

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 524 148**

51 Int. Cl.:

G08G 1/017 (2006.01)

G07B 15/06 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2012 E 12166502 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.08.2014 EP 2660793**

54 Título: **Procedimiento y dispositivos para la identificación de un vehículo que usa un lugar**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.12.2014

73 Titular/es:

**KAPSCH TRAFFICCOM AG (100.0%)
Am Europlatz 2
1120 Wien, AT**

72 Inventor/es:

GÜNER, REFI-TUGRUL

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 524 148 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 dispositivos para la identificación de un vehículo que usa un lugar

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la identificación de un vehículo que usa un lugar previamente establecido. La invención se refiere además a una radiobaliza y a una unidad de a bordo para su uso en este procedimiento.

10 Procedimientos para la identificación de vehículos son necesarios, por ejemplo, para el registro, el control, la autorización y/o el cobro de peaje (tarificación) de usos de lugar de vehículos. Usos locales de este tipo pueden ser, por ejemplo, la entrada en zonas de acceso limitado o vigiladas, una estancia de pago en un lugar determinado, por ejemplo, un aparcamiento sujeto a tasas, o el uso de vías de tráfico que requieren el pago de un peaje, como autopistas o centros urbanos (peaje urbano), etc. En procedimientos conocidos para la identificación de vehículos se leen matrículas de vehículo mediante OCR (*optical character recognition*, reconocimiento óptico de caracteres) o los
15 vehículos se equipan con unidades de a bordo (OBU) que tienen un identificador unívoco que se puede leer a través de una interfaz radioeléctrica como DSRC (*dedicated short range communication*, comunicación dedicada de corto alcance), RFID (*radio frequency identification*, identificación de frecuencia de radio), WLAN (*wireless local area network*, red inalámbrica de área local), WAVE (*wireless access for vehicular environments*, conexión inalámbrica en entornos vehiculares) o similares. Un procedimiento de este tipo es conocido, por ejemplo, por el documento EP
20 1519320 A1.

Para crear una asignación concreta de un identificador OBU leído por radio con respecto al lugar usado por el vehículo actualmente las radiobalizas utilizadas para la lectura por radio se colocan en puentes especiales
25 (“*gantries*”) en el lugar a vigilar y se equipan con zonas de cobertura de radio muy delimitadas; o se emplean unidades de a bordo asistidas por navegación por satélite que envían sus datos de posición autodeterminados a través de una red de telefonía móvil a una central que realiza una comparación de mapas (“*map matching*”) con lugares a vigilar. Todos estos procedimientos conocidos no sólo requieren instalaciones especiales complicadas tanto en el vehículo como en la carretera, sino dan a conocer la identidad de la OBU (en forma del identificador OBU leído por radio) también cuando no existe un uso de lugar a vigilar, lo que es preocupante por motivos de protección
30 de datos.

La invención tiene el objetivo de crear procedimientos y dispositivos del tipo mencionado al inicio que posibiliten de una manera más sencilla y con una fiabilidad mejorada para vehículos no implicados la identificación de vehículos
35 que usan lugares.

Este objetivo se consigue en un primer aspecto de la invención con un procedimiento del tipo mencionado al inicio, que comprende:

llevar en el vehículo una unidad de a bordo que emite por radio de forma repetida mensajes de estado que
40 indican respectivamente una posición actual de la unidad de a bordo y un identificador de radio que cambia respectivamente tras uno o varios mensajes de estado,
recibir al menos un mensaje de estado en una radiobaliza,
detectar un uso de lugar del vehículo mediante una evaluación del al menos un mensaje de estado mediante
45 la(s) posición(es) indicada(s) en el mismo con respecto al lugar previamente establecido,
enviar una petición de identificación desde la radiobaliza a la unidad de a bordo dirigida por el identificador de radio a partir del al menos un mensaje de estado,
recibir y comprobar la autorización de la petición de identificación en la unidad de a bordo y, cuando la petición
está autorizada,
50 enviar a la radiobaliza un identificador unívoco de la unidad de a bordo, que permanece idéntico con varios cambios de identificador de radio.

La invención se basa en una integración novedosa de unidades de a bordo que envían mensajes de estado, tal como se definen, por ejemplo, en las normas ITS-G5 o WAVE (IEEE 802.11p) en forma de, por ejemplo, mensajes CAM (*common awareness messages*, (mensajes de conciencia común)) o mensajes BSM (*basic safety messages*, (mensajes de seguridad base)). Los mensajes se emiten como radiodifusiones repetidas (*broadcasts*) para avisar o
55 informar acerca de unidades de a bordo vecinas o una infraestructura en el lado de la carretera para evitar colisiones o para proporcionar al conductor una visión general mejorada de la situación. Para dificultar la creación de perfiles de movimiento de un vehículo, los mensajes de estado se envían para proteger la privacidad sólo con identificadores de radio temporales, que cambian de vez en cuando y que no conocen los operadores de sistema. La invención evalúa sólo los identificadores de radio temporales al menos de un mensaje de estado de las unidades de a bordo. Sólo *después* de que el uso de lugar se haya detectado – de forma anónima por los identificadores de radio temporales –, se insta a la unidad de a bordo a que declare su “verdadera” identidad, por ejemplo, la identidad de pago, de usuario o de aplicación. De este modo se asegura que realmente sólo se identifican las unidades de a bordo que han usado el lugar previamente establecido; unidades de a bordo de vehículos de terceros, que sólo
60 pasan cerca del lugar o que cambian la dirección poco antes del uso de lugar real, etc. no se identifican, es decir, permanecen anónimas. De este modo se puede cumplir con requisitos elevados con respecto a la protección de

datos (“privacidad”), sin que sean necesarias instalaciones complicadas en el lado de la carretera, modificaciones OBU o dispositivos de anonimización separados como ordenadores proxy.

5 Una forma de realización especialmente preferida de la invención está caracterizada por que al menos dos mensajes de estado se reciben en una radiobaliza y se asignan entre sí mediante los identificadores de radio indicados en los mismos, y por que el uso de lugar del vehículo se detecta mediante una evaluación de los mensajes de estado asignados unos a otros mediante las posiciones indicadas en los mismos con respecto al lugar previamente establecido.

10 Mediante una asignación entre sí y una evaluación de al menos dos mensajes de estado se sigue durante un tiempo breve una unidad de a bordo que es suficiente para poder determinar con una seguridad elevada el uso de un determinado lugar. Para ello ya pueden ser suficientes dos o algunos pocos mensajes de estado que se pueden asignar a la misma unidad de a bordo para excluir errores de medición y poder detectar de manera segura un movimiento que se ha realizado. En el caso más sencillo, en el caso de un uso de lugar detectado de este modo se puede tratar de la superación de una frontera previamente establecida cuando el primer mensaje de estado indica una posición por delante de la frontera y el segundo mensaje de estado indica una posición por detrás de la frontera para detectar un uso de lugar.

20 De acuerdo con una forma de realización preferida adicional de la invención, la comprobación de autorización se realiza mediante una comprobación de un certificado de remitente criptográfico de la radiobaliza enviado junto con la petición de identificación por la radiobaliza. De este modo, la unidad de a bordo da a conocer su identidad sólo a solicitantes autorizados identificados, lo que mejora adicionalmente la protección de la privacidad.

25 Por el mismo motivo es especialmente favorable cuando el identificador de la unidad de a bordo se envíe mediante un canal encriptado a la radiobaliza. Para ello se puede establecer una comunicación encriptada directa (de punto a punto) entre la unidad de a bordo y la radiobaliza que realiza la petición. El canal de comunicación encriptado, por ejemplo, puede formar parte del protocolo en la interfaz radioeléctrica entre la unidad de a bordo y la radiobaliza, por ejemplo, puede formar parte de la norma ITS-G5 o WAVE, sin embargo, de forma alternativa, también se podría establecer por separado mediante una red de telefonía móvil 3G, 4G o 5G.

30 En una aplicación preferida del procedimiento de identificación de la invención, el identificador recibido en la radiobaliza se registra junto con un sello de tiempo en una memoria para protocolizar el uso de lugar, por ejemplo, para fines de vigilancia.

35 En una aplicación alternativa del procedimiento de la invención se compara el identificador recibido en la radiobaliza con al menos un identificador autorizado previamente almacenado para autorizar el uso de lugar, por ejemplo, para abrir barreras, bajar un sistema de bloqueo de ruedas, desactivar un sistema de aplicación, etc.

40 En una aplicación adicional del procedimiento de identificación de la invención, el identificador recibido en la radiobaliza se utiliza para buscar y cargar una de las cuentas de peaje asignadas al identificador para cobrar peaje por el uso de lugar, por ejemplo, para cobrar peaje según el lugar y/o tiempo, tarifas de aparcamiento, tarifas de uso de carretera, peaje urbano o similares.

45 En las tres variantes se puede prever, preferiblemente, que la radiobaliza envíe, tras una protocolización, una autorización o un cobro de peaje del uso de lugar, un identificador de baliza unívoco para la radiobaliza a la unidad de a bordo que lo almacena y lo envía conjuntamente en al menos un siguiente envío de su(s) mensaje(s) de estado o un envío de su identificador, y que la radiobaliza ignore un mensaje de estado o identificador recibido por una unidad de a bordo cuando el identificador de baliza recibido conjuntamente para ello es idéntico a su propia identificador de baliza. De este modo se pueden evitar protocolizaciones, autorizaciones o cobros de peaje dobles accidentales de la misma unidad de a bordo en la zona de cobertura de radio de una radiobaliza.

50 De acuerdo con una característica preferida adicional de la invención, más de dos mensajes de estado se pueden recibir y asignar unos a otros y se puede calcular a partir de las posiciones indicadas en los mismos un trayecto de movimiento de la unidad de a bordo que se compara con el lugar previamente establecido para detectar el uso de lugar. De este modo se puede aumentar la seguridad de detección y, por ejemplo, se pueden suprimir mejor valores extremos de medición.

55 Es especialmente favorable cuando el identificador de radio se cambie en cada caso tras aproximadamente 5 a 1000, preferiblemente tras 20 a 100 mensajes de estado. Cuando mayor es la frecuencia con la que cambia el identificador de radio, mayor es la protección de datos con respecto a la posibilidad de seguimiento de una determinada unidad de a bordo; cuanto menor es la frecuencia con la que cambia el identificador de radio, menor es el riesgo de que cambie el identificador de radio alrededor del lugar a detectar, lo que dificultaría la detección. Dichos valores constituyen un buen compromiso entre estos dos requisitos opuestos.

65 De forma alternativa, el intervalo de cambio del identificador de radio de la unidad de a bordo también se puede ajustar de modo que el identificador de radio se cambia, como muy pronto, una vez transcurrido un periodo de

tiempo previamente establecido. El periodo de tiempo previamente establecido se puede dimensionar basándose en el tamaño de una zona de cobertura de radio habitual de una radiobaliza y una velocidad media de unidades de a bordo de modo que, con una seguridad elevada no se produce un cambio de identificador de radio en una radiobaliza en el paso de una unidad de a bordo.

5 Una forma de realización preferida adicional de la invención consiste en que el identificador de radio no se cambia mientras que la unidad de a bordo se encuentre en la zona de cobertura de radio de la misma radiobaliza. Para ello, por ejemplo, la unidad de a bordo puede medir directamente la zona de cobertura de radio radiobaliza cuando la radiobaliza emite de forma periódica identificadores de baliza, o determinar, debido a listas o mapas previamente almacenados de zonas de cobertura de radio de radiobalizas conocidas, o recibir la notificación desde una radiobaliza en el marco de una de sus emisiones o su petición de identificación.

10 Los mensajes de estado pueden contener, de manera conocida en sí, también un vector de movimiento actual de la unidad de a bordo que se usa conjuntamente en la detección del uso de lugar para aumentar adicionalmente la seguridad de detección.

15 De acuerdo con una característica preferida adicional de la invención, la posición de la unidad de a bordo se puede determinar mediante navegación por satélite y se puede mejorar haciendo referencia a una posición de referencia de la radiobaliza, determinada mediante navegación por satélite a modo de "GPS diferencial" (dGPS), constituyendo la radiobaliza el receptor de referencia para mejorar las posiciones determinadas por navegación por satélite de las unidades de a bordo.

20 De forma alternativa, la posición de la unidad de a bordo se puede determinar mediante navegación por satélite y se puede mejorar haciendo referencia a al menos una posición adicional determinada mediante navegación por satélite de una unidad de a bordo vecina. Esta forma de realización se basa en la suposición de que las unidades de a bordo que se encuentran en la zona de cobertura de radio de una radiobaliza están sujetas respectivamente a los mismos errores de navegación por satélite debido a su proximidad y, por tanto, se puede recurrir a OBU vecinas como receptores de comparación a modo de dGPS.

25 Básicamente, se podría recurrir a una radiobaliza para la detección de usos de lugar en su vecindad más limitada o menos limitada o incluso en zonas alejadas fuera de su zona de cobertura de radio; sin embargo, preferiblemente, la zona de cobertura de radio de la radiobaliza contiene el lugar previamente establecido, de modo que cada radiobaliza es responsable de usos de lugar en su entorno inmediato y, de este modo, recibe datos de medición actuales y de lugar de unidades de a bordo.

30 Tal como se mencionó, los lugares previamente determinados, cuyos usos de lugar se deben detectar, pueden ser de un tipo general. De acuerdo con una primera forma de realización, un lugar de este tipo es un punto geográfico, y el uso de lugar es un descenso por debajo de una distancia máxima con respecto al punto; de forma alternativa, el lugar puede ser una zona y el uso de lugar puede ser una estancia en la zona; o el lugar puede ser al menos un segmento de carretera y el uso de lugar puede ser un tránsito del al menos un segmento de carretera.

35 Dado que zonas y segmentos de carretera se pueden definir a menudo mediante una frontera, una forma de realización preferida de la invención consiste en que el lugar es una frontera y el uso de lugar es un paso de frontera, representándose las fronteras en un mapa digital de carreteras con segmentos de carretera vectorizados, que comprende:

40 determinar un punto de intersección de la frontera con un segmento de carretera y una dirección de referencia en la orientación de este segmento de carretera,
 45 proyectar continuamente vectores, que se determinan respectivamente entre una de las posiciones a partir de dichos mensajes de estado y el punto de intersección, a la dirección de referencia para obtener una secuencia de proyecciones, y
 50 detectar el paso de frontera cuando, como consecuencia de proyecciones, se produce un cambio de dirección o de signo.

55 De este modo se puede detectar de manera segura y fiable un paso de frontera con medios sencillos; errores de detección, tal como pueden aparecer, por ejemplo, al dar la vuelta por delante de la frontera, se pueden excluir de manera segura a este respecto.

60 Las proyecciones de los vectores de posición a la dirección de referencia se pueden determinar de diferente manera. De acuerdo con una primera forma de realización de la invención, la proyección se realiza formando productos internos vectoriales de los vectores con la dirección de referencia, y se detecta un paso de frontera en caso de un cambio de signo de los productos internos. En una forma de realización alternativa de la invención, la proyección se realiza mediante una transformación de los vectores en un sistema de coordenadas local con la dirección de referencia como eje x, y se detecta un paso de frontera en caso de un cambio de signo de sus coordenadas x.
 65 Ambas variantes se pueden calcular con un rendimiento de cálculo relativamente pequeño y, por tanto, también son adecuadas para implementaciones en tiempo real tanto en unas OBU descentrales "de comparación de mapas"

(“clientes pesados”) como en servidores centrales “de comparación de mapas” de un sistema de peaje viario.

5 Una forma de realización preferida de la invención está caracterizada por la etapa adicional de validar el paso de frontera cuando los importes de las dos proyecciones situadas antes y después del cambio de dirección o cambio de signo superan un mínimo previamente establecido. De este modo se pueden tener en cuenta imprecisiones de las determinaciones de posición y se puede conseguir una detección especialmente fiable del paso por la frontera virtual.

10 Una variante preferida adicional del procedimiento de la invención comprende la etapa adicional de validar el paso de frontera cuando las distancias normales de las dos posiciones situadas antes y después del cambio de dirección o cambio de signo no superan un máximo previamente establecido con respecto a la dirección de referencia. Con esta comprobación adicional se puede excluir una detección errónea en el caso de un tránsito de carreteras paralelas próximas.

15 En un segundo aspecto, la invención crea una radiobaliza para identificar un vehículo que usa un lugar previamente establecido que lleva una unidad de a bordo que emite por radio de forma repetida mensajes de estado que indican respectivamente una posición actual de la unidad de a bordo y un identificador de radio que cambia respectivamente tras uno o varios mensajes de estado, estando la radiobaliza configurada para recibir, con ayuda de un procesador y un transceptor conectado a éste, al menos un mensaje de estado, detectar un uso de lugar mediante una evaluación del al menos un mensaje de estado mediante la(s) posición(es) indicada(s) en el mismo con respecto al lugar previamente establecido, enviar una petición de identificación a la unidad de a bordo dirigida mediante los identificadores de radio del al menos un mensaje de estado, y, a continuación, recibir un identificador unívoco de la unidad de a bordo, que permanece idéntico con varios cambios de identificador de radio.

25 Es especialmente favorable cuando la radiobaliza esté configurada para recibir al menos dos mensajes de estado y asignarlos entre sí mediante los identificadores de radio indicados en los mismos, y detectar el uso de lugar del vehículo mediante una evaluación de los mensajes de estado asignados entre sí mediante las posiciones indicadas en los mismos con respecto al lugar previamente establecido.

30 Preferiblemente, la radiobaliza contiene un certificado de remitente criptográfico y está configurada para enviar éste junto con la petición de identificación.

35 En un tercer aspecto, la invención crea una unidad de a bordo, con un procesador, un receptor de navegación por satélite para la determinación de posición y un transceptor para la comunicación de radio, estando la unidad de a bordo configurada para emitir por radio, con ayuda del transceptor, de forma repetida mensajes de estado que contienen respectivamente una posición determinada por el receptor de navegación por satélite y un identificador de radio de la unidad de a bordo que cambia respectivamente tras varios mensajes de estado, recibir, desde una radiobaliza, una petición de identificación dirigida a su identificador de radio actual y que contiene un certificado de remitente criptográfico, validar el certificado de remitente y, si es válido, enviar a la radiobaliza un identificador unívoco de la unidad de a bordo, que permanece idéntico con varios cambios de identificador de radio.

Preferiblemente, los mensajes de estado de la unidad de a bordo son mensajes CAM de acuerdo con la norma ITS-G5 o mensajes BSM de acuerdo con la norma WAVE.

45 Con respecto a características y ventajas adicionales de la radiobaliza y la unidad de a bordo de la invención se hace referencia a las explicaciones anteriores con respecto al procedimiento y a la siguiente descripción de ejemplos de realización preferidos que se proporciona haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los que muestran:

50 La figura 1 componentes que actúan en el marco del procedimiento de la invención incluyendo la radiobaliza y varias unidades de a bordo de la invención en una vista conjunta esquemática;

La figura 2 un diagrama de bloques y, al mismo tiempo, un diagrama de flujo de señal del procedimiento de la invención;

La figura 3 un diagrama secuencial del intercambio de mensajes en la interfaz radioeléctrica entre la radiobaliza y la unidad de a bordo;

55 La figura 4 el movimiento de un objeto en un mapa digital de carreteras de forma esquemática en una vista conjunta;

La figura 5 una primera forma de realización de un procedimiento para la detección de paso de frontera mediante una formación vectorial de productos internos; y

60 La figura 6 una segunda forma de realización de un procedimiento para la detección de paso de frontera mediante una transformación de coordenadas.

65 La figura 1 muestra como aplicación ejemplar del procedimiento de identificación de la invención un sistema de peaje viario 1 con una central 2 y una pluralidad de radiobalizas (*roadside entities*, RSE (entidades de carretera)) 3 colocadas en el lado de la carretera, distribuidas geográficamente, conectadas con ésta. Las radiobalizas 3 tienen respectivamente una zona de cobertura de radio 4 limitada, por ejemplo, un alcance de radio de 200 m, dentro del que están definidos lugares previamente determinados como puntos 5 (“puntos de peaje virtuales”), zonas 6 (por

ejemplo, aparcamientos), fronteras 7 (por ejemplo, “*gantries*” virtuales, fronteras de centro urbano, etc.) o segmentos de carretera 8, pudiendo estar situados los lugares 5 a 8 también total o parcialmente fuera de la zona de cobertura de radio 4. Preferiblemente, están situados (al menos en parte) dentro de la zona de cobertura de radio 5, lo que simplifica la asignación de una radiobaliza 3 a los lugares 5 a 8 de los que es responsable.

Las radiobalizas 3 detectan usos de lugar de vehículos 9 que pasan por su zona de cobertura de radio 4, es decir, si – y, opcionalmente, durante cuánto tiempo – usan uno de los lugares 5 a 8, e identifican vehículos 9 de este tipo que usan lugares. Vehículos 9 que no usan ninguno de los lugares 5 a 8 no se deben identificar, es decir, deben permanecer anónimos.

Para dichos fines se equipan todos los vehículos 9 con unidades de a bordo (OBU) 10 cuya estructura se explica más detalladamente mediante la figura 2.

De acuerdo con la figura 2, cada OBU 10 presenta un receptor de navegación por satélite 11 para la determinación continuamente repetida de su respectiva posición actual (“*position fix*” (posición determinada)) P_1, P_2, \dots , en general P_i , en un sistema global de navegación por satélite (*global navigation satellite system*, GNSS) como GPS, GLONASS, Galileo o similares. Además, la OBU 10 está equipada con un procesador 12 y un transceptor 13, no representándose algunas de las conexiones de datos entre el receptor de navegación por satélite 11, el procesador 12 y el transceptor 13 con el fin de proporcionar una mejor visión conjunta.

Con 14 se designa esquemáticamente una aplicación de servicio que se puede ejecutar por el procesador 12, por ejemplo, una aplicación de peaje que puede interactuar de la manera aún explicada más adelante con las radiobalizas 3 y la central 2 del sistema de peaje viario 1, y que tiene para este fin un identificador OBU unívoco uID (“*unique ID*”) en el sistema de peaje viario 1. El identificador OBU uID, por ejemplo, puede ser un identificador de fabricación unívoco de la OBU 10, el nombre de su propietario, el nombre del titular del vehículo en el que está montada la OBU 10, un identificador de cuenta o tarjeta de crédito del titular del vehículo o similares. El identificador OBU uID es conocido en el sistema de peaje viario 1 de la central 2 y/o por las radiobalizas 3 y se puede utilizar allí para la identificación del vehículo 9 que lleva la OBU.

Con 15 se designa una aplicación de seguridad procesada por el procesador 12 mediante la que la OBU 10 emite de forma continuamente repetida, preferiblemente de forma periódica aproximadamente cada 100 ms, un mensaje de estado 16 a través de su transceptor 13. El mensaje de estado 16 está destinado a la recepción por unas OBU 10 de vehículos vecinos 9 y/o la infraestructura en el lado de la carretera como las radiobalizas 3, y no requiere ni una confirmación de recepción ni una recepción real; la aplicación 15 envía mensajes de estado 16 a través del transceptor 13 independientemente de si se reciben o no por un receptor, sin embargo, opcionalmente también radiobalizas 3 u otras OBU 10 la pueden instar a que lo haga.

Los mensajes de estado 16 contienen respectivamente (al menos) la última de la posición P_i de la OBU 10, determinada por el receptor de navegación por satélite 11, y, opcionalmente, además datos adicionales, por ejemplo, la velocidad y la dirección de movimiento (el vector de movimiento) M , la altura, la precisión de medición, etc. Cada mensaje de estado 16 está provisto as este respecto de un identificador de radio temporal pID, de modo que OBU vecinas o la infraestructura pueden correlacionar, es decir, asignar entre sí, mensajes de estado 16 sucesivos mediante el identificador de radio temporal pID, para poder determinar, al menos durante un tiempo breve, el trayecto de movimiento de una OBU 10 mediante las posiciones P_i a partir de mensajes de estado 16 sucesivos.

Unidades de a bordo 10 con aplicaciones de seguridad 15 para el envío de mensajes de estado 16 de este tipo están definidas, por ejemplo, en las normas ITS-G5 y WAVE (IEEE 802.11p). Mensajes de estado 16 de este tipo se denominan “*common awareness messages*” (mensajes de conciencia común) (CAM) en la norma ITS-G5 y “*basic safety messages*” (mensajes de seguridad base) (BSM) en la norma WAVE (en particular en la norma SAE J2735). El identificador de radio temporal pID de un mensaje de estado 16 puede ser a este respecto, por ejemplo, una dirección IP6 temporal, una dirección MAC o una dirección pseudo-MAC de la OBU 10, una posición geográfica exacta o preferiblemente generalizada (coordenadas de lugar) de la OBU 10 o similares. En el caso más sencillo, por tanto, el identificador de radio temporal pID puede ser incluso idéntico a la posición P_i de la OBU 10.

El identificador de radio pID no es conocido en el sistema de peaje viario 1 o por la central 2 y las radiobalizas 3 y no tiene ningún significado allí; por ejemplo, también se puede elegir de forma aleatoria por una OBU 10. El identificador de radio pID es también “temporal” en el sentido en que cambia tras un determinado número de mensajes de estado 16 para evitar un seguimiento de una determinada OBU 10 durante un periodo de tiempo largo. Por ejemplo, el identificador de radio pID se cambia respectivamente tras cada quinto a cada milésimo, preferiblemente tras cada vigésimo a cada centésimo mensaje de estado 16. Este procedimiento se muestra de forma más detallada en el diagrama secuencial de la figura 3.

De forma alternativa, el identificador de radio pID se puede cambiar tras un periodo de tiempo previamente establecido, o el cambio se puede omitir de forma selectiva, es decir, se puede suprimir por la unidad de a bordo 10 mientras que se encuentre en la zona de cobertura de radio 4 de la misma radiobaliza 3. Para ello, la unidad de a bordo 10 puede haber almacenado previamente informaciones acerca del tamaño de la zona de cobertura de radio

4, por ejemplo, en forma de listas o mapas, o también recibir una notificación con respecto a las mismas desde una radiobaliza 3, ya sea en forma de emisiones omnidireccionales periódicas de una radiobaliza 3 o durante los mensajes 22, 27 y 27' aún explicados más adelante.

5 De acuerdo con la figura 3, la OBU 10 envía de forma repetida mensajes de estado 16, designados en este caso $CAM_1, CAM_2, CAM_3 \dots$, en general CAM_i . El identificador de radio pID_n cambia en el ejemplo mostrado tras los tres primeros mensajes de estado 16 o CAM_1, CAM_2, CAM_3 de pID_1 a pID_2 , y así sucesivamente. En el i -ésimo mensaje de estado CAM_i se utiliza la n -ésima identificador de radio pID_n ($n \ll i$).

10 Con una probabilidad estadísticamente elevada, por tanto, dos mensajes de estado 16 sucesivos se pueden asignar uno a otro mediante su identificador de radio pID_i idéntico; sólo en el caso del cambio de identificador de radio pID_n a pID_{n+1} no es posible una correlación directa del mensaje de estado 16 antes y después del cambio de identificador de radio. En este caso, una correlación de los mensajes de estado 16 también se puede realizar mediante un seguimiento del historial de movimiento ("*tracking*") de la unidad de a bordo 10, por ejemplo, mediante una evaluación de su velocidad, su vector de dirección, etc., ya sea que éstos se comunican directamente en los mensajes de estado 16 por la OBU 10 o se miden por la radiobaliza 3. Asimismo, propiedades del vehículo 9 que lleva la OBU 10, como el ancho del vehículo, la longitud del vehículo, la altura del vehículo, etc., se podrían almacenar en la OBU 10 y se podrían comunicar en sus mensajes de estado 16 o se podrían medir por la radiobaliza 3 para aumentar la seguridad de correlación.

20 De acuerdo con las figuras 1 a 3, por tanto, una radiobaliza 3 que recibe los mensajes de estado 16 de todas las OBU 10 que pasan en su zona de cobertura de radio 4 es capaz de asignar entre sí los mensajes de estado 16 que salen de una determinada OBU 10 mediante los identificadores de radio pID y, con ello, seguir el trayecto de movimiento de la OBU 10 a partir de las posiciones P_i . Para este fin, de acuerdo con la figura 2, la radiobaliza 3 tiene un procesador 17, un transceptor 18 y un proceso de asignación 19 procesado por el procesador 17 que filtra el flujo de mensajes de estado 16 entrantes con respecto a identificadores de radio pID correlacionados y alimenta las posiciones P_i a partir de los mensajes de estado 16 asignados unos a otros a un proceso de seguimiento 20 procesado por el procesador 18. Cuando los identificadores de radio pID se corresponden directamente con las posiciones P_i o posiciones geográficas generalizadas a partir de las mismas, el proceso de asignación 19 puede realizar la asignación mutua de los mensajes de estado 16 también mediante un historial de movimiento ("*seguimiento*") de la OBU 10. El proceso de seguimiento 20 compara las posiciones P_i así obtenidas con los lugares previamente establecidos 5 a 8 para detectar usos de lugar.

35 La detección de usos de lugar se puede realizar de diferentes maneras. Si el lugar a detectar es un punto 5, por ejemplo, se puede detectar un uso de lugar cuando un número previamente establecido o un valor medio de posiciones P_i queda situado dentro de una distancia máxima a_m con respecto al punto 5. Cuando el lugar es una zona 6, por ejemplo, se puede detectar un uso de lugar cuando un número previamente establecido o un valor medio de posiciones P_i entra en la zona 6. Cuando el lugar es un segmento de carretera 8, se puede detectar un uso de lugar, por ejemplo, cuando las posiciones P_i indican el tránsito completo del segmento de carretera 8 desde su inicio hasta su final, o el tránsito de una secuencia previamente establecida de varios segmentos de carretera 8 sucesivos o similares. Cuando el lugar es una frontera 7 (al que por lo demás se puede recurrir también para delimitar la circunferencia alrededor del punto 5, de la zona 6 o del segmento de carretera 8), entonces se puede detectar el uso de lugar como paso de frontera, y concretamente en la manera explicada posteriormente haciendo referencia a las figuras 4 a 6.

45 En una forma de realización simplificada, la radiobaliza 3 ya puede detectar un uso de lugar a partir de un único mensaje de estado 16, de modo que se puede omitir el proceso de asignación 19. En este caso, por ejemplo, se puede detectar un uso de lugar cuando una única posición P_i está situada dentro de la distancia máxima a_m con respecto al punto 5 o entra en la zona 6 o en un segmento de carretera 8. Cuando el mensaje de estado 16 contiene datos adicionales como la velocidad y la dirección de movimiento, en particular un vector de movimiento M , de la OBU 10, se puede detectar un uso de lugar también cuando una extrapolación del movimiento de la OBU 10 en el pasado o en el futuro da como resultado que ha usado hace poco, que acaba de usar o que usará en breve un lugar, por ejemplo, que ha superado o superará la frontera 7.

55 Una vez que el proceso de seguimiento 20 detecte un uso de lugar, inicia una aplicación de servicio 21 que es responsable de este uso de lugar, que se procesa por el procesador 17. Por ejemplo, la aplicación 21 puede ser un servicio de protocolización, de control o de autorización para grabar y vigilar el uso de lugar detectado – de forma identificada para la OBU 10 - o autorizar etapas adicionales como la apertura de un bloqueo de acceso o similares. En el presente ejemplo, la aplicación de servicio 21 es un servicio de cobro de peaje con el identificador de servicio sID que puede cobrar peaje (tarificar) por el uso de lugar para la OBU 10.

60 La aplicación de servicio 21 envía ahora una petición de identificación Id_Req 22, opcionalmente junto con su identificador de servicio sID , a través del transceptor 18 a la OBU 10 con el identificador de radio pID que estaba indicada en los mensajes de estado 16 asignados por el proceso de asignación 19, véase también la figura 3. La petición de identificación 22 contiene preferiblemente un certificado de remitente criptográfico "*Cert*" 23 de la radiobaliza 3 para autenticar ésta con respecto a la unidad de a bordo 10.

La OBU 10 dirigida por el identificador de radio pID recibe la petición de identificación 22 y la retransmite al proceso correspondiente, en este caso, la aplicación de peaje 14. Cuando la petición de identificación 22 contiene un certificado de remitente 23, la OBU 10 puede comprobar en una etapa opcional 24 (figura 3) la autenticidad del certificado 23; cuando si es auténtico o válido, lleva a cabo las etapas adicionales; en caso contrario se ignora la petición de identificación 22.

La OBU 10 responde a la petición de identificación 22 mediante una liberación (divulgación) de su identificador unívoco uID que es unívoco en todo el sistema, es decir, que también permanece idéntico con varios cambios del identificador de radio pID, véase el mensaje de declaración Id_Rsp 25 que envía de vuelta al transceptor 18 de la radiobaliza 3 a través del transceptor 13. El mensaje de declaración 25 puede contener el identificador de servicio sID de la aplicación de servicio 21 de la radiobaliza 3, que realiza una consulta, de modo que el mensaje de declaración se puede alimentar allí a la aplicación de servicio 21 correcta.

La OBU 10 está identificada a partir de ahora con su identificador unívoco uID con respecto a la aplicación de servicio 21, y esta última está identificada con su identificador de servicio sID y su certificado 23 con respecto a la OBU 10 o con respecto a la aplicación de peaje 14. A través de la interfaz radioeléctrica 26 entre el transceptor 13 de la OBU 10 y el transceptor 18 de la radiobaliza 3 se pueden intercambiar, por tanto, mensajes adicionales específicos de servicios Svc_Msg 27. Por ejemplo, los mensajes 27 pueden ser paquetes de datos de un protocolo de peaje convencional para cobrar peaje por el uso de lugar. A este respecto, por ejemplo, el identificador OBU uID puede hacer referencia a una cuenta de peaje en la radiobaliza 3 o la central 2 que se carga con tarifas de peaje por el uso de lugar. De forma alternativa, el identificador uID se podría comparar con (al menos) un identificador (de referencia) uID_{ref} autorizado almacenado previamente en la radiobaliza 3 o la central 2, autorizando el caso de igualdad el identificador uID, por ejemplo, para un acceso local o para la recepción de un servicio.

Una vez que la radiobaliza 3 y la OBU 10 estén autenticadas mutuamente, en particular mediante una evaluación del certificado de remitente 23 de la radiobaliza 3, todas las comunicaciones siguientes como el mensaje de declaración 25 y los mensajes de servicio 27 siguientes se pueden transmitir de forma encriptada a través de la interfaz radioeléctrica 26, por ejemplo, como comunicación encriptada de punto a punto. De forma alternativa, un canal de transmisión encriptado de este tipo se podría establecer, en lugar de a través de la interfaz radioeléctrica 26, también a través de una red de telefonía móvil (no representada), por ejemplo, también directamente a la central 2.

En una forma de realización simplificada en la que la radiobaliza 3 no realiza una función de cobro de peaje sino sólo sirve para identificar los vehículos 9 o las OBU 10, los identificadores determinados uID de las unidades de a bordo 10 – preferiblemente en cada caso junto con un sello de tiempo actual t – también se pueden registrar simplemente en una memoria 28 de la radiobaliza 3 o de la central 2 sólo para fines de protocolización.

En una etapa opcional 27', la radiobaliza 3 puede enviar tras una protocolización, autorización o cobro de peaje con éxito de un uso de lugar, un mensaje de confirmación "ok" a la OBU 10 en el que envía un identificador de baliza unívoco bID (dado el caso, también otra vez). La OBU 10 puede almacenar identificadores de baliza bID que recibe de radiobalanzas 3, y enviar al menos respectivamente el identificador de baliza bID recibido en último lugar en uno (o varios) de sus mensajes de estado 16 y/o en la divulgación de su identificador uID en la etapa 25 a una radiobaliza 3. De este modo, la radiobaliza 3 puede ignorar o suprimir mensajes de estado 16 de este tipo y/o emisiones de identificación 25 con los que recibe conjuntamente un identificador de baliza bID que es idéntica a su propia identificador de baliza bID para evitar un procesamiento doble de la misma OBU 10 que pasa.

En la detección de usos de lugar en el proceso de seguimiento 20 se pueden mejorar las posiciones P_i de una OBU 10 mediante una comparación con posiciones de referencia conocidas - o al menos posiciones terceras que están sujetas a los mismos errores de medición – tal como es conocido en el campo de GPS diferenciales (dGPS). Así, por ejemplo, la radiobaliza 3 puede tener un propio receptor de navegación por satélite (no mostrado) que mide posiciones de referencia $P_{ref,i}$ de la radiobaliza 3 aproximadamente en los mismos momentos en los que se establecen las posiciones P_i . Al conocer la posición previamente conocida de una radiobaliza 3 estacionaria, entonces se pueden compensar las posiciones P_i determinadas mediante navegación por satélite con respecto a las posiciones de referencia $P_{ref,i}$ – que, por ejemplo, están sujetas a errores de medición del mismo tipo – y, con ello, errores de medición, véase el trayecto 29 en la figura 2. De la misma manera, también se podría recurrir a las posiciones P_i determinadas respectivamente en momentos similares por OBU vecinas 10 para la eliminación de errores de medición de las posiciones P_i generadas por una OBU 10 de interés.

Las figuras 4 a 6 muestran un procedimiento especialmente adecuado para la detección de un uso de lugar en el marco del proceso de seguimiento 20. El procedimiento de las figuras 4 a 6 se emplea en particular para la detección de un paso de la frontera 7, pudiendo ser la frontera 7, por ejemplo, también la delimitación de la zona 6, la circunferencia alrededor del punto 5 o un bordeado del segmento de carretera 7.

La figura 4 muestra parcialmente un mapa digital de carreteras 31 con una pluralidad de segmentos de carretera 8 que constituyen una red de carreteras. Los segmentos de carretera 8 están vectorizados, es decir, están definidos respectivamente mediante su punto de inicio y final 33, 34 en un sistema de coordenadas global x^g/y^g del mapa de carreteras 31, tal como es conocido en la técnica.

Al menos una frontera virtual 7 se cruza con uno de los segmentos de carretera 8. La frontera 7 también puede estar situada en el punto de inicio o final 33, 34 de un segmento de carretera 8, es decir, en el punto de unión de dos o varios segmentos de carretera 8; en este caso se puede considerar como asignado a uno de estos segmentos de carretera 8.

5 La frontera 7 puede estar definida como trayecto vectorizado con un punto de inicio T_1 y un punto final T_2 , a partir de lo cual se puede determinar directamente su punto de intersección T_0 con el segmento de carretera 8 que lo atraviesa. De forma alternativa, la frontera 7 también se puede definir directamente como este punto de intersección T_0 .

10 El movimiento de un vehículo 9, que determina continuamente mediante la OBU 10 posiciones P_i ("position fixes" (posiciones determinadas)) en el sistema de coordenadas global x^g/y^g , se representa en el mapa de carreteras 31 mediante la secuencia de posiciones $P_1, P_2, \dots, P_i, \dots$. En el ejemplo mostrado en la figura 4, el vehículo 9 transita la calzada anteriormente representada, incluyendo el segmento de carretera 8 con la frontera 7. El paso del vehículo 9 por la frontera 7 se detecta mediante una evaluación de las posiciones P_i de la siguiente manera.

15 La figura 5 muestra dos posiciones P_i, P_{i+1} sucesivas a modo de ejemplo que se han determinado directamente por delante y por detrás de la frontera 7. Debido a imprecisiones de la determinación de posición, por ejemplo, imprecisiones GNSS, por regla general, las posiciones P_i, P_{i+1} no están situadas exactamente sobre el segmento de carretera 8 sino a una distancia normal s_i o s_{i+1} con respecto al mismo.

20 Para cada posición P_i de la secuencia de posiciones, en este caso, a modo de ejemplo, P_i y P_{i+1} , se calcula un vector v_i entre esta posición sólo para fines de protocolización n y el punto de intersección T_0 de la frontera 7 con el segmento de carretera 8. Los vectores v_i se proyectan a continuación - o inmediatamente tras su cálculo - en cada caso al segmento de carretera 8, dicho de manera más precisa, a una dirección de referencia R_0 del segmento de carretera 8, de modo que se obtiene una secuencia de proyecciones d_i . La dirección de referencia R_0 está situada en la orientación del segmento de carretera 8 y, preferiblemente, tiene la longitud uno (vector de unidad) - aunque no es obligatorio.

25 En la forma de realización mostrada en la figura 5, las proyecciones d_i se forman en cada caso mediante una formación de un producto interno vectorial entre los vectores v_i y la dirección de referencia R_0 , es decir

$$d_1 = \overrightarrow{T_0 P_1} \cdot \overrightarrow{R_0} = \overrightarrow{v_1} \cdot \overrightarrow{R_0}$$

$$:$$

$$d_i = \overrightarrow{T_0 P_i} \cdot \overrightarrow{R_0} = \overrightarrow{v_i} \cdot \overrightarrow{R_0}$$

$$:$$

$$d_{i+1} = \overrightarrow{T_0 P_{i+1}} \cdot \overrightarrow{R_0} = \overrightarrow{v_{i+1}} \cdot \overrightarrow{R_0}$$

$$:$$

35 Cuando en la secuencia así generada de proyecciones (productos internos) d_i aparece un cambio de signo (cambio de dirección), entonces se ha superado la frontera 7 y se detecta un paso de frontera.

40 Opcionalmente, se puede comprobar adicionalmente si los importes de las dos proyecciones d_i, d_{i+1} situadas antes y después del cambio de dirección o cambio de signo superan un mínimo \min previamente establecido, es decir, si es válido $|d_i| > \min$ y $|d_{i+1}| > \min$. Si es así, se acepta ("se valida") el paso de frontera anteriormente detectado. De este modo se pueden evitar detecciones erróneas debido a imprecisiones de posición.

45 Como etapa de validación adicional también se pueden evaluar las distancias normales s_i de las posiciones P_i con respecto al segmento de carretera 8. Para ello se comprueba si las dos distancias normales s_i, s_{i+1} antes y después del cambio de dirección o cambio de signo anteriormente detectado son menores que máximos previamente establecidos \max_1, \max_2, \max_3 , es decir, si es válido $|s_i| < \max_1$ y $|s_{i+1}| < \max_2$, pudiendo también los máximos \max_1 y \max_2 ser idénticos, y/o si es válido $|s_i - s_{i+1}| < \max_3$. Con esta comprobación se pueden excluir detecciones erróneas, por ejemplo, en el tránsito de segmentos de carretera 8 paralelos próximos que no tienen fronteras 7.

50 La figura 6 muestra una forma de realización alternativa para calcular las proyecciones d_i de los vectores v_i . En este caso se establece a partir de la dirección de referencia R_0 un sistema de coordenadas local x^1/y^1 con la dirección de referencia R_0 como eje x^1 , y los vectores v_i calculados en el sistema de coordenadas global x^g/y^g se transforman en el sistema de coordenadas local x^1/y^1 , y concretamente mediante una aplicación de la matriz de rotación

$$R = \begin{bmatrix} \cos \sigma & -\text{sen } \sigma \\ \text{sen } \sigma & \cos \sigma \end{bmatrix}$$

con σ ... ángulo entre x^1 y x^g .

- 5 Los vectores v_i^1 transformados en el sistema de coordenadas local x^1/y^1 resultan de este modo de la siguiente manera

$$\vec{v}_i^1 = R^{-1} \vec{v}_i = \begin{bmatrix} x_i^1 \\ y_i^1 \end{bmatrix}$$

$$\vec{v}_{i+1}^1 = R^{-1} \vec{v}_{i+1} = \begin{bmatrix} x_{i+1}^1 \\ y_{i+1}^1 \end{bmatrix}$$

- 10 Las coordenadas x^1 y x_{i+1}^1 de los vectores transformados v_i^1 , v_{i+1}^1 , a su vez, se corresponden con las proyecciones d_i y d_{i+1} . Un cambio de signo, tal como aparece entre las proyecciones $x_i^1 = d_i$ y $x_{i+1}^1 = d_{i+1}$, indica de nuevo el paso de frontera.

- 15 También en este caso se pueden comprobar las proyecciones x_i^1 , x_{i+1}^1 de la manera anteriormente mencionada adicionalmente con respecto a una superación del mínimo \min , es decir, se puede comprobar si es válido $|x_i^1| > \min$ y $|x_{i+1}^1| > \min$.

- 20 Las coordenadas y_i^1 e y_{i+1}^1 de los vectores transformados v_i^1 , v_{i+1}^1 se corresponden con las distancias normales s_i , s_{i+1} y se pueden comprobar de nuevo con respecto al cumplimiento con las fronteras máximos \max_1 , \max_2 , \max_3 , es decir, se puede comprobar si es válido $|y_i^1| < \max_1$ y $|y_{i+1}^1| < \max_2$ y/o si es válido $|y_i^1 - y_{i+1}^1| < \max_3$.

- Adicionalmente a la evaluación explicada de las posiciones P_i se puede recurrir a valores de medición adicionales de la determinación de posición como la orientación, velocidades, pseudorrangos, etc. a partir de una determinación de posición GNSS para mejorar o validar la detección del paso de la frontera 7.

- 25 La invención no está limitada a las formas de realización representadas sino comprende todas las variantes y modificaciones que entran en el marco de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la identificación de un vehículo (9) que usa un lugar previamente establecido (5 - 8), que comprende:
- 5 llevar una unidad de a bordo (10) en el vehículo (9) que emite por radio de forma repetida mensajes de estado (16) que indican respectivamente una posición actual (P_i) de la unidad de a bordo (10) y un identificador de radio (pID) que cambia respectivamente tras uno o varios mensajes de estado (16),
 10 recibir al menos un mensaje de estado (16) en una radiobaliza (3),
 detectar un uso de lugar del vehículo (9) mediante una evaluación del al menos un mensaje de estado (16) mediante la(s) posición/posiciones (P_i) indicada(s) en el mismo con respecto al lugar previamente establecido (5 - 8),
 15 enviar una petición de identificación (22) desde la radiobaliza (3) a la unidad de a bordo (10) dirigida por el identificador de radio (pID) a partir del al menos un mensaje de estado (16),
 recibir y comprobar la autorización (24) de la petición de identificación (22) en la unidad de a bordo (10) y, si la petición (22) está autorizada,
 20 enviar (25) a la radiobaliza (3) un identificador unívoco (uID) de la unidad de a bordo (10), que permanece idéntico con varios cambios de identificador de radio.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** al menos dos mensajes de estado (16) se reciben en una radiobaliza (3) y se asignan entre sí mediante los identificadores de radio (pID) indicados en los mismos, y
 25 por que el uso de lugar del vehículo (9) se detecta mediante una evaluación de los mensajes de estado (16) asignados unos a otros mediante las posiciones (P_i) indicadas en los mismos con respecto al lugar previamente establecido (5 - 8).
3. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** la comprobación de autorización (24) se realiza mediante una comprobación de un certificado de remitente criptográfico (23) de la radiobaliza (3) enviado por la radiobaliza (3) junto con la petición de identificación (22).
- 30 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** el identificador (uID) de la unidad de a bordo (10) se envía a través de un canal encriptado (26) a la radiobaliza (3).
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el identificador (uID) recibido en la radiobaliza (3) se registra junto con un sello de tiempo (t) en una memoria (28) para protocolizar el uso de lugar.
- 35 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el identificador (uID) recibido en la radiobaliza (3) se compara con al menos un identificador autorizado almacenado previamente (uID_{ref}) para autorizar el uso de lugar.
- 40 7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el identificador (uID) recibido en la radiobaliza (3) se utiliza para buscar y cargar una cuenta de peaje asignada al identificador (uID) para cobrar peaje por el uso de lugar.
- 45 8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizado por que** la radiobaliza (3) envía (27') tras la protocolización, la autorización o el cobro de peaje por el uso de lugar un identificador de baliza (bID) unívoco para la radiobaliza a la unidad de a bordo (10) que lo almacena y lo envía conjuntamente en caso de al menos un siguiente envío de su(s) mensaje(s) de estado (16) o envío de su identificador (uID), y **por que** la radiobaliza (3) ignora un mensaje de estado (16) o un identificador (uID) recibido por una unidad de a bordo (10) cuando el identificador de radio (bID) recibido conjuntamente para ello es idéntico a su propio identificador de baliza (bID).
- 50 9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** más de dos mensajes de estado (16) se reciben y se asignan unos a otros y a partir de las posiciones (P_i) indicadas en los mismos se calcula un trayecto de movimiento de la unidad de a bordo (10), que se compara con el lugar previamente establecido (5 - 8) para detectar el uso de lugar.
- 55 10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** el identificador de radio (pID) se cambia en cada caso tras aproximadamente 5 a 1000, preferiblemente tras 20 a 100 mensajes de estado (16).
- 60 11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** el identificador de radio (pID) se cambia, como muy pronto, una vez transcurrido un periodo de tiempo previamente establecido.
- 65 12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** el identificador de radio

(pID) no se cambia mientras que la unidad de a bordo (10) se encuentre en la zona de cobertura de radio (4) de la misma radiobaliza (3).

5 13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por que** cada mensaje de estado (16) indica también un vector de movimiento actual (M) de la unidad de a bordo (10), que se utiliza conjuntamente al detectar el uso de lugar.

10 14. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado por que** la posición (P_i) de la unidad de a bordo (10) se determina mediante navegación por satélite (11) y se mejora haciendo referencia a una posición de referencia (29) de la radiobaliza (3), determinada mediante navegación por satélite.

15 15. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado por que** la posición (P_i) de la unidad de a bordo (10) se determina mediante navegación por satélite (11) y se mejora haciendo referencia a al menos una posición (P_i) adicional determinada mediante navegación por satélite de una unidad de a bordo (10) vecina.

16. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado por que** la zona de cobertura de radio (4) de la radiobaliza (3) contiene el lugar previamente establecido (5 - 8).

20 17. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 16, **caracterizado por que** el lugar es un punto geográfico (5) y el uso de lugar es un descenso por debajo de una distancia máxima (a_m) con respecto al punto.

25 18. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 16, **caracterizado por que** el lugar es al menos un segmento de carretera (8) y el uso de lugar es un tránsito del al menos un segmento de carretera (8).

29. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 16, **caracterizado por que** el lugar es una frontera (7) y el uso de lugar es un paso de frontera, representándose los fronteras en un mapa digital de carreteras (1) con segmentos de carretera (8) vectorizados, que comprende:

30 determinar un punto de intersección (T₀) de la frontera (7) con un segmento de carretera (8) y una dirección de referencia (R₀) en la orientación de este segmento de carretera (8),
 proyectar continuamente vectores (v_i), que se determinan respectivamente entre una de las posiciones (P_i) a partir de dichos mensajes de estado y el punto de intersección (T₀), a la dirección de referencia (R₀) para obtener una secuencia de proyecciones (d_i, d_{i+1}; x¹_i, x¹_{i+1}), y
 35 detectar el paso de frontera cuando, como consecuencia de proyecciones (d_i, d_{i+1}; x¹_i, x¹_{i+1}), se produce un cambio de dirección o de signo.

40 20. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 19, **caracterizado por que** la proyección se realiza mediante la formación de productos internos vectoriales (d_i, d_{i+1}) de los vectores (v_i) con la dirección de referencia (R₀) y se detecta un paso de frontera en caso de un cambio de signo de los productos internos.

45 21. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 19, **caracterizado por que** la proyección se realiza mediante una transformación de los vectores (v¹_i) en un sistema de coordenadas local (x¹/y¹) con la dirección de referencia (R₀) como eje x (x¹) y se detecta un paso de frontera en caso de un cambio de signo de sus coordenadas x (x¹_i, x¹_{i+1}).

50 22. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 19 a 21, **caracterizado por** la etapa adicional de validar el paso de frontera cuando los importes de las dos proyecciones (d_i, d_{i+1}; x¹_i, x¹_{i+1}) situadas antes y después del cambio de dirección o de signo superan un mínimo previamente establecido (min).

55 23. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 19 a 21, **caracterizado por** la etapa adicional de validar el paso de frontera cuando las distancias normales (s_i, s_{i+1}; y¹_i, y¹_{i+1}) de las dos posiciones (P_i, P_{i+1}) situadas antes y después del cambio de dirección o de signo no superan un máximo previamente establecido (max₁, max₂, max₃) con respecto a la dirección de referencia (R₀).

60 24. Radiobaliza (3) para la identificación de un vehículo (9) que usa un lugar previamente establecido (5 - 8) que lleva una unidad de a bordo (10) que emite por radio de forma repetida mensajes de estado (16) que indican respectivamente una posición actual (P_i) de la unidad de a bordo (10) y un identificador de radio (pID) que cambia respectivamente tras uno o varios mensajes de estado (16), **caracterizada por que** está configurada para recibir, con ayuda de un procesador (17) y un transceptor (18) conectado a éste, al menos un mensaje de estado (16), detectar un uso de lugar mediante una evaluación (20) del al menos un mensaje de estado (16) mediante la(s) posición/posiciones (P_i) indicada(s) en el mismo con respecto al lugar previamente establecido (5 - 8), enviar una petición de identificación (22) a la unidad de a bordo (10) que se puede dirigir mediante los identificadores de radio (pID) a partir del al menos un mensaje de estado (16), y, a continuación,
 65 recibir (25) un identificador unívoco (uID) de la unidad de a bordo (10), que permanece idéntico con varios cambios de identificador de radio.

5 25. Radiobaliza de acuerdo con la reivindicación 24, **caracterizada por que** está configurada para recibir al menos dos mensajes de estado (16) y asignarlos entre sí mediante los identificadores de radio (pID) indicados en los mismos (19), y detectar el uso de lugar del vehículo (9) mediante una evaluación de los mensajes de estado (16) asignados entre sí mediante las posiciones (P_i) indicadas en los mismos con respecto al lugar previamente establecido (5 - 8).

10 26. Radiobaliza de acuerdo con las reivindicaciones 24 o 25, **caracterizada por que** contiene un certificado de remitente criptográfico (23) y está configurada para enviar éste junto con la petición de identificación (22).

15 27. Unidad de a bordo, con un procesador (12), un receptor de navegación por satélite (11) para la determinación de posición y un transceptor (13) para la comunicación de radio, estando la unidad de a bordo (10) configurada para emitir por radio con ayuda del transceptor (13) de forma repetida mensajes de estado (16), que contienen respectivamente una posición (P_i) determinada por el receptor de navegación por satélite (11) y un identificador de radio (pID) de la unidad de a bordo (10) que cambia respectivamente tras varios mensajes de estado (16), **caracterizada por que** está configurada además para recibir de una radiobaliza (3) una petición de identificación (22) dirigida a su identificador de radio (pID) actual y que contiene un certificado de remitente criptográfico (23), para validar (24) el certificado de remitente (23) y, si es válido, enviar (25) a la radiobaliza (3) un identificador unívoco (uID) de la unidad de a bordo (10), que permanece idéntico con varios cambios de identificador de radio.

20 28. Unidad de a bordo de acuerdo con la reivindicación 27, **caracterizada por que** sus mensajes de estado (16) son mensajes CAM de acuerdo con la norma ITS-G5 o mensajes BSM de acuerdo con la norma WAVE.

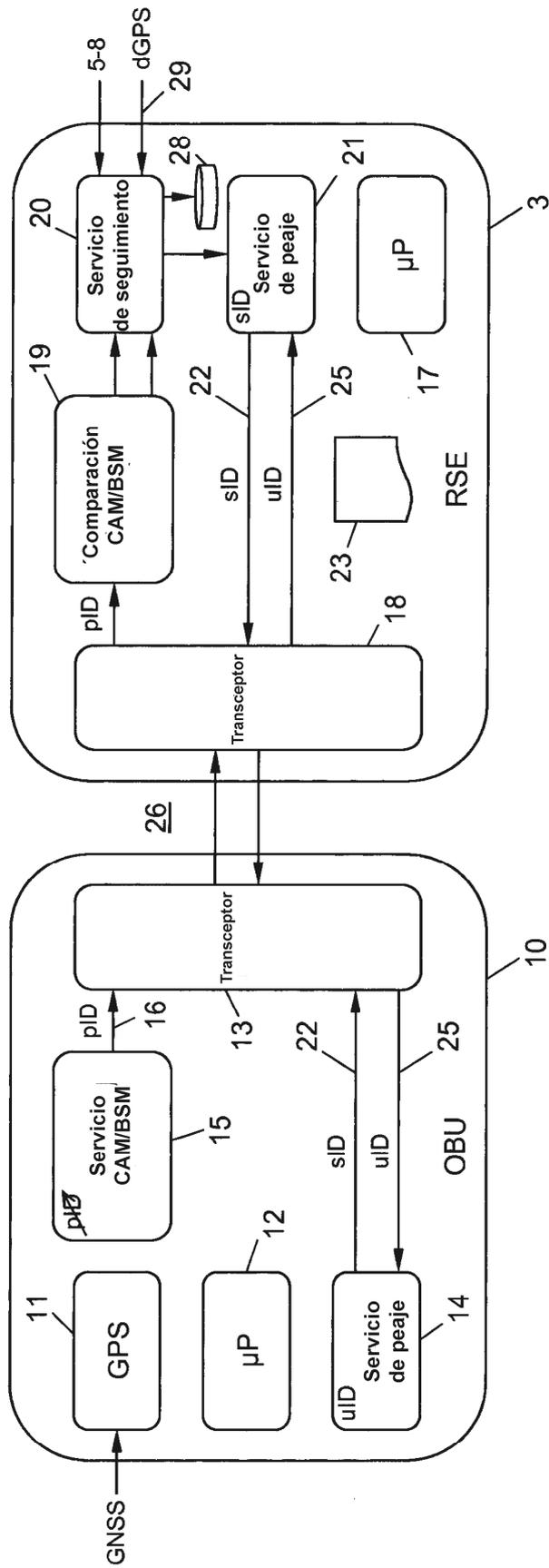


Fig. 2

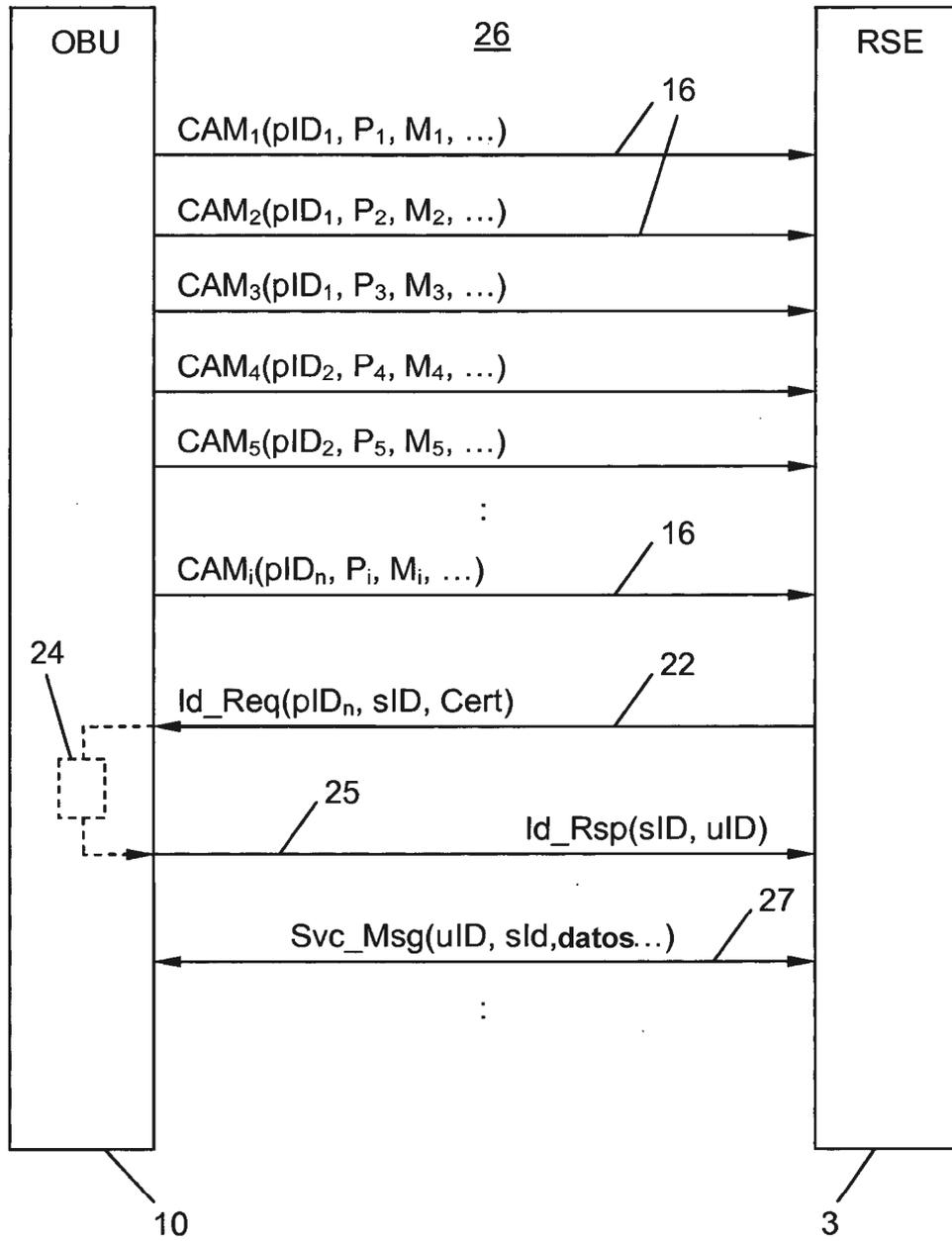


Fig. 3

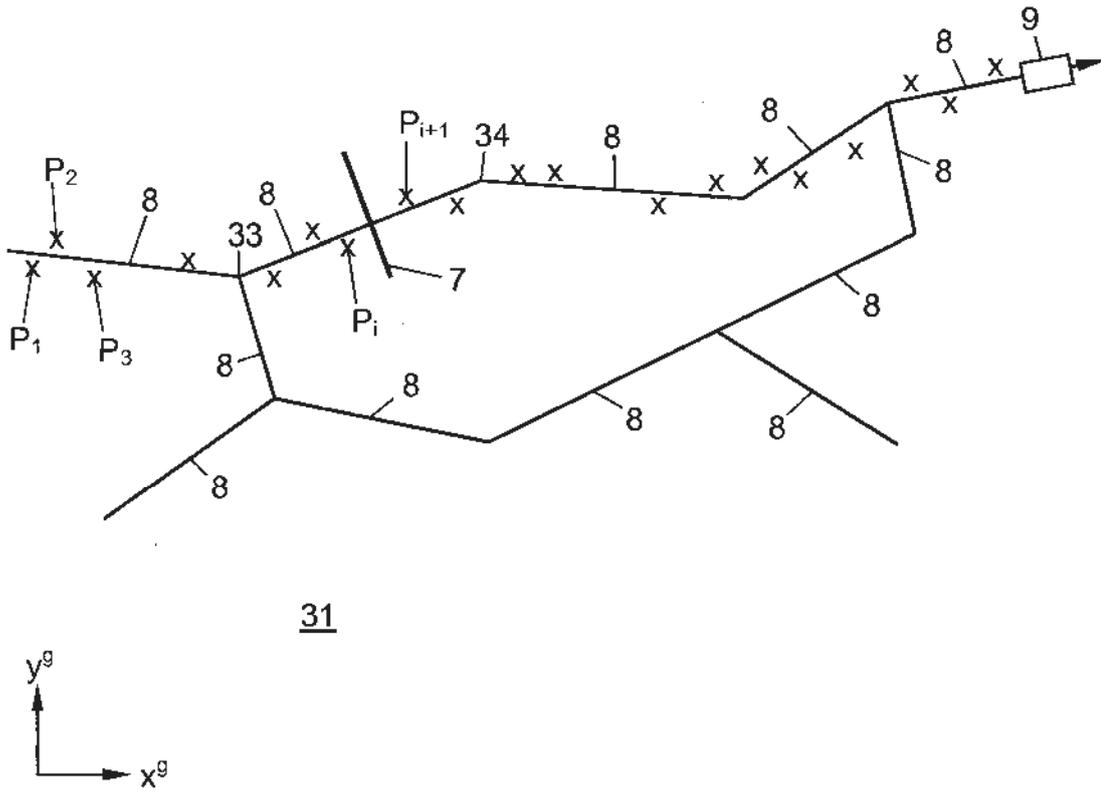


Fig. 4

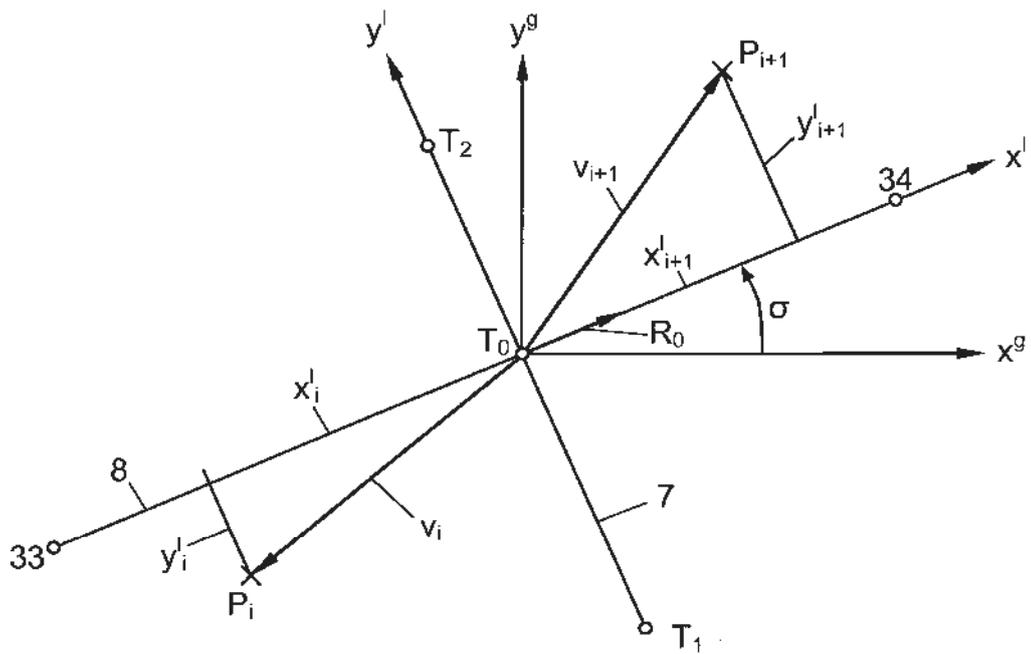


Fig. 6