeto, así como, en su caso, la información de orientación, para determinar una segunda posición aproximada y, en su caso, orientación del objeto móvil dentro de la representación virtual. Por tanto, la segunda posición esperada (y orientación) del objeto móvil en la representación virtual se corrige por medio de la información de dirección determinada (y, en su caso, la información de orientación) de las marcas de referencia identificadas en el espacio, de manera que de este modo se determina una segunda posición aproximada mejorada del objeto móvil en la representación virtual. Dependiendo de cuántas marcas de referencia pueden identificarse durante el proceso de escaneo, para determinar la posición actual del objeto móvil pueden utilizarse distintos métodos.

50 El procedimiento puede terminarse 106 con esta etapa. Sin embargo, en otra forma de realización el procedimiento también puede repetirse cíclicamente en intervalos predeterminados temporales o espaciales como se ha descrito anteriormente.

55 La **figura 2a** muestra en una representación esquemática una forma de realización de acuerdo con la invención del objeto móvil 1 y de las marcas de referencia M1 a M4, en un espacio bidimensional. El objeto móvil 1 se esquematiza aquí como un vehículo con cuatro ruedas que se desplaza a lo largo de un eje de movimiento 5. En el vehículo 1 está montado un sistema de detección con uno o más sensores 2. El sistema de detección 2 puede estar montado también en otro objeto que esté conectado al vehículo 1 (por ejemplo en un remolque). Los sistemas de detección utilizados en relación con la invención están adaptados a los tipos de radiación, longitudes de onda y reflectores utilizados. De este modo, una forma de realización preferida del sistema de detección tiene como emisor al menos un láser que está dispuesto en un cabezal de detección utilizado en rotación continua, tal que el cabezal de detección está conectado a una instalación de medición de ángulo directa o indirectamente, de manera que la posición del cabezal de detección puede determinarse en cualquier momento. Además, las marcas de referencia M1 a M4 están representadas esquemáticamente. En una forma de realización las marcas de referencia tienen retrorreflectores que reflejan de vuelta la radiación láser incidente en sustancialmente la dirección desde la que llega.

Esta constelación en el espacio corresponde a una representación en la representación virtual como se esquematiza en la **figura 2b**. En este caso, el objeto móvil se encuentra en esta figura ya en la posición esperada P_{exp} ; la orientación del objeto móvil queda determinada por el eje de movimiento 5. Las posiciones de los puntos de referencia m1 a m4 (en la representación virtual) de las marcas de referencia M1 a M4 en el espacio correspondientes están como posiciones en un sistema de coordenadas cartesiano bidimensional almacenadas como coordenadas, preferiblemente, con las incertidumbres correspondientes para el posicionamiento. Las rectas 11, 21, 31, 41 señalan las direcciones de los puntos de referencia m1 a m4 en la representación virtual respecto al sistema de detección 2; por tanto las rectas 11, 21, 31, 41 pasan a través del sistema de detección 2 y las coordenadas de las respectivas posiciones de los puntos de referencia m1 a m4.

La **figura 3** muestra un ejemplo en el que los puntos de referencia pueden detectarse en la segunda posición esperada P_{exp} teniendo en cuenta las incertidumbres angulares de la detección. El objeto 1 móvil se encuentra en la posición esperada P_{exp} y su orientación está determinada por el eje de movimiento 5. Para cada una de las marcas de referencia M1 a M4 en el espacio se calcularon a partir de la posición esperada P_{exp} y las posiciones de los puntos de referencia m1 a m4 en la representación virtual los ángulos a_{11} , a_{21} , etc. – en dirección de las rectas 11, 21, 31, 41 respecto al eje de movimiento 5 –, bajo las cuales deben aparecer durante el proceso de escaneo (proceso de detección). Por motivos de claridad, se han representado sólo los ángulos a_{11} y a_{21} . Las precisiones angulares del sistema de detección 2 usadas para calcular a_{11} , a_{21} , etc., la orientación del eje de movimiento 5 y las posiciones de los puntos de referencia m1 a m4 están sujetas a una incertidumbre. Por tanto, las señales de las marcas de referencia M1 a M4 asociadas no se indican exactamente según las respectivas direcciones de las rectas 11, 21, 31, 41, sino más bien según un rango, respectivamente, entre un límite de error 12, 22, 32, 42 asociado a la derecha y un límite de error 13, 23, 33, 43 asociado a la izquierda de esta recta.

En base a esto, para cada una de las posiciones de los puntos de referencia m1 a m4 se calculan unos intervalos en los que pueden ser detectadas teniendo en cuenta las incertidumbres. Así, la posición del punto de referencia m1 puede ser detectada en algún lugar entre las rectas 12 y 13; análogamente m2 puede ser detectada entre 22 y 23, m3 entre 32 y 33 (las rectas 32 y 33 están representadas con trazos discontinuos) y m4 entre 42 y 43. Con ello queda claro que las incertidumbres de las posiciones m1 a m4 pueden solaparse entre sí: Si una señal es detectada en un intervalo de solapamiento 50 entre las rectas 42 y 33, entonces podría haberse reflejado o bien desde la marca de referencia M3, que corresponde al punto de referencia m3, o bien desde la marca de referencia M4, que corresponde al punto de referencia m4; por tanto, una señal de este tipo puede no estar asociada inequívocamente a la marca de referencia M3 o M4 dentro del intervalo de solapamiento 50. Por tanto, en el ejemplo representado sólo pueden identificarse las marcas de referencia M1 y M2, pero no las marcas de referencia M3 y M4, cuyos puntos de referencia correspondientes en la representación virtual se encuentran dentro del intervalo de solapamiento 50.

La **figura 4a** muestra esquemáticamente cómo se ha movido el objeto 1 móvil desde una primera posición P_1 en el espacio hasta una segunda posición P_2 en la que el proceso de detección se realiza; en el punto P_2 el objeto 1 móvil tiene la orientación 5. En el punto P_2 el sistema de detección 2 escanea las marcas de referencia M1 a M4, tal que la marca de referencia M1 es detectada en la dirección A11 y M2 en la dirección A21 (las direcciones A11 y A21 están relacionadas con la orientación 5). Por motivos de claridad sólo se han representado los ángulos A11 y A21.

La **figura 4b** muestra esquemáticamente cuáles son las señales escaneadas que se utilizan para las etapas de procedimiento adicionales: Las señales con información de ángulo a_{11} – que se corresponden con la información de dirección A11 en el proceso de escaneo – pueden asignarse inequívocamente a la posición m1, las señales con la información de ángulo a_{21} – que se corresponden con la información de dirección A21 – a la posición m2. Las señales que se reflejan dentro del intervalo de solapamiento 50 pueden sin embargo no ser asignadas inequívocamente; por tanto, las marcas de referencia M3 y M4, que se corresponden con los puntos de referencia m3 y m4, no pueden ser identificadas. Por tanto, para las etapas de procedimiento adicionales pueden utilizarse sólo las marcas de referencia M1 y M2 que en consecuencia son identificadas a partir del conjunto de todas las marcas de referencia.

La **figura 5** muestra la forma de proceder para los casos en los que puede identificarse exactamente una señal ($n=1$). En este caso, la segunda posición esperada fue calculada para P_{exp} con la incertidumbre $U_{P_{exp}}$ por medio del procedimiento explicado anteriormente. El sistema de detección detecta, en la posición en la que el objeto móvil se encuentra y que puede diferir sustancialmente de P_{exp} , con el ángulo a_{11} (respecto a la orientación 5), una señal que puede ser asignada al punto de referencia m1 con la incertidumbre U_{m1} . El ángulo a_{11} se corresponde en este caso con la información de dirección determinada. Por tanto, mediante la detección se conoce que m1 se encuentra en algún lugar de la recta 11.

Para el cálculo de la segunda posición aproximada P_{2^*} , ahora se construye la perpendicular L desde P_{exp} a la recta 11 y se calcula el punto de intersección P^* de las dos rectas 11 y L. Para determinar la segunda posición aproximada P_{2^*} , se calcula acto seguido la media ponderada de P^* y P_{exp} . De ello resulta la ponderación de las relaciones de las incertidumbres $U_{P_{exp}}$ y U_{P^*} , como se muestra también en la **figura 5**; dado que la incertidumbre U_{P^*} de P^* es este ejemplo es menor que la incertidumbre $U_{P_{exp}}$ de P_{exp} , la segunda posición aproximada P_{2^*} se sitúa más próxima a U_{P^*} que a $U_{P_{exp}}$. En este caso, el cálculo de la incertidumbre $U_{P_{2^*}}$ para la posición P_{2^*} utiliza un cálculo de errores, en

particular, utilizando el teorema de propagación de errores gaussiano.

La distancia ponderada entre P_{exp} y P_{2^*} , es decir, la distancia entre P_{exp} y la segunda posición aproximada P_{2^*} , se calcula con:

$$5 \quad \text{Distancia } (P_{exp}; P_{2^*}) = \text{Distancia } (P_{exp}; P^*) * ((U_{P_{exp}})^2 / (U_{P_{exp}})^2 + (U_{P^*})^2) \quad (1)$$

La incertidumbre $U_{P_{2^*}}$ para la posición P_{2^*} se calcula con:

$$10 \quad U_{P_{2^*}} = (U_{P_{exp}} \cdot U_{P^*}) / \text{Raíz_cuadrada } ((U_{P_{exp}})^2 + (U_{P^*})^2) \quad (2)$$

En el ejemplo mostrado, las posiciones P_{exp} (0; 0) y P^* (35; -22) tienen las incertidumbres $U_{P_{exp}}$ (33; 29) y U_{P^*} (17; 15).

15 Con ello se calcula en este ejemplo

$$\text{Distancia } (P_{exp}; P_{2^*}) |_x = (35) * (33^2 / (33^2 + 17^2)) = 27,7$$

$$20 \quad \text{Distancia } (P_{exp}; P_{2^*}) |_y = (-22) * ((29^2 / (29^2 + 15^2)) = -17,4$$

$$UP_{2^*} |_x = (33 * 17) / \text{Raíz_cuadrada } ((33^2 + 17^2)) = 15,1$$

$$UP_{2^*} |_y = (29 * 15) / \text{Raíz_cuadrada } ((29^2 + 15^2)) = 13,3$$

25 La **figura 6** ilustra el caso de que se proporcionen 2 señales ($n=2$) para la determinación de la posición. Nuevamente, la segunda posición esperada fue calculada en P_{exp} con la incertidumbre $U_{P_{exp}}$ por medio del procedimiento explicado anteriormente. El objeto 1 móvil ha detectado en el proceso de detección (escaneo) los puntos de referencia $m1$ y $m2$, que se corresponden con las marcas de referencia $M1$ y $M2$; $m1$ y $m2$ forman con la posición del sistema de detección un triángulo con un ángulo interior de a^* . En base a esto, se construye un arco de circunferencia por $m1$ y $m2$ que está definido de tal modo que desde cada punto de este arco de circunferencia los dos puntos de referencia $m1$ y $m2$ se ven bajo el mismo ángulo a^* .

35 Debe observarse que siempre existen dos posibles arcos de circunferencia $K1$ y $K2$, con los respectivos centros $C1$ y $C2$, para dos puntos de referencia $m1$ y $m2$ y el ángulo a^* . Para el procedimiento adicional, se selecciona el arco de circunferencia ($K1$ o $K2$) cuyo centro ($C1$ o $C2$) se encuentra más próximo a la segunda posición aproximada P_{exp} ; en el ejemplo mostrado el centro $C1$ de $K1$ está más próximo a P_{exp} , por lo que se selecciona el arco de circunferencia $K1$.

40 En la siguiente etapa, se construye la perpendicular L desde la segunda posición esperada sobre el arco de circunferencia $K1$ y se calcula el punto de intersección P^* de $K1$ y L , como se muestra en la **figura 7**. Por otra parte, para determinar la segunda posición esperada P_{2^*} , se calcula la media ponderada de P^* y P_{exp} como se ha descrito anteriormente. De ello se desprende, análogamente a como se procede en la **figura 5**, la ponderación de la relación de las incertidumbres $U_{P_{exp}}$ y U_{P^*} ($U_{P_{exp}}$ y U_{P^*} no se muestran en la **figura 7**). A continuación se calcula la incertidumbre $U_{P_{2^*}}$ para la posición P_{2^*} mediante un cálculo de errores, en particular por medio de la propagación de errores gaussiana ($U_{P_{2^*}}$ no se muestra en la **figura 7**).

50 La **figura 8** muestra un caso en el que pudieron ser identificados 3 puntos de referencia ($n=3$). En este caso, para cada dos puntos de referencia $m1/m2$, $m2/m3$ y $m3/m1$ se construyen los arcos de circunferencia $K2$, $K1$ y $K3$ según el procedimiento descrito con referencia a las **figuras 6 y 7** y acto seguido los puntos de intersección, también según el procedimiento descrito anteriormente, siendo a continuación determinadas las segundas posiciones aproximadas como la media ponderada para cada arco de circunferencia individual. De ello a partir de estas tres posiciones aproximadas resultantes se deriva la segunda posición aproximada P_{2^*} del objeto 1 móvil mediante la obtención del punto medio.

55 Si son identificadas 4 o más posiciones ($n>3$), entonces para mejorar la eficiencia del cálculo pueden construirse o bien grupos de tres, para cada uno de los cuales se procede como para la **figura 8** en el cálculo de la posición P_{2^*} , o bien determinarse las segundas posiciones aproximadas para toda la secuencia de valores de las marcas de referencia según el procedimiento descrito anteriormente y acto seguido, por otra parte, seleccionarse las 3 segundas posiciones aproximadas con las incertidumbres menores en base a las cuales entonces se determina la segunda posición aproximada P_{2^*} del objeto 1 móvil mediante la obtención del punto medio.

Lista de signos de referencia

	1	Objeto móvil
	2	Sistema de detección, sensor
5	3	Sensor de orientación
	5	Eje de movimiento, orientación
	11, 12, 13	Recta
	21, 22, 23	Recta
	31, 32, 33	Recta
10	41, 42, 43	Recta
	50	Zona de solapamiento
	100	Comienzo del procedimiento
	101	Etapa 1 del procedimiento
	102	Etapa 2 del procedimiento
15	103	Etapa 3 del procedimiento
	104	Etapa 4 del procedimiento
	105	Etapa 5 del procedimiento
	106	Fin del procedimiento
	A11, A21	Dirección
20	a11, a21	Ángulo, información de ángulo
	a*	Información de ángulo en la posición P*
	C1, C2	Centro de K1 o K2
	K1, K2, K3	Arco de circunferencia
	L	Perpendicular
25	M1, M2, M3, M4	Marca de referencia
	m1, m2, m3, m4	Posición de M1, M2, M3, M4
	P ₁	Primera posición
	P ₂	Segunda posición
	P*	Punto de intersección
30	P ₂ *	Segunda posición aproximada
	P _{exp}	Segunda posición esperada
	U _{m1}	Incertidumbres (de m1)
	U _{P1}	Incertidumbres (de P ₁)
	U _{P2*}	Incertidumbres (de P ₂ *)
35	U _{Pexp}	Incertidumbres (de P _{exp})

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar una posición de un objeto móvil dentro de una representación virtual de un espacio, que comprende las etapas:

- 5 a. proporcionar una representación virtual de un espacio, incluyendo información sobre la posición de al menos un punto de referencia (m1, m2, m3, m4) que se corresponde sustancialmente con la posición de una marca de referencia (M1, M2, M3, M4) respectiva en el espacio; caracterizado por las siguientes etapas adicionales:
- 10 b. calcular una segunda posición esperada (P_{exp}) del objeto (1) dentro de la representación virtual, en base a una primera posición actual (P_1) y en uno o varios parámetros de accionamiento de una o varias unidades de accionamiento del objeto móvil;
- c. calcular información de ángulo (a11, a12) esperada de la posición de al menos un punto de referencia (m1, m2, m3, m4) respecto a un eje (5) del objeto (1) en la segunda posición esperada (P_{exp}) dentro de la representación virtual;
- 15 d. mover el objeto (1) móvil en el espacio hasta una segunda posición (P_2), que se corresponde con la segunda posición esperada (P_{exp}), en base al o los parámetros de accionamiento, en particular, la velocidad y la dirección, de la una o varias unidades de accionamiento del objeto (1) móvil;
- e. en la segunda posición, determinar la información de dirección (A11, A21) de la al menos una marca de referencia (M1, M2, M3, M4) en el espacio respecto al eje (5) del objeto (1), mediante al menos un sensor (2) que está vinculado al objeto (1) móvil, en particular, por medio de una conexión de comunicación;
- 20 f. identificar n marcas de referencia (M1, M2) en base a la información de ángulo calculada esperada, para la que la información de dirección (A11, A21) determinada permite una distintividad inequívoca de las respectivas marcas de referencia (M1, M2), concretamente, una asignación inequívoca de la información de dirección (A11, A21) a una marca de referencia (M1, M2, M3, M4) respectiva;
- 25 g. utilizar la información de dirección (A11, A21) determinada de la al menos una marca de referencia (M1, M2) identificada y la segunda posición esperada (P_{exp}) del objeto (1) para determinar una segunda posición (P_2) aproximada del objeto (1) móvil dentro de la representación virtual, tal que las etapas a. a g. se repiten en intervalos predeterminados temporales o espaciales.

30 2. Procedimiento, según la reivindicación 1, que comprende adicionalmente las etapas:

- b+. calcular una segunda orientación esperada del eje (5) del objeto (1) dentro de la representación virtual, en base a una primera orientación actual del eje (5) del objeto (1) y al uno o los varios parámetros de accionamiento de la una o las varias unidades de accionamiento del objeto móvil; y
- 35 g+. utilizar la información de dirección (A11, A21) determinada de la al menos una marca de referencia (M1, M2) identificada y la segunda orientación esperada del eje (5) del objeto (1) para determinar una segunda orientación aproximada del eje (5) del objeto (1) móvil dentro de la representación virtual.

40 3. Procedimiento, según la reivindicación 1, que comprende adicionalmente las etapas:

- b+. calcular una segunda orientación esperada del eje (5) del objeto (1) dentro de la representación virtual, en base a una primera orientación actual del eje (5) del objeto (1) y al uno o los varios parámetros de accionamiento de la una o las varias unidades de accionamiento del objeto móvil;
- 45 e+. en la segunda posición (P_2), determinar la información de orientación del objeto (1) por medio de al menos un sensor de orientación (3) que está vinculado al objeto móvil; y
- g+. utilizar la información de orientación determinada y la segunda orientación esperada del objeto (1) para determinar una segunda orientación aproximada del objeto (1) móvil dentro de la representación virtual.

50 4. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, tal que

- a. en caso de $n = 1$, se determina una pluralidad de posiciones posibles dentro de la representación virtual, a partir de la cual la marca de referencia (M1) identificada aparece bajo la información de dirección determinada, tal que la pluralidad de las posiciones posibles se encuentra en una recta (g);
- 55 b. en caso de $n = 2$, se determina una pluralidad de posiciones posibles dentro de la representación virtual, a partir de la cual las marcas de referencia identificadas aparecen bajo su información de dirección determinada, tal que la pluralidad de las posiciones posibles se encuentra en un arco de circunferencia (K1); y
- c. en caso de $n > 2$, se determina una pluralidad de posiciones posibles dentro de la representación virtual, a partir de la cual dos de las marcas de referencia identificadas aparecen, respectivamente, bajo su información de dirección determinada, tal que la pluralidad de las posiciones posibles se encuentra en una pluralidad de arcos de circunferencia (K1, K2, K3).
- 60

5. Procedimiento, según la reivindicación 4, tal que la determinación de la segunda posición aproximada (P_2) del objeto (1) móvil dentro de la representación virtual se efectúa con ayuda de la perpendicular (L) desde la segunda posición esperada (P_{exp}) del objeto (1) en la pluralidad de posiciones posibles para determinar al menos un punto de intersección (P^*).

65

- 5 6. Procedimiento, según la reivindicación 5, tal que, en caso de determinar sólo un punto de intersección (P^*), la media entre la segunda posición esperada (P_{exp}) y el punto de intersección (P^*) define la segunda posición aproximada ($P_{2'}$), y, en caso de determinar varios puntos de intersección (P^*), el punto medio entre todas las medias entre la segunda posición esperada (P_{exp}) y, respectivamente, un punto de intersección (P^*) define la segunda posición aproximada ($P_{2'}$).
- 10 7. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, tal que la información sobre la posición de las marcas de referencia, la primera posición actual (P_1), el o los parámetros de accionamiento de la una o varias unidades de accionamiento, la segunda posición esperada (P_{exp}), la información de ángulo (a_{11} , a_{21}) esperada, la información de dirección (A_{11} , A_{21}), la segunda posición aproximada ($P_{2'}$), la primera orientación actual, la segunda orientación esperada, la información de orientación, la segunda orientación aproximada, la pluralidad de posiciones posibles, el al menos un punto de intersección (P^*), el al menos una media y/o el punto medio se definen mediante valores sujetos a incertidumbres (U_{m1} , U_{P1} , $U_{P_{exp}}$, U_{P-} , $U_{P2'}$), y tal que estas incertidumbres son tenidas en cuenta y, preferiblemente, propagadas en las etapas de procedimiento b. a g. y, en su caso, b+., e+ y g+. y, en particular, son propagadas por medio de una propagación de errores gaussianas.
- 15 8. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, tal que la información de dirección (A_{11} , A_{21}) determinada no permite una distintividad inequívoca de las marcas de referencia (M_3 , M_4) si la información de dirección (A_{11} , A_{21}) determinada pudiera corresponder (50) a más de una marca de referencia y, en particular, si esto es un resultado de las incertidumbres y/o de su propagación.
- 20 9. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, tal que, en caso de $n = 0$, las etapas b. a g. y, en su caso, b+., e+ y g+. se efectúan para una tercera posición posterior en vez de la segunda posición (P_2).
- 25 10. Procedimiento, según la reivindicación 7, en lo que esta reivindicación se refiere a la reivindicación 6, tal que la o las medias se determinan por medio de la obtención de un valor medio ponderado en base al menos un punto de intersección (P^*) sujeto a incertidumbres (U_{P-}) y la segunda posición esperada (P_{exp}) sujeta a incertidumbres ($U_{P_{exp}}$).
- 30 11. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, tal que las etapas b+., e+ y/o g+. se repiten a intervalos predeterminados temporales o espaciales.
12. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, tal que la representación virtual es un mapa bidimensional o tridimensional.
- 35 13. Medio de almacenamiento con comandos almacenados en el mismo para controlar un procesador, los cuales al ser ejecutados por un procesador implementan un procedimiento, según una de las reivindicaciones 1 a 12.
- 40 14. Dispositivo (1) que comprende: medios de almacenamiento, medios de procesamiento de datos que incluyen al menos un procesador, al menos una unidad de accionamiento para desplazar el dispositivo, al menos un sensor (2) para detectar la información de dirección y, opcionalmente, al menos un sensor de orientación (3) para detectar la información de orientación,
caracterizado por que
 los medios de almacenamiento incluyen comandos para controlar un procesador, los cuales al ser ejecutados por el procesador implementan un procedimiento, según una de las reivindicaciones 1 a 13, y tal que
 45 los medios de procesamiento de datos controlan la al menos una unidad de accionamiento para mover el dispositivo según la etapa d.

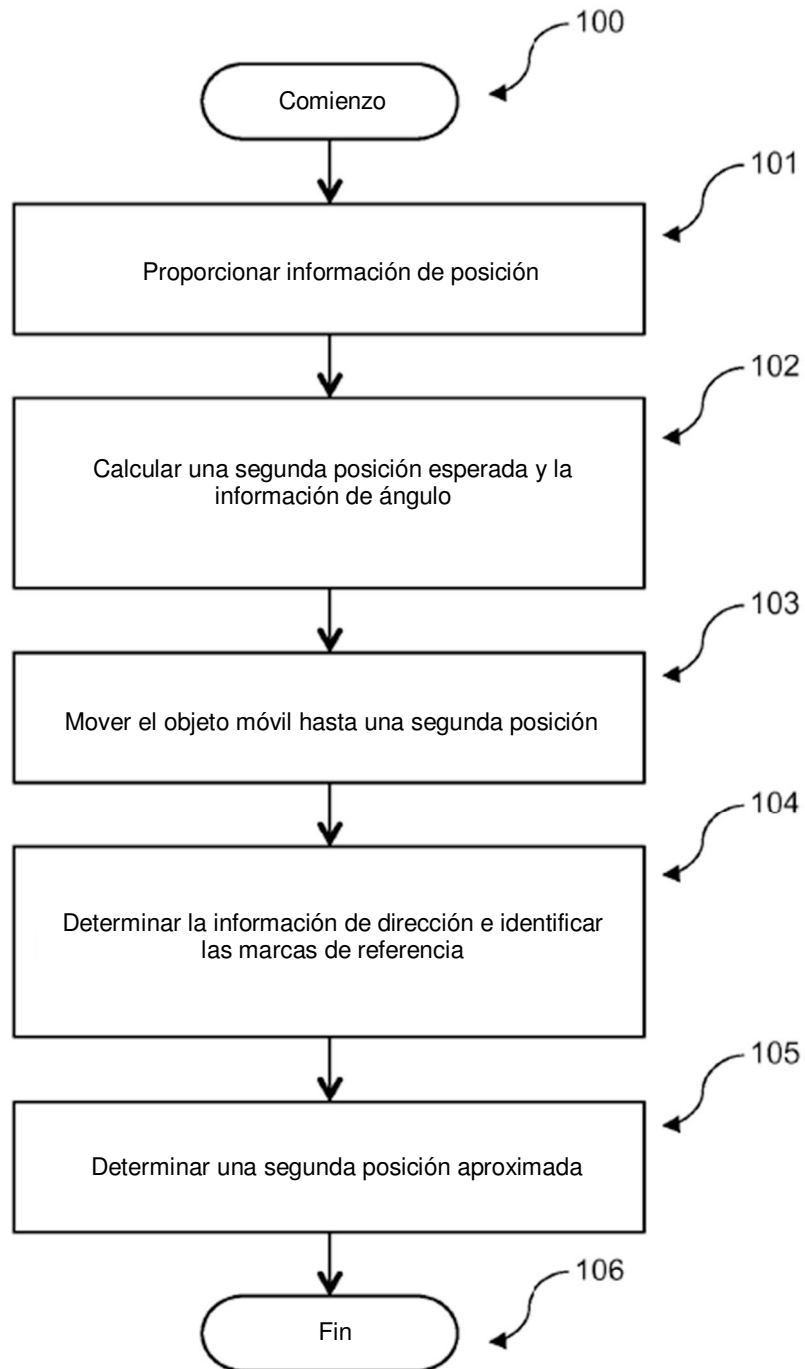


Fig. 1

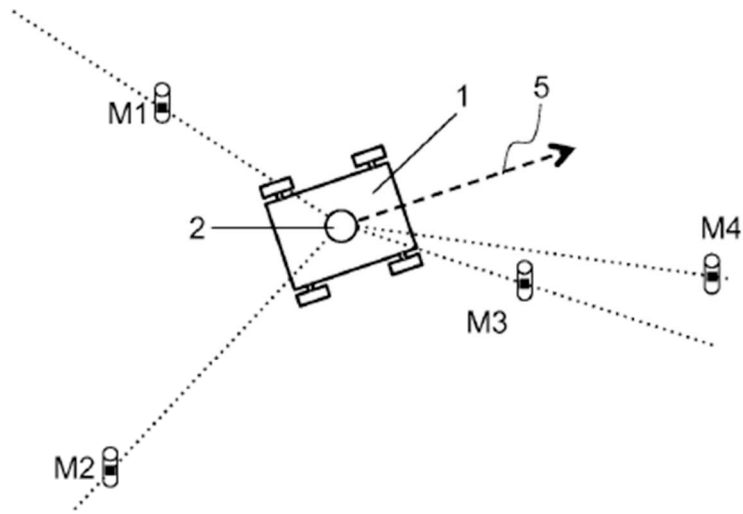


Fig. 2a

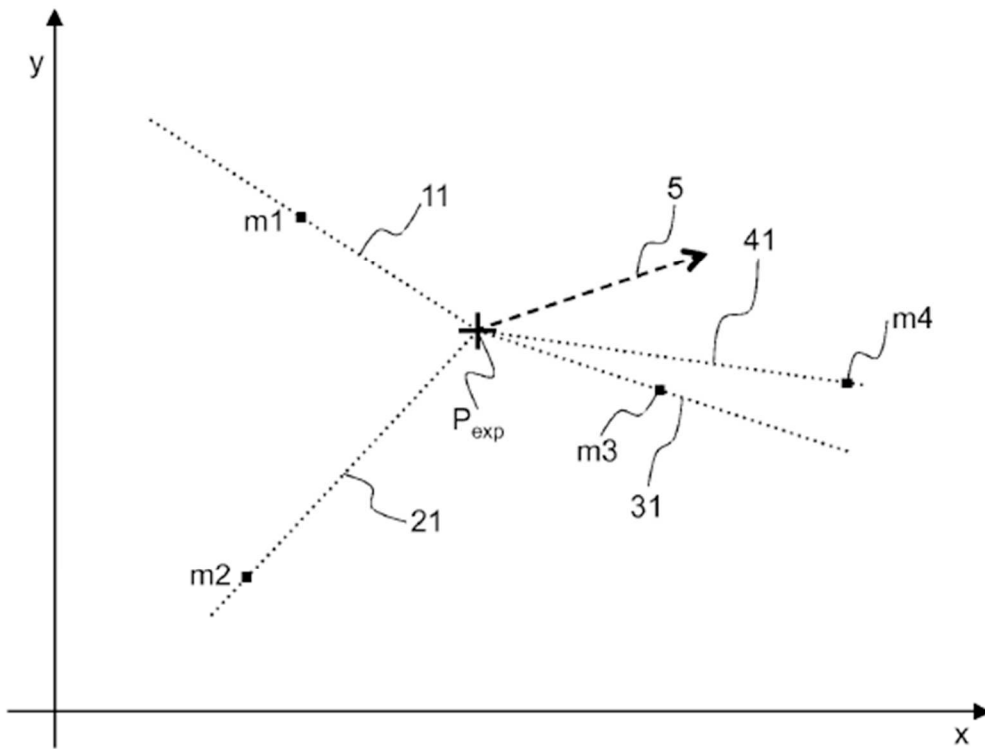


Fig. 2b

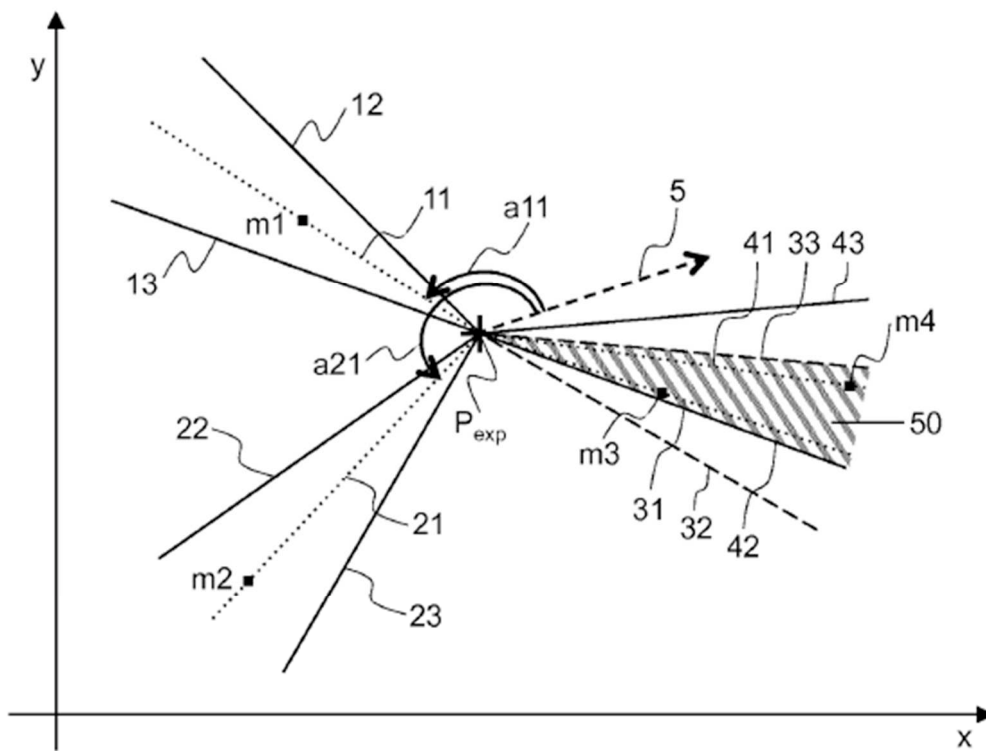


Fig. 3

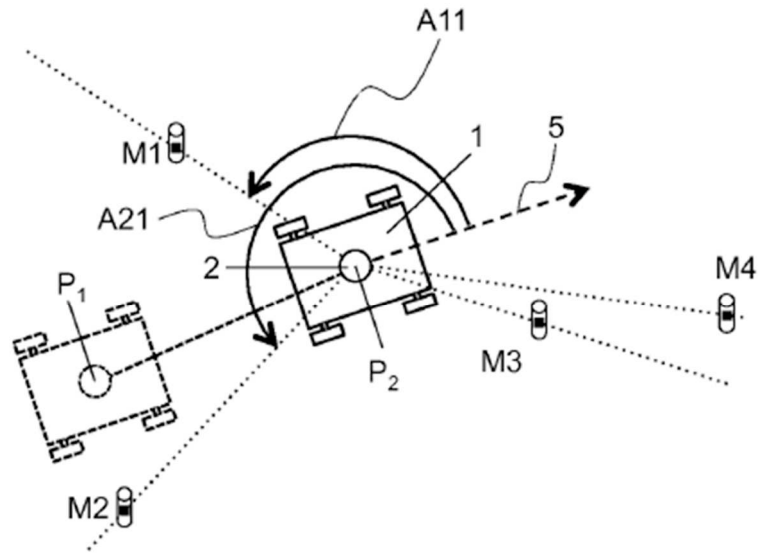


Fig. 4a

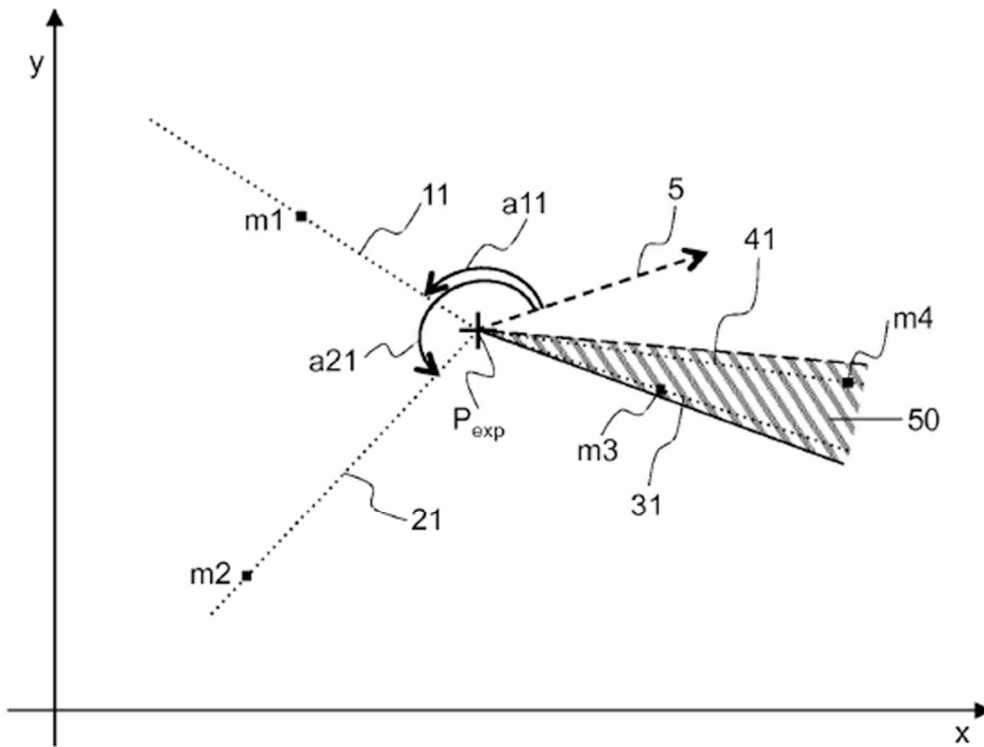


Fig. 4b

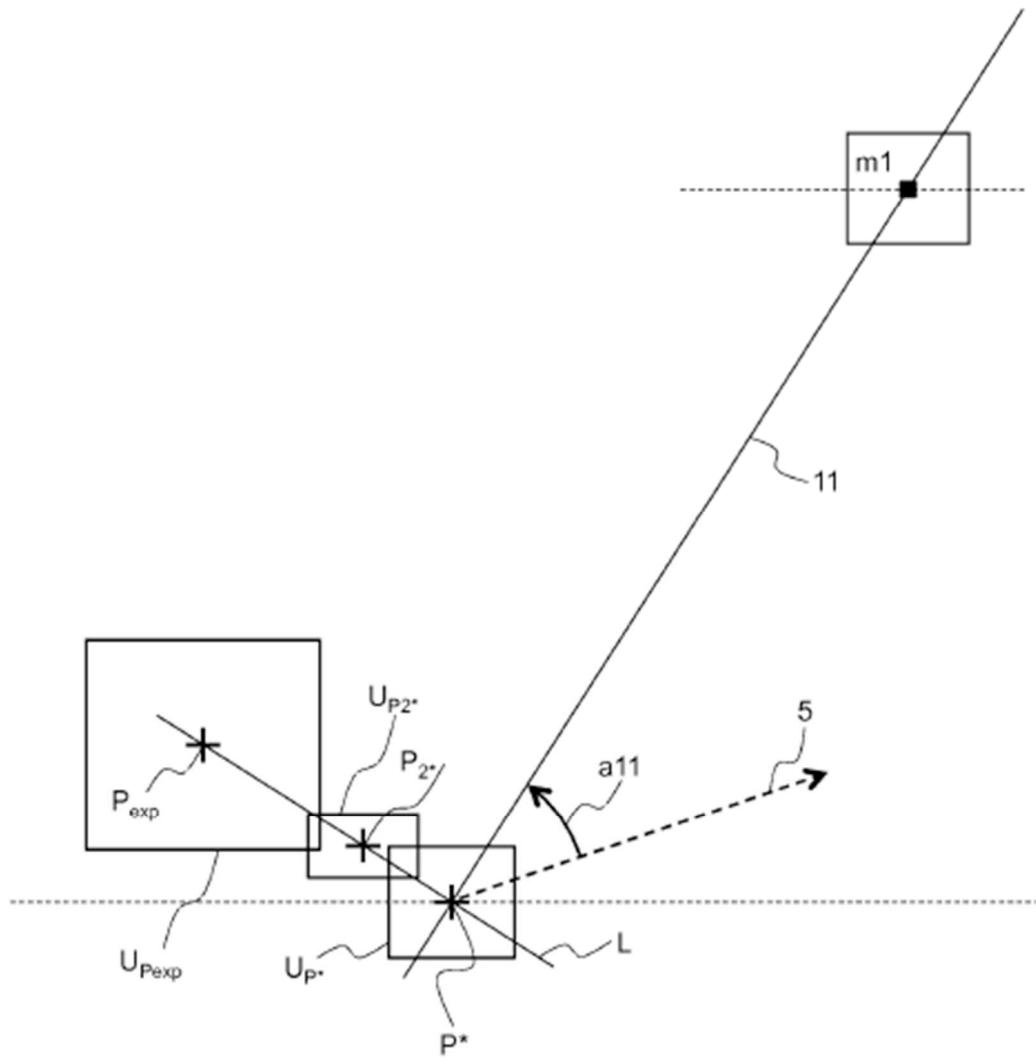


Fig. 5

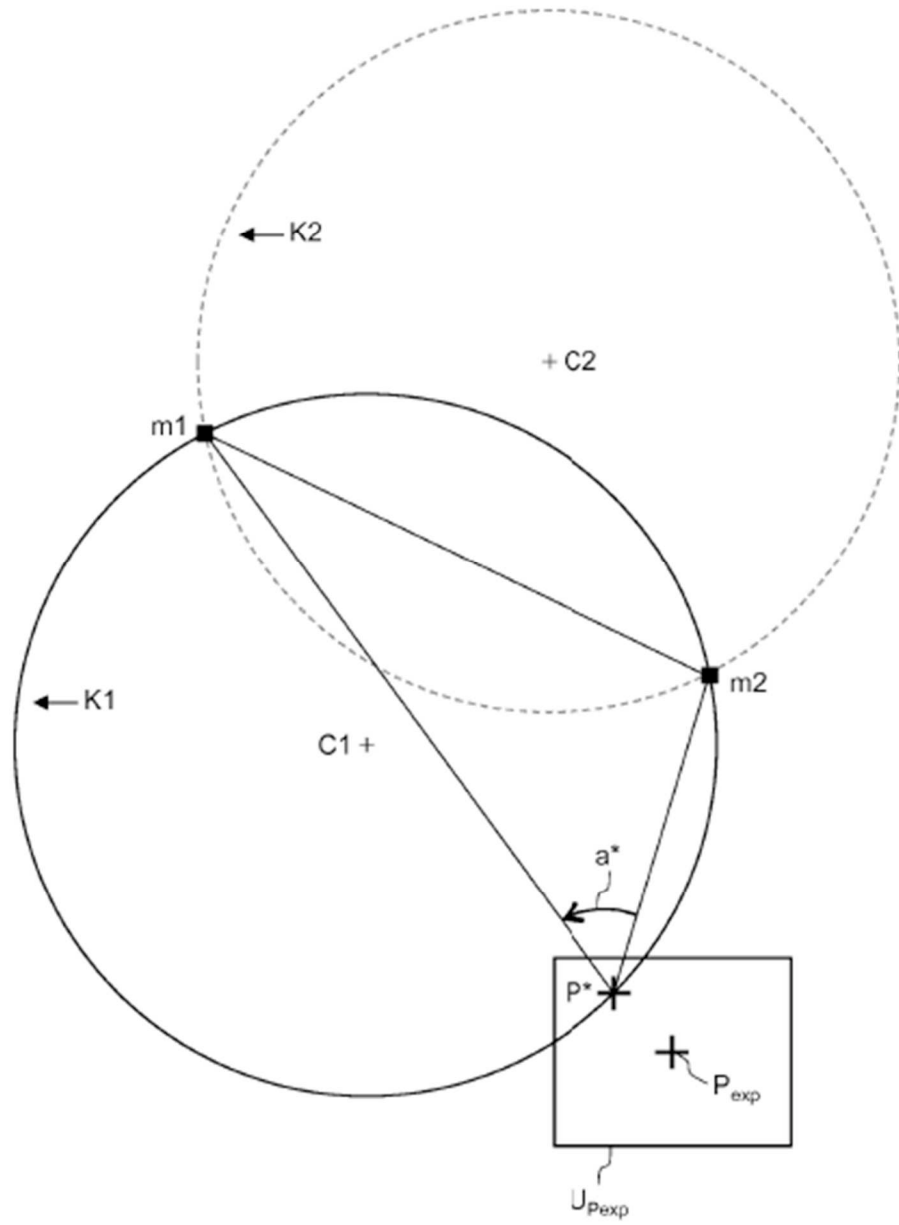


Fig. 6

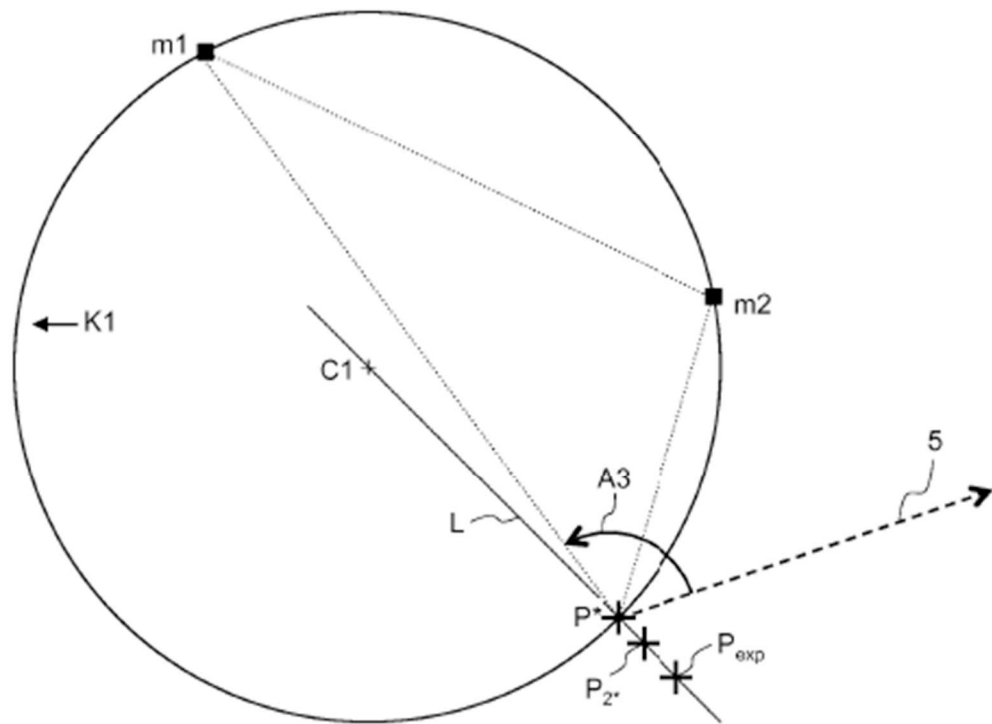


Fig. 7

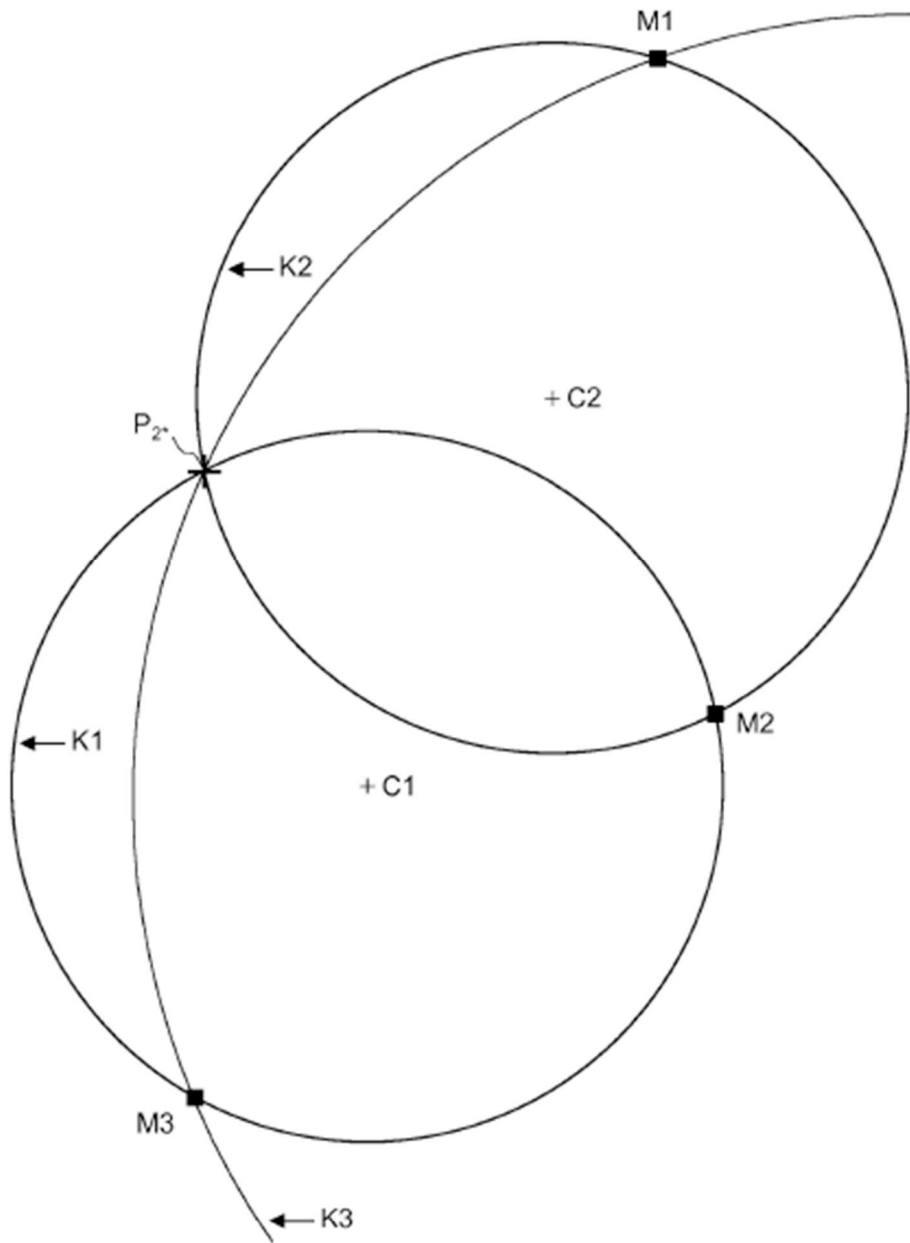


Fig. 8