(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 693 033**

(51) Int. CI.:

G07B 15/06 (2011.01)
G01C 21/30 (2006.01)
G01S 19/00 (2010.01)
G08G 1/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2014 E 14195456 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.07.2018 EP 2887326**

(54) Título: **Detección de zona en un sistema de GNSS**

(30) Prioridad:

20.12.2013 NO 20131722

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.12.2018

(73) Titular/es:

Q-FREE ASA (100.0%)
P.O. Box 3974 Leangen
7443 Trondheim, NO

(72) Inventor/es:

LYKKJA, OLA MARTIN;
LÖLAND, ANDERS;
HUSEBY, RAGNAR y
BOLSTAD, HANS CHRISTIAN

(74) Agente/Representante:

DURÁN BENEJAM, María Del Carmen

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

Detección de zona en un sistema de GNSS

La presente invención se refiere, de acuerdo con un primer aspecto, a un método del tipo indicado por el preámbulo de la reivindicación 1. De acuerdo con otro aspecto la invención se refiere a un sistema para realizar dicho método como se indica por el preámbulo de la reivindicación 13.

Antecedentes

Se han desarrollado sistemas y métodos para control automático de paso de objetos, típicamente vehículos, en y/o fuera de ciertas áreas geográficas durante las últimas décadas, y son predominantes los sistemas y métodos basados en la tecnología de Sistema de Satélites de Navegación Global (GNSS).

Los sistemas de peaje de carretera basados en satélites están creciendo rápidamente en número debido a su versatilidad y flexibilidad. Permiten un concepto de tiempo/distancia/lugar avanzado donde los marcadores de política pueden ajustar el precio y zonas de peaje para ajustarse mejor a sus objetivos. La no repudiación de la declaración de peaje es un aspecto muy importante del sistema de peaje. Esto incluye tanto proporcionar que la declaración de peaje sea genuina como probar que el sistema identifica correctamente vehículos que viajan dentro y fuera de zonas de peaje.

Incluso si el rendimiento promedio y disponibilidad de sistemas de GNSS hoy en día fueran muy buenos, aún habrá situaciones donde el sistema de peaje puede ser engañado por estimaciones de posición erróneas del sistema de GNSS. En particular en áreas geográficas donde partes del cielo se obstruyen por objetos naturales o artificiales, esto puede ser de gran interés.

El modelo de peaje y sistema basado en GNSS en la Figura 1 se describe por normas internacionales. De mayor relevancia para esta invención es la ISO 17573 Recaudación Electrónica de Cuota - Arquitectura de sistemas para peaje relacionado con vehículos y la ISO 12855 Recaudación Electrónica de Cuota - Intercambio de información entre provisión de servicio y cobro de peaje. La Unión Europea está trabajando hacia un sistema interoperable Europeo Común para peaje donde los usuarios de carretera tienen unidades a bordo (OBU) y un contacto con un operador de peaje doméstico que posibilita itinerancia pan-europea donde los cobros de peaje externos se facturan a través del operador de peaje doméstico. Esto es conocido como la directiva EETS, la Directiva (2004/52/EC) del Parlamento Europeo y el Consejo del 29 de abril de 2004 sobre la interoperabilidad de sistemas de peaje de carretera electrónicos en la Comunidad. Adicionalmente, la Decisión de la Comisión Europea (2009/750/EC) del 6 de octubre de 2009 sobre la definición del Servicio de Peaje electrónico Europeo y sus elementos técnicos, pone esto en efecto.

Un sistema de peaje de carretera basado en satélite comprende tres elementos físicos principales. 1) Los satélites 2) vehículos equipados con OBU que observan señales desde los satélites y 3) una denominada parte administrativa.

El uso más típico de tales sistemas es para peaje, donde cada propietario de vehículo paga una cierta cuota por uso de la carretera en el paso de un borde de zona en un denominado esquema de peaje basado en cordón. En general se encuentran dos clases de errores con el uso de tales sistemas, siendo uno un falso registro de un paso, siendo el otro reconocimiento incorrecto de un paso que realmente tuvo lugar. Adicionalmente la detección puede atribuirse erróneamente a una localización incorrecta o a un tiempo incorrecto. Todos los errores pueden dar como resultado confianza de uso inferior en el sistema y costes operacionales aumentados.

El documento EP 2230644 A1 enseña un método y sistema que implica mantener sistemas de posicionamiento global (GPS) de vehículos en espera. Las funciones de posicionamiento de los sistemas de posicionamiento global se estimulan en la proximidad de puntos de posicionamiento geográficos, por ejemplo, puntos de tributación, donde se calcula la estimulación de la función de posicionamiento de cada sistema de posicionamiento global desde un instante de posicionamiento de origen, punto de posicionamiento geográfico cercano y velocidad máxima de los vehículos.

El documento WO 2010098128 A1 describe un sistema de cobro de paso de carretera que cobra un peaje a vehículos que marchan en una carretera en un segmento predeterminado y está equipado con una sección de detección de posición que detecta la posición de un vehículo, una sección de cálculo de número de vehículos que calcula el número de vehículos presentes en una carretera en un segmento predeterminado a partir de la información posicional de vehículos detectados por la sección de detección de posición, una sección de decisión de atasco de tráfico que decide si la carretera en el segmento predeterminado está congestionada o no comparando el número de vehículos calculado por la sección de cálculo de número de vehículos con el umbral predeterminado, una sección de ajuste de segmento de cobro que establece el segmento predeterminado como un segmento de cobro cuando se realiza una decisión de que el segmento predeterminado está congestionado por la sección de decisión de atasco de tráfico, una sección de entrega de información de segmento de cobro que entrega información que indica que el segmento predeterminado establecido por la sección de ajuste de segmento de cobro es el segmento

de cobro, y una sección de cobro que cobra un peaje para vehículos que marchan en la carrera establecidos como el segmento de cobro.

El documento EP 1708143 A2 describe un sistema que incluye una unidad a bordo montada en un vehículo para obtener datos relacionados con la posición del vehículo. Una parte administrativa central y estática procesa los datos relacionados con posición para generar datos de posición normalizados. Una unidad de servicio procesa los datos de posición normalizados. La unidad a bordo y la parte administrativa tienen interfaces para posibilitar el intercambio de datos.

El documento EP1657683A2 enseña un método mediante el cual una señal de posición recibida se transfiere a un sistema receptor con una unidad informática que tiene un mapa digital almacenado en una memoria. Al menos se define un área (por ejemplo país) en relación con el mapa en la unidad informática, y se delimita por al menos una curva poligonal. La región del área se selecciona de modo que los tipos de reconocimiento usados dentro del área son los mismos, y son diferentes de los tipos de reconocimiento usados en áreas adyacentes adicionales.

La Patente de Estados Unidos US7324017B2 describe un proceso para determinar viajes a través de al menos una sección de carretera de peaje por al menos un vehículo por medio de un sistema de determinación de posición que se establece para determinar la posición actual de al menos un vehículo, mediante el cual se comparan posiciones del al menos un vehículo con la posición de al menos una característica de punto de referencia para una entrada a una sección de carretera de peaje, mediante las cuales se determina la orientación del vehículo dentro de una región especificable alrededor de la entrada, mediante la cual se determina si la orientación determinada concuerda con un rango de tolerancia especificable con la característica de orientación de entrada en la sección de carretera de peaje.

El documento US 2011153267 A1 describe una unidad de rastreo para su uso con un sistema de servicio basado en localización. La unidad de rastreo de localización comprende un receptor de navegación adaptado para implementar una función de rastreo de localización, medios de procesamiento de datos adaptados para determinar una localización ocupada de acuerdo con un primer proceso de coincidencia de localización. El primer proceso de coincidencia de localización usa datos de navegación desde el receptor de navegación y un primer conjunto de datos geográficos, y medios de procesamiento de datos adaptados para verificar la integridad del primer proceso de coincidencia de localización basándose en un segundo proceso de coincidencia de posición que usa datos de navegación y un segundo conjunto de datos geográficos.

El documento DE 10155501 A1 enseña un método para detección de paso de vehículo basado en satélite mediante el uso de polígonos definidos matemáticamente. La fiabilidad de las detecciones se supone que se aumenta evaluando la duración de cada vehículo en una zona de tolerancia que rodea la zona a monitorizar.

El documento US2009157566 A1 enseña un método que trata los problemas de: a) generar una trayectoria de peaje de longitud consistente determinando uno de un posible conjunto de trayectorias que son todas de la misma longitud en recuento de células cada vez que se toma el mismo viaje, b) determinar un precio consistente para cada trayectoria de peaje estableciendo valores predeterminados en aquellas células de manera que cada posible variante de trayectoria de un viaje específico produzca el mismo peaje, y c) determinar el precio correcto para cada trayectoria de peaje ajustando precios en cada célula para contabilizar la distancia exacta realmente representada, de modo que el peaje calculado coincida exactamente al peaje que se hubiera calculado si se hubiera medido la distancia lineal exacta en la carretera real.

El documento EP 2 346 004 A1 se refiere a un aparato de telemetría móvil para su uso en un vehículo, que comprende un procesador y una unidad de almacenamiento de datos que contiene una base de datos de mapas, el aparato configurado para almacenar en una unidad de almacenamiento a largo plazo o para transmitir a un sistema externo de parte administrativa datos de salida representativos de la posición o velocidad del vehículo, programándose el procesador para responder a parámetros medidos indicativos del movimiento del vehículo y para acceder a la base de datos de mapas representativos de posibles posiciones del vehículo, para generar los datos de salida; en el que la base de datos de mapas comprende una pluralidad de zonas y un conjunto de datos que informan parámetros asociados con cada zona, y el procesador está programado para determinar en qué zona está situado el vehículo y para transmitir los datos de salida de acuerdo con los parámetros de información asociados con esa zona.

El documento WO 2009/146948 A1 se refiere a la recaudación de un peaje de vehículo a motor por medio de un proceso de localización asistido por satélite y/o asistido por teléfono móvil, determinándose datos de cantidad de peaje en al menos un dispositivo de vehículo (3) basándose en datos relacionados con la localización obtenida y datos relacionados con el cobro almacenados. Para recaudar un peaje, se establece un enlace de comunicación (5) entre el dispositivo de vehículo (3) y un sistema central (6), y se usan certificados autenticados y firmas digitales para todas las acciones de transmisión de datos y facturación para asegurar que el acceso está autorizado, puede hacerse la facturación y se evita la manipulación. De acuerdo con la invención, se transmiten datos relacionados con la localización predefinidos requeridos de acuerdo con la posición del vehículo actual desde el sistema central (6) al dispositivo de vehículo (3) mediante el enlace de comunicación (5), por ejemplo similar a cuadrados de cuadrícula (65), para minimizar los datos almacenados en el dispositivo de vehículo (3), mientras los datos relacionados con la

localización o cuadrados de cuadrícula (65) usados de manera regular se almacena/almacenan permanentemente en el dispositivo de vehículo (2).

El documento WO 03/042926 A1 describe un sistema de detección (60) y un método para detectar vehículos (48) con un sistema de navegación por satélite digital (50) que usa áreas superficiales (10) tales como ciudades o distritos de la ciudad. Un área superficial (10) se almacena en un ordenador y se rodea por una polilínea (12). El vehículo se detecta tan pronto como las coordenadas suministradas por el sistema de navegación por satélite (50) alcanzan la polilínea (14).

El documento EP 1 909 231 A1 se refiere a equipo a bordo de vehículo que implementa al menos un esquema de evaluación de uso de ruta. El equipo a bordo puede procesar datos de posición de vehículo y datos de mapa para proporcionar datos de uso de ruta a bordo. Como alternativa, los datos de posición de vehículo pueden transferirse a un sistema de parte administrativa donde se procesan para proporcionar datos de uso de ruta. La invención también se refiere a sistemas y métodos de parte administrativa correspondientes.

El documento US 2009/0011777 A1 se refiere a un sistema inalámbrico móvil que incluye un transmisor tal como un satélite que difunde señales inalámbricas tales como límites para áreas específicas a un dispositivo de recepción móvil. Se usa un receptor de localización para generar señales de localización de modo que puede realizarse una determinación a la localización del dispositivo de recepción móvil. Cuando el dispositivo de recepción móvil se acerca a un límite del área de comercialización designada, se genera una advertencia. La determinación de posición hace uso de un método específico denominado técnica de emisión de rayos. De acuerdo con una realización los problemas relacionados con la detección de posiciones donde el límite de una región al mismo tiempo es un límite a una región adyacente, se sugiere que se resuelvan por el uso de una zona reguladora de histéresis alrededor del polígono.

A pesar de las enseñanzas anteriormente mencionadas aún existe una necesidad de métodos y sistemas mejorados para detección de objetos basada en zona, tales como vehículos, que pasan dentro y fuera de una zona geográfica, que proporcione fiabilidad mejorada y riesgo reducido de falsas determinaciones de cruce.

Objeto

El objeto de la presente invención es proporcionar un método y un sistema que con medios sencillos y económicos mejoren la fiabilidad de sistemas de peaje basados en satélite, aumentando la confianza del sistema.

La presente invención puede usarse también para fines relacionados en aplicaciones no de peaje.

La presente invención

El objeto anteriormente mencionado se consigue por el método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, que se define mediante la reivindicación 1.

El objeto también se consigue por el sistema que constituye el segundo aspecto de la presente invención, como se define por la reivindicación 13.

De acuerdo con la presente invención se usan dos polígonos separados para definir un borde virtual alrededor de una zona de peaje, una aplicación típica de la cual sería como parte de unos sistemas de facturación automáticos para vehículos que pasan dentro y fuera de la zona. Un primer polígono más pequeño se rodea por un segundo polígono más grande que cubre completamente el primer polígono, con una zona de demarcación siempre mayor que cero entre los mismos.

Debería observarse que en este documento "vehículo" se ha de interpretar en el sentido más amplio posible, no únicamente cubriendo automóviles y similares.

A continuación se analiza el sistema de acuerdo con la presente invención en términos de un método y sistema para cobrar un peaje (cuota) a vehículos que pasan en una cierta zona. Debería destacarse que el método y sistema como tal, aunque son adecuados para un fin de este tipo, son un sistema general para detección de objetos que pasan dentro y fuera de una zona, independientemente del uso posterior de dicha información. La información puede usarse también únicamente para obtener datos de tráfico para la zona en cuestión.

Para pasar en la zona de peaje las coordenadas de cada vehículo se comparan con el borde virtual en el primer polígono más pequeño. Para determinar cualquiera que pase fuera de la zona de peaje, las coordenadas del vehículo se comparan solamente con el borde virtual del segundo polígono más grande.

Permitiendo una distancia (lineal) entre el primer y el segundo polígono determinados por tolerancias de error conocidas en el sistema de GNSS usado para la determinación de la posición del vehículo, se reduce el riesgo de evaluar eventos de cruce de borde de zona incorrectos.

Los polígonos pueden ser bidimensionales, pero también pueden usarse polígonos/poliedros tridimensionales para contabilizar geometrías de carretera más complejas. Pueden ser necesarios polígonos tridimensionales (poliedros) para distinguir entre zonas que cubren carreteras en múltiples niveles donde la descripción de latitud y longitud en solitario no es suficiente para diferenciar entre los polígonos. Esto puede pertenecer a autopistas elevadas con red de carreteras local debajo, carreteras bajo puentes y sistemas de carretera en túneles, etc. En esta realización, las posiciones deben aumentarse con información de altitud, y posiblemente espesor, es decir un poliedro puede usarse para representar el polígono generalizado.

Puede definirse como un requisito que se realice un cierto número (representado por "n") de observaciones de localización dentro del primer polígono antes de que se asigne el verdadero paso en la zona de peaje.

El primer polígono interior y el segundo polígono exterior tendrán típicamente diferentes vértices y la distancia entre los dos varía de acuerdo con condiciones variables alrededor de su periferia, como la presencia o ausencia de edificios, colinas empinadas, cruces de carretera, etc. Más en general puede decirse que el número de vértices en el segundo polígono es independiente del número de vértices en el primer polígono.

A continuación se describe la invención en detalle adicional con referencia a dibujos adjuntos, donde

- La Figura 1 es una ilustración esquemática de una arquitectura de sistema de un sistema basado en GNSS para monitorización de localización de vehículos. Esta arquitectura es compatible con ISO 17573.
- La Figura 2 es una ilustración esquemática de la estructura interna de una unidad de OBU.
- La Figura 3 es una ilustración esquemática del concepto de la presente invención.
- La Figura 4 es una ilustración esquemática de un cierto aspecto en el concepto general de la presente invención.
- Las Figuras 5a y 5b son ilustraciones esquemáticas de una realización alternativa de la presente invención.

Los elementos encontrados en un sistema de peaje de GNSS 10 ilustrado en la Figura 1 son un satélite de GNSS 11, una OBU 12, un intermediario 13 y una parte administrativa 14. Existe un primer intercambio de comunicación de datos 15 entre la OBU y el intermediario, y un segundo intercambio de comunicación de datos 16 entre el intermediario 13 y una parte administrativa 14. No hay limitación con respecto a la tecnología implicada con el intercambio de información entre las diferentes unidades. No hay necesariamente una relación uno a uno entre los elementos mostrados; habrá por ejemplo típicamente un número de satélites 11 que diseminan información que posibilita la localización de la OBU en cualquier punto en el tiempo dado. Todos los cálculos realizados y/o conclusiones extraídas con respecto a evaluación de pasos pueden realizarse localmente, como en las OBU individuales, de manera central en una parte administrativa o por un intermediario o en cualquier otra combinación hallada conveniente de esta manera.

La Figura 2 ilustra los componentes principales de la OBU 12. La OBU incluye una memoria volátil 21, un receptor de GNSS 22, una unidad de procesamiento 23, una unidad de comunicación 24 y almacenamiento persistente 25. La OBU puede ser un dispositivo físico especializado para el sistema de peaje de GNSS, pero también estará presente como una función integrada en otros dispositivos adaptados para el fin, tal como un tacógrafo u otro dispositivo, portátil, montado en o integrado en el vehículo.

Estos componentes son componentes convencionales de una unidad de OBU para cobro de usuarios de carretera de GNSS, y su función por lo tanto no se explica en más detalle en este punto.

Aunque debería destacarse que mientras que el concepto inventivo hace uso de un sistema de este tipo, el GNSS 10 y la OBU 12 son generalmente conocidos. El módulo de GNSS 10 puede implementarse con diferentes niveles de sofisticación, variando desde un sencillo receptor de GPS a una unidad de navegación compleja que usa información desde múltiples sistemas de GNSS, sensores de movimiento con instrumentos y sensores de vehículo. Es el método particular como se describe a continuación el que constituye la presente invención.

La Figura 3 muestra los principios generales de la presente invención en una realización simplificada. Se muestra un polígono exterior 31 y un polígono interior 32 así como una representación esquemática de una calzada 33 que marcha a través del área delimitada por los polígonos. La flecha a la derecha de la calzada 33 indica que esta es una calle de un sentido con tráfico únicamente de izquierda a derecha.

Cada polígono se describe como una secuencia ordenada de puntos que definen los vértices (v_i) del polígono, formando por lo tanto un área cerrada con vértices no intersecantes. Los polígonos no necesitan estar restringidos a un plano bidimensional. El número de vértices puede ser diferente entre el polígono exterior 31 y el polígono interior 32. En la realización ilustrada hay seis vértices en el polígono exterior 31 y ocho vértices en el polígono interior 32. La zona de peaje 34, típicamente definida por el operador de la carretera o las autoridades de tráfico, estará localizada en su totalidad entre los polígonos exterior e interior. El área entre los mismos será un área de decisión.

La distancia r entre el polígono interior y el polígono exterior se permite que varíe alrededor del perímetro de los polígonos, dependiendo de un número de factores que se supone que influencian la precisión del sistema de GNSS y otros factores, como geometría local y topología, teniendo en cuenta velocidades de conducción nominales y

calidad de recepción de GNSS típica. Estos y otros factores relevantes son bien conocidos por los expertos en la materia de los sistemas de GNSS. En la Figura 3, como un ejemplo, la distancia r_1 se observa que es mucho menor que r_2.

Para vehículos que pasan en la zona a monitorizarse, únicamente los pasos P_{in} a través de un borde del polígono interior 32 cuentan como un paso válido. Para pasar fuera, únicamente los pasos P_{out} a través del borde del polígono exterior 31 cuentan como un paso válido. Por lo tanto la disposición de dos polígonos introduce un nivel superior de confianza y reduce el riesgo de falsas determinaciones de cruce de zona. La decisión de paso del borde de zona por lo tanto está basada únicamente en muchas observaciones de GNSS que permiten que el método use observaciones con mayor independencia mitigando los efectos de correlación a corto plazo en las mediciones derivadas de señales de satélite.

La Figura 4 ilustra una situación en la que las posiciones detectadas para un vehículo siguen un patrón ligeramente desigual, que puede tener lugar típicamente cuando la velocidad de conducción es bastante baja y cuando una o más fuentes influencia o influencian las detecciones de posición. Se indica un total de trece (no numeradas) detecciones de posición, para un vehículo que conduce de izquierda a derecha, la primera de estas se hace dentro del polígono interior que es el séptimo. Por lo tanto se realizan dos detecciones de posición fuera del polígono interior antes de que se realicen de nuevo detecciones en el polígono interior. El presente sistema es suficientemente versátil para no ser engañado por la inconsistencia evidente de dos mediciones realizadas fuera del polígono interior después de haber realizado una primera detección de posición dentro del mismo polígono. Por lo tanto, no es un requisito absoluto que se realicen todas las detecciones de posición ininterrumpidas dentro del polígono interior para el sistema para concluir positivamente que ha tenido lugar un paso en el área. En su lugar, podría definirse como un requisito que "n" de "m" detecciones de posición (como por ejemplo 3 de 5 como se indica por la elipse de línea discontinua en la Figura 4) en una serie de detecciones de posición deben estar dentro del polígono en cuestión para concluir de manera positiva que ha tenido lugar realmente un paso.

La Figura 5a ilustra una red de carreteras donde la descripción de latitud y longitud no es en solitario suficiente para evaluar completamente si un vehículo si está viajando en el puente 51 o en la carretera 52 por debajo del puente. Puede tenerse en cuenta información de altitud para resolver la ambigüedad.

La Figura 5b ilustra cómo pueden crearse los poliedros 51b, 52b para encerrar las dos secciones de carretera diferentes. También en el caso tridimensional se crean dos límites, en esta figura únicamente se muestra el límite exterior (poliedro) para cada una de las carreteras 51 y 52. Los dos poliedros se usan para el mismo fin que los dos polígonos en el caso bidimensional, mitigando errores posicionales también en el eje de altitud.

Realizaciones preferidas

Los polígonos usados para definir la zona a monitorizarse pueden consistir preferentemente en algunas realizaciones de simples polígonos (bidimensionales) donde no auto-intersectan bordes. Los polígonos también pueden ser por lo tanto tridimensionales por las razones dadas anteriormente.

El sistema puede establecerse, por ciertas realizaciones, para concluir que ha tenido un lugar un paso en la zona en cuestión si - y únicamente si - se ha registrado una sucesión ininterrumpida de *n* posiciones en el primer polígono, siendo *n* un número entero elegido por el proveedor de sistema. El número entero *n* puede ser típicamente 3 o mayor. De manera similar, para ciertas realizaciones, puede definirse como un requisito que se registre una sucesión ininterrumpida de *n* posiciones registradas fuera del segundo polígono para concluir que ha tenido lugar un paso fuera de la zona.

Para otras realizaciones como, por ejemplo, en áreas donde la velocidad baja típicamente tendrá lugar de vez en cuando, el sistema puede establecerse en su lugar para concluir que ha tenido lugar un paso si al menos "*n* de *m*" detecciones de posición en una serie de detecciones de posición para un vehículo dado están dentro del polígono en cuestión. En un caso de este tipo un requisito típico seria que más de, por ejemplo, el 50 % de las detecciones de posición estuvieran dentro del polígono en cuestión para concluir un paso en la zona, es decir que $n/m > 0{,}5$. En correspondencia, más de, por ejemplo, el 50 % de las detecciones de posición deberían estar fuera del polígono en cuestión para concluir que un vehículo ha dejado la zona. El umbral debería decidirse a partir de factores locales conocidos para influenciar el sistema.

REIVINDICACIONES

1. Método para detección basada en zona de vehículos que pasan dentro y fuera de una zona geográfica usando polígonos para definir el borde de dicha zona, en el que un primer polígono (32) define un borde virtual frente al que se comparan vehículos que pasan en la zona mediante la utilización de un sistema de satélites de navegación global, GNSS, (10) que comprende una unidad a bordo, OBU, (2) en cada vehículo a interrogarse por el método, **caracterizado por que** un segundo polígono (31) mayor que el primer polígono (32) y que envuelve completamente dicho primer polígono se define como un borde virtual frente al que se comparan vehículos que pasan fuera de la zona mediante la utilización del sistema de GNSS, determinándose cada paso basándose en varias observaciones de GNSS, en el que una distancia (r) entre el primer borde virtual y el segundo borde virtual varía a lo largo de los respectivos bordes de polígono de acuerdo con condiciones variables alrededor de su periferia.

2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los polígonos (31, 32) son polígonos sencillos donde no auto-intersectan bordes.

3. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los polígonos (31, 32) se eligen entre polígonos/poliedros bidimensionales y tridimensionales.

4. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se usa un sistema de GNSS (10) para detectar pasos dentro y fuera de la zona.

5. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que una sucesión ininterrumpida de *n* posiciones registradas dentro del primer polígono (32) es el criterio para que un vehículo haya entrado en la zona.

6. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que una sucesión ininterrumpida de *n* posiciones registradas fuera del segundo polígono es (31) el criterio para que un vehículo haya dejado la zona.

7. Método de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, en el que *n* es un número entero no menor que un valor predeterminado.

8. Método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que *n* es un número entero no menor que 3.

9. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que *n* posiciones dentro del primer polígono (32) de una serie de m posiciones registradas en una serie de detecciones de posición para un vehículo dado, es el criterio para que un vehículo haya entrado en la zona.

10. Método de acuerdo con la reivindicación 9, en el que *n/m* es mayor que un umbral decidido a partir de factores locales conocidos que influencian el sistema.

11. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el número de vértices en el segundo polígono es independiente del número de vértices en el primer polígono.

12. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la detección de paso dentro y fuera de la zona se registra frente al tiempo para la utilización en un sistema de facturación automático.

13. sistema para detección de vehículos basado en zona que pasan dentro y fuera de una zona geográfica mediante la utilización de un sistema de satélites de navegación global, GNSS, (10) que usa un polígono (32) para definir un borde virtual de dicha zona frente a la que se comparan vehículos que pasan en la zona mediante la utilización de un sistema de GNSS, comprendiendo dicho sistema de GNSS unidades a bordo, OBU, (12) en cada vehículo a interrogarse por el sistema, recibiendo dichas OBU señales desde una pluralidad de satélites (11) para proporcionar estimaciones de coordenadas de posición para el vehículo, comprendiendo también una CPU (23) que implementa el método en la reivindicación 1, comprendiendo también almacenamiento persistente (25) para definiciones de polígono, comprendiendo también una unidad de comunicación inalámbrica (24), **caracterizado por que** el sistema también está dispuesto para definir un segundo polígono (31) mayor que el primer polígono (32) y que envuelve completamente dicho primer polígono (32), para definir un borde virtual frente al cual se comparan vehículos que pasan fuera de la zona mediante la utilización del sistema de GNSS, determinándose cada paso basándose en varias observaciones de GNSS, en el que una distancia (r) entre el primer borde virtual y el segundo borde virtual varía a lo largo de los respectivos bordes de polígono de acuerdo con condiciones variables alrededor de su periferia.

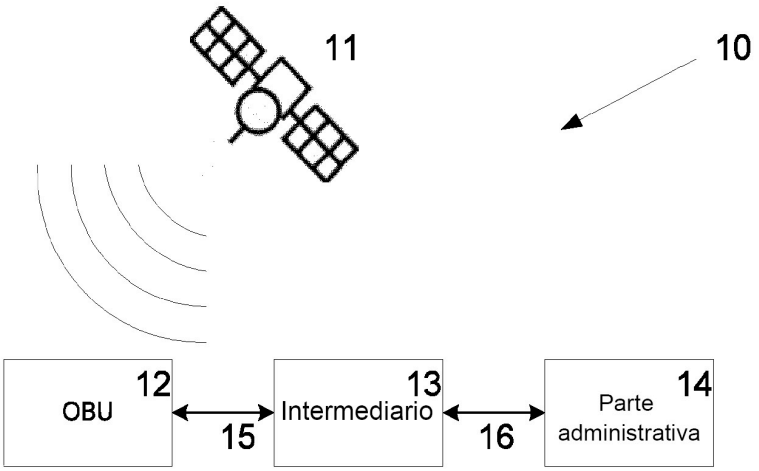
11
10
OBU
12
15
Intermediario
13
16
Parte administrativa
14

Fig. 1

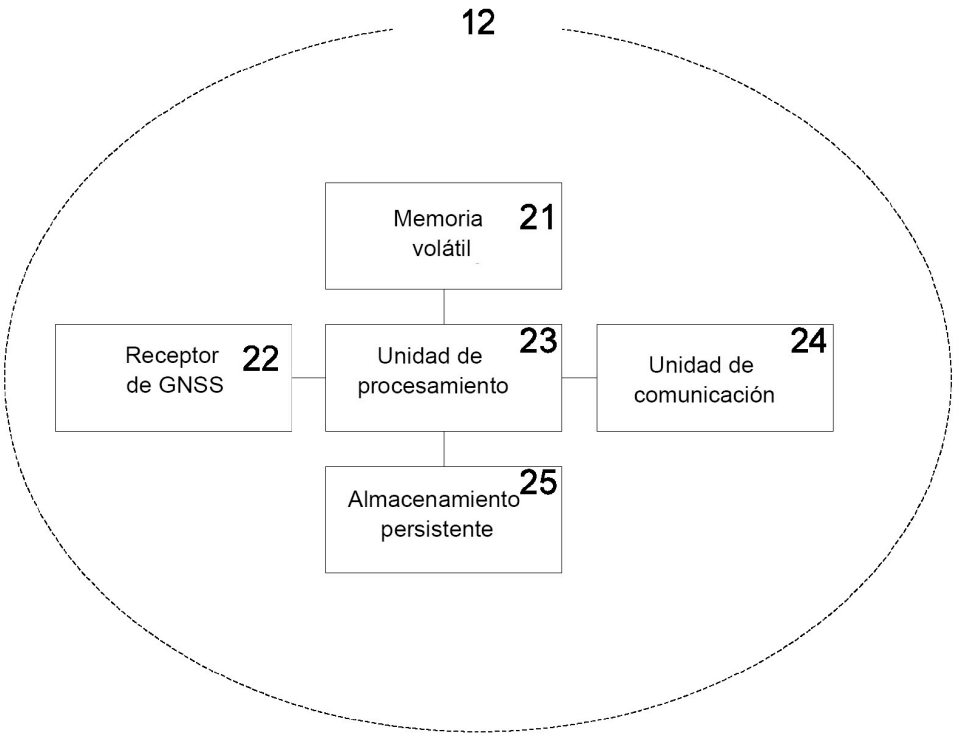
12
Memoria volátil
21
Receptor de GNSS
22
Unidad de procesamiento
23
Unidad de comunicación
24
Almacenamiento persistente
25

Fig. 2

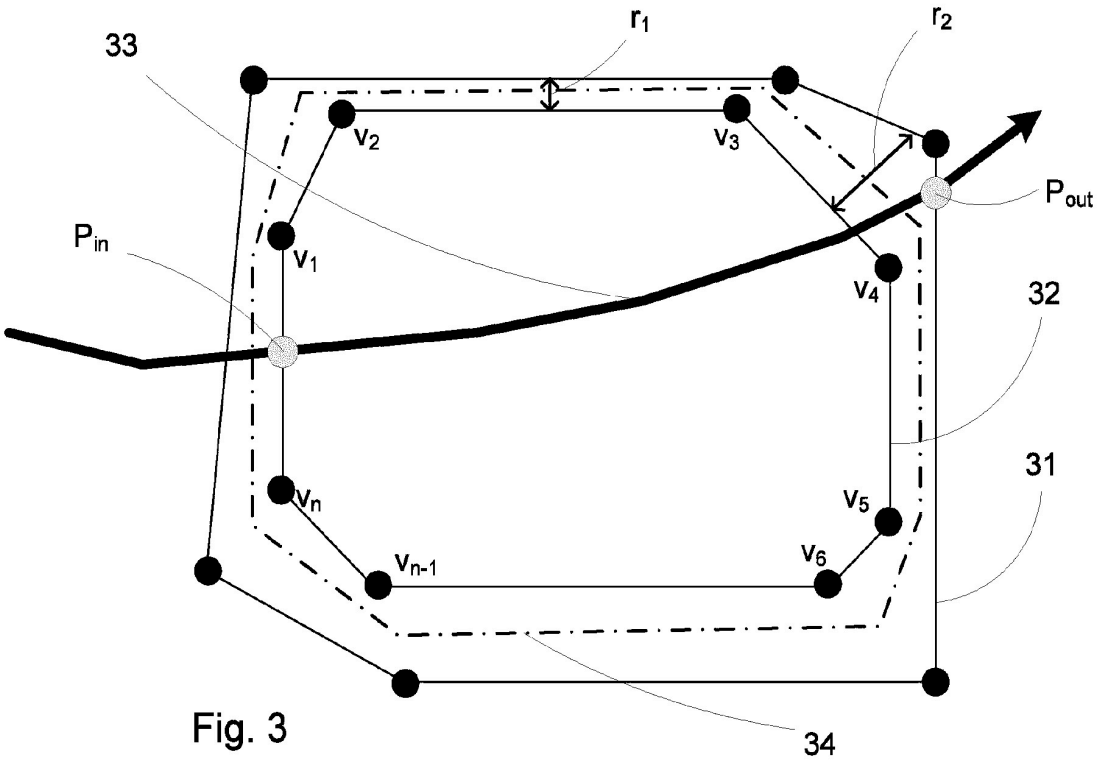
33
r1
r2
v2
v3
Pout
Pin
v1
v4
32
31
vn
v5
vn-1
v6
34

Fig. 3

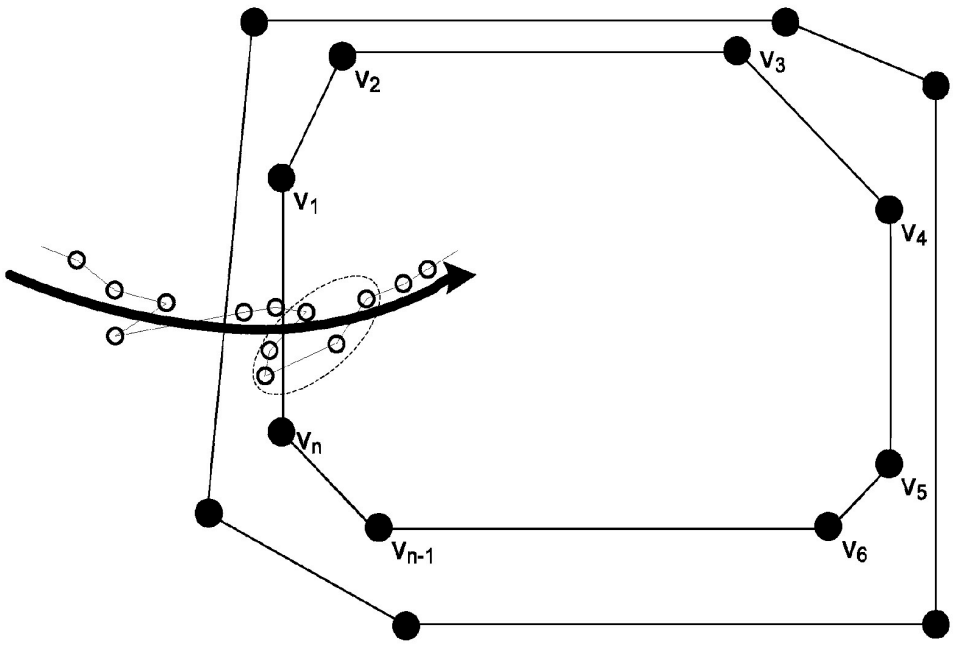
v2
v3
v1
v4
vn
v5
vn-1
v6

Fig. 4

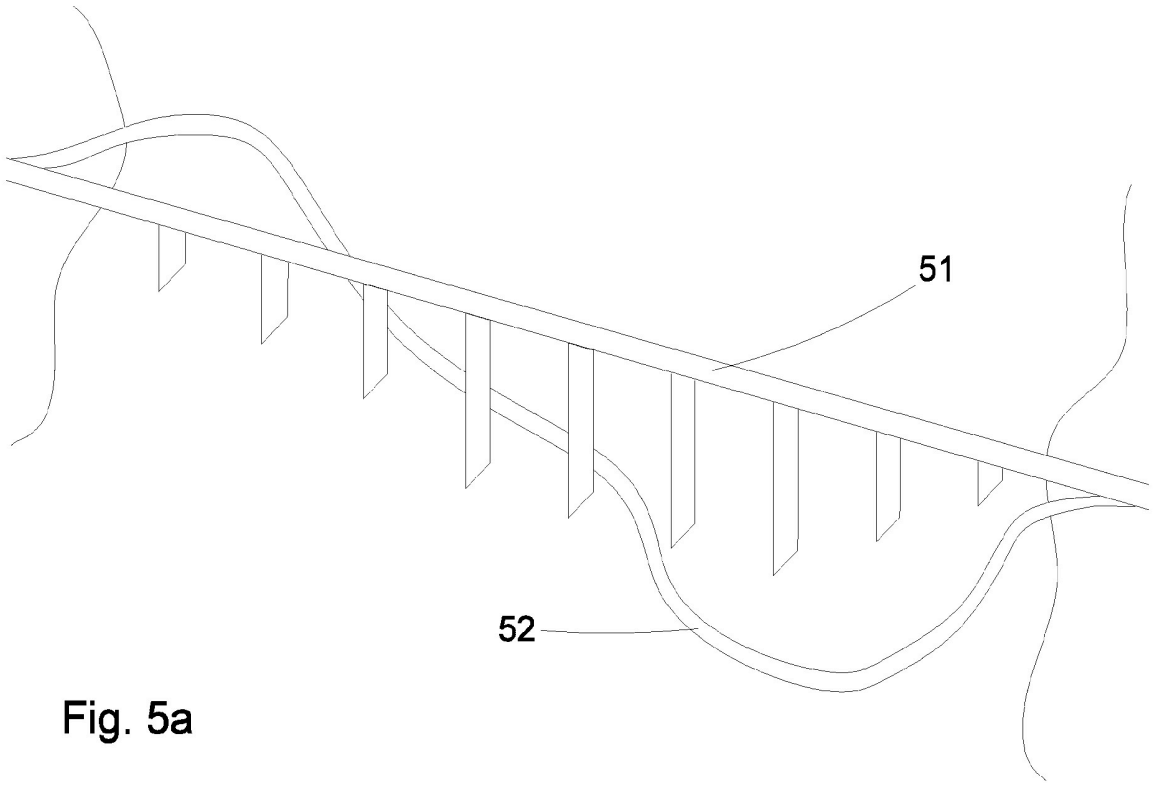

Fig. 5a

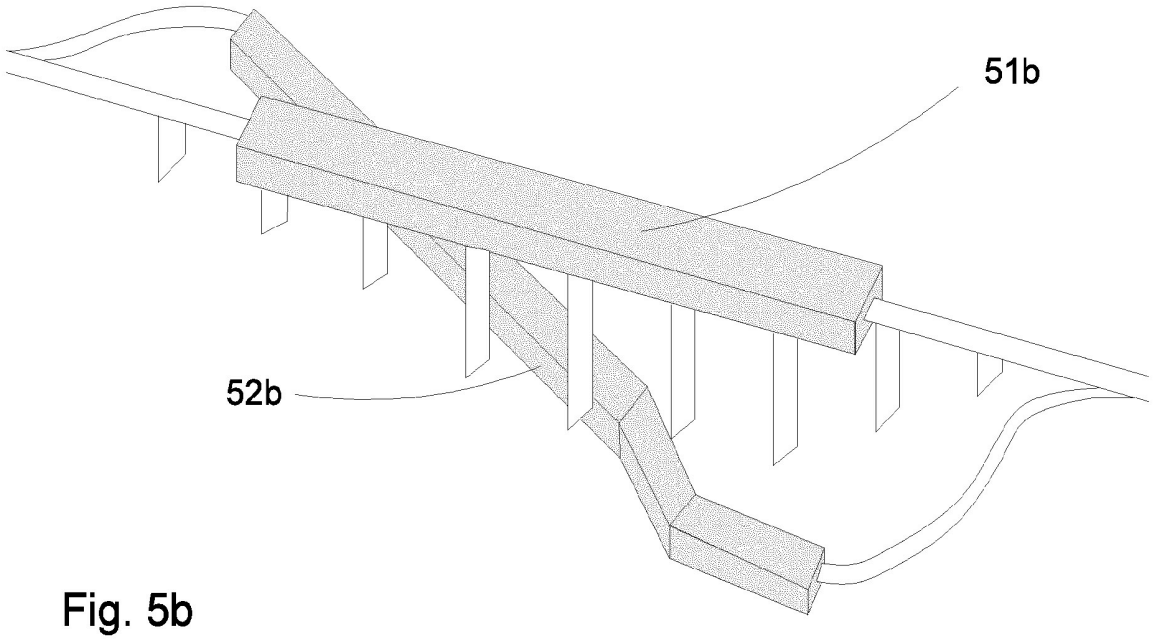

Fig. 5b