

**(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

|                                                                    |                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (22) Data de pedido: <b>2012.05.03</b>                             | (73) Titular(es):<br><b>KAPSCH TRAFFICOM AG</b><br><b>AM EUROPLATZ 2 1120 WIEN</b><br><b>AT</b>                 |
| (30) Prioridade(s):                                                |                                                                                                                 |
| (43) Data de publicação do pedido: <b>2013.11.06</b>               | (72) Inventor(es):<br><b>REFI-TUGRUL GÜNER</b><br><b>AT</b>                                                     |
| (45) Data e BPI da concessão: <b>2014.08.27</b><br><b>228/2014</b> | (74) Mandatário:<br><b>JOÃO LUÍS PEREIRA GARCIA</b><br><b>RUA CASTILHO, 167 2º 1070-050 LISBOA</b><br><b>PT</b> |

(54) Epígrafe: **MÉTODO E DISPOSITIVOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE UM VEÍCULO COM USO DE UMA LOCALIZAÇÃO**

(57) Resumo:

O MÉTODO ENVOLVE A DETEÇÃO DE UM USO DE LOCALIZAÇÃO DE UM VEÍCULO (9), AVALIANDO UMA MENSAGEM DE ESTADO (16) COM BASE NA DISTÂNCIA RELATIVA. UM PEDIDO DE IDENTIFICAÇÃO É EMITIDO A PARTIR DE UMA RADIOBALIZA (3) PARA UMA UNIDADE DE BORDO (10), QUE É ORIENTADA POR UM IDENTIFICADOR DE RÁDIO A PARTIR DA MENSAGEM DE ESTADO. É RECEBIDA UMA VERIFICAÇÃO DE LEGITIMIDADE DO PEDIDO DE VERIFICAÇÃO E ESTA É CONDUZIDA NA UNIDADE DE BORDO. É TRANSMITIDA UMA IDENTIFICAÇÃO DA UNIDADE DE BORDO PARA A RADIOBALIZA SE O PEDIDO FOR LEGÍTIMO, SENDO QUE A IDENTIFICAÇÃO PERMANECE IGUAL AO LONGO DE VÁRIAS MUDANÇAS DO IDENTIFICADOR DE RÁDIO. É, IGUALMENTE, INCLUÍDA UMA REIVINDICAÇÃO INDEPENDENTE PARA UMA RADIOBALIZA E PARA IDENTIFICAR UM VEÍCULO USANDO UMA LOCALIZAÇÃO PREDETERMINADA.

**RESUMO****MÉTODO E DISPOSITIVOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE UM VEÍCULO COM  
USO DE UMA LOCALIZAÇÃO**

O método envolve a detecção de um uso de localização de um veículo (9), avaliando uma mensagem de estado (16) com base na distância relativa. Um pedido de identificação é emitido a partir de uma radiobaliza (3) para uma unidade de bordo (10), que é orientada por um identificador de rádio a partir da mensagem de estado. É recebida uma verificação de legitimidade do pedido de verificação e esta é conduzida na unidade de bordo. É transmitida uma identificação da unidade de bordo para a radiobaliza se o pedido for legítimo, sendo que a identificação permanece igual ao longo de várias mudanças do identificador de rádio. É, igualmente, incluída uma reivindicação independente para uma radiobaliza e para identificar um veículo usando uma localização predeterminada.

## DESCRIÇÃO

### MÉTODO E DISPOSITIVOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE UM VEÍCULO COM USO DE UMA LOCALIZAÇÃO

A presente invenção refere-se a um método para a identificação de um veículo que usa uma localização predeterminada. A invenção refere-se ainda a uma radiobaliza e a uma unidade de bordo para utilização no presente método.

São necessários métodos para identificação do veículo, por exemplo, para registo, controlo, autorização e/ou suposição (carga) de usos de localizações dos veículos. Tais usos de localizações podem, por exemplo, ser a entrada em áreas limitadas ou supervisionadas de acesso restrito, uma estadia paga num determinado local, como um estacionamento pago, ou o uso de estradas com portagem, como auto-estradas ou centro da cidade (taxa de entrada no centro da cidade). Nos métodos conhecidos para a identificação de veículos, as matrículas do veículo são lidas por meio de OCR (optical character recognition), ou os veículos estão equipados com On-board-Units (OBUs), que têm uma identificação única, através de uma interface de rádio, que pode ser lida por meio de uma interface como DSRC (dedicated short range communication), RFID (radio frequency identification), WLAN (wireless local area network), WAVE (wireless access for vehicular environments) ou similar. Um método deste tipo é conhecido, por exemplo, a partir da EP 1519320 A1.

Para conseguir uma atribuição concreta de uma identificação OBU lida por rádio para a localização usada pelo veículo, são erguidas radiobalizas usadas para a radioleitura em pontes ("gantries") especiais na localização a supervisionar e estão equipadas com áreas de cobertura muito limitadas; ou são usadas Onboard-Units

apoiadas por navegação por satélite, que enviam os seus dados de posição autodeterminados por meio de uma rede celular para uma estação central, que executa uma correspondência de mapas ("mapa matching") com as localizações monitorizadas. Todos estes métodos conhecidos necessitam não apenas de instalações especiais e elaboradas tanto no veículo como na estrada, mas também revelam a identidade da OBU (na forma de identificação da OBU lida na radiobaliza), mesmo se não exista qualquer uso de uma localização a ser monitorizada, o que viável por questões de privacidade.

A invenção estabelece como objetivo, um método e dispositivos do tipo mencionado no sentido de, de forma simples e com confidencialidade aumentada para veículos não envolvidos, possibilitar a identificação de veículos com uso de uma localização.

Este objetivo é conseguido, num primeiro aspeto da invenção, com um método do tipo acima mencionado, compreendendo:

transportar, no veículo, uma Onboard-Unit, que envia, repetidamente e via rádio, mensagens de estado, sendo que cada uma indica uma posição atual da Onboard-Unit e um identificador de rádio que muda após uma ou várias mensagens de estado; receber, pelo menos, uma mensagem de estado numa radiobaliza;

detetar um uso de uma localização do veículo, avaliando, pelo menos, uma mensagem de estado com base na posição(posições) indicada com respeito à localização predeterminada;

transmitir um pedido de identificação da radiobaliza a essa Onboard-Unit, a partir de, pelo menos, uma Onboard-Unit atribuída a uma mensagem de estado, receber e verificar a autorização do pedido de identificação na Onboard-Unit e, se o pedido for

legítimo, transmitir uma identificação única da Onboard-Unit à radiobaliza, sendo que a identificação única permanece a mesma ao longo das várias alterações da identificação de rádio.

A invenção tem por base uma inovadora integração das Onboard-Units que enviam mensagens de estado, como as definidas na ITS-G5 ou WAVE padrão (IEEE 802.11p) na forma, por exemplo, de CAM News (common awareness messages) ou mensagens BSM (basic safety messages). As mensagens são transmitidas como transmissões repetidas (broadcasts) para o aviso ou informação de Onboard-Units vizinhas ou infraestruturas de estrada, no sentido de evitar colisões e a fornecer ao condutor uma visão geral melhorada. Para complicar a criação de perfis de movimento de um veículo, as mensagens de estado para a proteção de privacidade serão enviadas apenas temporariamente, mudando de tempos em tempos e os operadores de sistema não conhecem as identificações de rádio. A invenção apenas avalia as identificações de rádio temporárias, pelo menos a partir de, pelo menos, uma mensagem de estado das Onboard-Units. Só depois o uso de uma localização - ter sido detetado - anonimamente pelas identificações de rádio temporárias, a Onboard-unit pode declarar a sua identidade, por exemplo pagamento, identidade do utilizador ou da aplicação. Isto assegura que, de facto, apenas podem ser identificadas as Onboard-Units que tenham uma localização predeterminada; as Onboard-Units de veículos de terceiros, que passem junto à localização ou contactem, um pouco antes, o uso de uma localização, etc. não são identificadas, ou seja permanecem anónimas. Assim sendo, os elevados requisitos de proteção de dados relativamente à esfera privada ("privacy") são cumpridos sem serem necessárias instalações de estrada, modificações das OBU ou dispositivos de anonimato em separado como computadores de proxy.

Uma forma de realização particularmente preferida da

invenção é caracterizada pelo facto de, pelo menos, duas mensagens de estado serem recebidas numa radiobaliza e, com base nas identificações de rádio predeterminadas, serem associadas, e por o uso de uma localização do veículo ser detetado através da avaliação das mensagens de estado mutuamente associadas, por meio das posições especificadas em relação à localização predeterminada.

Através de uma outra atribuição e avaliação de, pelo menos, duas mensagens de estado, é seguida uma Onboard-Unit durante um período curto mas suficiente para detetar o uso de uma localização específica com elevada segurança. Para isso, podem ser necessárias duas ou algumas mensagens de estado, que podem ser atribuídas a uma única e a mesma Onboard-Unit, no sentido de descartar erros de medição e a poder detetar, de forma segura, um movimento bem sucedido. No caso mais simples, pode tratar-se, num uso de uma localização detetada desta forma, do cruzamento de um limite especificado, se a primeira mensagem de estado indicar uma posição antes do limite e a segunda mensagem de status indicar uma posição depois do limite, no sentido de detetar o uso de uma localização.

De acordo com uma outra forma de realização preferida da invenção, a verificação da autorização ocorre através da verificação de um certificado de emissor criptográfico enviado pela radiobaliza com o pedido de identificação. Assim sendo, a Onboard-Unit divulga apenas a sua identidade a requerentes identificados e autorizados, o que reforça a esfera da privacidade.

Pela mesma razão, é particularmente vantajoso se a ID da Onboard-Unit for enviada através de um canal encriptado para a radiobaliza. Mesmo aqui pode ser estabelecida uma comunicação direta (point-to-point) e criptografada entre a Onboard-Unit e a radiobaliza. O canal de comunicação criptografado, por exemplo, pode ser parte do protocolo na interface de rádio entre a Onboard-Unit e a radiobaliza,

por exemplo, parte das normas ITS-G5 ou WAVE, podendo, alternativamente, também ser conseguido, separadamente, através de uma rede móvel 3G, 4G ou 5G.

Numa aplicação preferida do método de identificação da invenção, a informação recebida na radiobaliza é registada junto com um selo temporal numa memória, para protocolar o uso de uma localização de utilização, por exemplo, para fins de supervisão.

Numa aplicação alternativa do método da invenção, a identificação recebida na radiobaliza é comparada com, pelo menos, uma identificação autorizada e pré-armazenada, no sentido de autorizar o uso de uma localização, por exemplo, para abrir barreiras, para reduzir o bloqueio das rodas, para desativar um sistema de enforcement, etc.

Numa outra aplicação do método de identificação da invenção, a identificação recebida na radiobaliza é usada para pesquisar e carregar uma conta de portagem conta pedágio para vermauten o uso local, para cobrar o uso de uma localização, por exemplo para cobrança de uma portagem de local e/ou de tempo, taxas de estacionamento, portagens, tarifa de entrada no centro da cidade ou similar.

Em todas as três variantes, pode estar previsto, preferencialmente, que a radiobaliza, após protocolo, protocolo, autorização ou portagem do uso de uma localização, um identificador de rádio único para a radiobaliza à Onboard-Unit; Onboard-Unit essa que armazena este identificador e transmite o mesmo, pelo menos, ao longo de uma transmissão subsequente da(s) respetiva(s) mensagem(mensagens) de estado ou que a radiobaliza ignore uma mensagem de estado ou identificação recebida da Onboard-Unit, se o identificador de rádio recebido for idêntico ao próprio identificador de rádio. Assim sendo, podem ser evitados duplos protocolos ou pagamentos de uma ou da mesma Onboard-Unit na área de cobertura de rádio de uma radiobaliza.

De acordo com uma outra característica preferida da invenção, mais de duas mensagens de estado podem ser recebidas, associadas e, a partir das respetivas posições determinadas, pode ser calculado um percurso de movimento da Onboard-Unit, que é comparada, com a localização predeterminada, para detetar o uso de uma localização predeterminada. Isso permite que a fiabilidade da deteção aumente e, por exemplo, sejam suprimidos "valores atípicos".

É particularmente vantajoso, se a identificação de rádio for mudada após cerca de 5 a 1000, de preferência 20 a 100 mensagens de estado. Quanto mais frequente for o identificador de rádio, maior é a proteção de dados relativamente à rastreabilidade de uma Onboard-Unit específica; quanto mais raramente o identificador de rádio mudar, menor é o risco de que a localização a detetar mude o identificador de rádio; o que iria complicar a deteção. Os valores indicados representam um bom compromisso entre estas duas exigências contraditórias.

Alternativamente, o intervalo de mudança do identificador de rádio da Onboard-Unit pode também ser ajustado, de modo que o identificador de rádio seja alterado, primeiramente, após um período de tempo predeterminado. O período de tempo predeterminado pode ser calculado com base na dimensão de uma área normal de cobertura de rádio de radiobaliza e de uma velocidade média de Onboard-Units, de modo que, durante a passagem de uma Onboard-Unit para uma radiobaliza, não ocorra uma mudança de identificador de rádio.

Uma outra forma de realização preferida da invenção reside no facto de que o identificador de rádio não é alterado, desde que a Onboard-Unit se encontre na área de cobertura de rádio de uma ou da mesma radiobaliza. A Onboard-Unit pode medir, por exemplo, a área de cobertura de rádio de uma radiobaliza, se a radiobaliza emitir

periodicamente o identificador de rádio, ou, com base em listas e/ou mapas pré-armazenados de áreas de cobertura de rádio de radiobalizas conhecidas, ou receber de uma radiobaliza mensagens ou pedidos de identificação.

As mensagens de estado podem conter, de uma forma convencional, também um vetor de movimento atual da Onboard-Unit, que é usada na detecção do uso de uma localização, a fim de aumentar a segurança de detecção.

De acordo com uma outra característica preferida da invenção, a posição da Onboard-Unit pode ser determinada por meios de navegação por satélite e melhorada por referência a uma determinada posição de referência da radiobaliza por meio de navegação por satélite, do tipo "differential GPS" (dGPS), sendo que a radiobaliza forma o recetor de referência para melhorar as posições determinadas por navegação por satélite da Onboard-Unit.

Em alternativa, a posição da Onboard-Unit pode ser determinada por meio de navegação por satélite e melhorada por referência a pelo menos uma outra posição de uma Onboard-Unit vizinha determinada por meio de navegação por satélite. Esta forma de realização baseia-se no pressuposto de que as Onboard-Units, presentes na área de cobertura de uma baliza de rádio, são sujeitas, devido à sua proximidade, aos mesmos erros de navegação por satélite e, por conseguinte, podem ser usadas OBU's vizinhas como recetores de comparação do tipo dGPS.

Em princípio, foi usado uma radiobaliza para a detecção de usos de uma localização em vizinhança imediata ou mais alargada ou mesmo em áreas remotas fora da área de cobertura; de preferência, no entanto, a área de cobertura de rádio da radiobaliza contém a localização predeterminada, de modo que cada radiobaliza é responsável pelos usos de uma localização no seu ambiente imediato e, assim, obtém os dados de tempo e localização das Onboard-Units.

Como mencionado, as localizações predeterminadas, cujos usos de localização devem ser detetados, podem ser de natureza geral. De acordo com uma primeira forma de realização, uma localização desse tipo é um ponto geográfico e o uso de uma localização é um aquém de uma distância máxima até ao ponto; alternativamente, a localização pode ser uma área e o uso de uma localização pode ser uma estadia na área; ou a localização pode, pelo menos, ser um segmento de estrada e o uso de uma localização pode ser uma condução do segmento de estrada.

Uma vez que as áreas e os segmentos de estrada podem, frequentemente, ser definidos por um limite, uma forma de realização preferida da invenção é que a localização seja um limite e o uso de uma localização seja uma ultrapassagem de limite, sendo que os limites são representados num mapa de estradas digital com segmentos de estrada vetorizados, compreendendo:

determinar um ponto de corte do limite com um segmento de estrada e uma direção de referência na orientação deste segmento de estrada,

a projeção contínua de vectores, que são determinados entre uma das posições a partir das referidas mensagens de estado e do ponto de interseção, na direção de referência, para se obter uma série de projeções, e detetar a ultrapassagem de limite, se na sequência de projeções ocorrer uma mudança de direção ou de sinal.

Assim sendo, uma ultrapassagem de limite pode ser confiavelmente detetada e fiável através de meios simples, podendo ser afastados erros de deteção, como poderia ocorrer, por exemplo, na inversão antes do limite.

As projeções dos vetores de posição em relação à direção de referência podem ser determinadas de maneiras diferentes. De acordo com uma primeira forma de realização da invenção, a projeção ocorre através da formação de

produtos vetoriais de vetores com a direção de referência, e uma ultrapassagem de limite é detetada numa alteração do sinal de produtos. Numa forma de realização alternativa da invenção, a projeção ocorre através da transformação dos vetores num sistema de coordenadas local com a direção de referência como eixo  $x$ , e uma ultrapassagem de limite é detetada numa alteração de sinal das suas coordenadas  $x$ . Ambas as variantes podem ser calculadas com uma potência de cálculo relativamente baixa e são, portanto, também adequadas para implementações em tempo real, tanto em OBUSS descentralizados de "map matching" ("thick-clients"), como também em servidores centrais "map matching" de um sistema de portagens.

Uma forma de realização preferida da invenção é caracterizada por o passo adicional de validação da ultrapassagem do limite, se os valores das duas projeções antes e depois da mudança de direção e de sinal ultrapassarem um mínimo predeterminado. Isso permite que imprecisões das determinações de posições podem ser consideradas e possa ser conseguida uma identificação particularmente fiável da ultrapassagem do limite virtual

Uma outra variante preferida do método da invenção compreende o passo adicional de validação da ultrapassagem de limite, se as distâncias normais de ambas as posições antes e depois da mudança de direção e de sinal não ultrapassarem um máximo predeterminado. Com esta verificação adicional, uma deteção de erros pode ser excluída na condução em estradas paralelas próximas.

Num segundo aspeto, a invenção proporciona uma radiobaliza para identificar um veículo com uso de uma localização predeterminada que transporta uma Onboard-Unit, que envia mensagens de estado repetidas por rádio, cada uma das quais indicando uma posição atual da Onboard-Unit e um identificador de rádio que altera uma ou mais mensagens de estado, sendo que a radiobaliza está concebida para, com a

ajuda de um processador e de um transceptor a ele ligado, receba, pelo menos, uma mensagem de estado, detete um uso de uma localização através da avaliação de, pelo menos, uma mensagem de estado com base na(s) posição(posições) especificadas referentes à localização predeterminada, enviar um pedido de identificação à Onboard-Unit atribuível a, pelo menos, uma mensagem de rádio, e receber uma identificação única e consistente ao longo de várias mudanças de identificador de rádio da Onboard-Unit.

É particularmente vantajoso se a radiobaliza for concebida para receber, pelo menos, duas mensagens de estado e com base nos identificadores de rádio especificados, e e para detetar o uso de uma localização do veículo, através da avaliação das mensagens de estado associadas com base nas posições especificadas em relação à localização predeterminada.

De preferência, a radiobaliza contém um certificado de emissor criptográfico e é concebida de modo a enviá-lo juntamente com o pedido de identificação.

Num terceiro aspeto, a invenção proporciona uma Onboard-Unit com um processador, um recetor de navegação por satélite para a determinação da posição e um transceptor para comunicação por rádio, sendo que a Onboard-Unit está concebida para enviar, por meio do transceptor e repetidamente, mensagens de estado por rádio, sendo que cada uma destas contém uma certa posição determinada pelo recetor de navegação por satélite e um identificador de rádio que muda após várias mensagens de estado, receber um pedido de identificação contendo um identificador de rádio atual e um certificado de emissor criptográfico de uma radiobaliza, validar o certificado de emissor e, se este for válido, enviar, à radiobaliza, uma identificação única que permanece consistente ao longo de várias mudanças de identificação de rádio da Onbaoard-Unit.

De preferência, as mensagens de estado da Onboard-Unit

são mensagens CAM, de acordo com a norma ITS-G5 ou mensagens BSM de acordo com a norma WAVE.

No que diz respeito a outras características e vantagens da radiobaliza e das Onboard-Units da invenção, é feita referência às formas de realização anteriores para o método e descrição seguinte das formas de realização preferidas, sendo que é feita referência aos desenhos anexos:

a Figura 1 mostra, no contexto do método da invenção, componentes eficazes, incluindo a radiobaliza e várias Onboard-Units da invenção numa visão geral esquemática.

a Figura 2 mostra um diagrama de blocos e um diagrama de fluxo do método da invenção;

a Figura 3 mostra um diagrama de sequência da troca de mensagens na interface de rádio entre uma radiobaliza e uma Onboard-Unit.

a Figura 4 mostra, esquematicamente, o movimento de um objeto num mapa de estradas digital numa visão geral;

a Figura 5 mostra uma primeira forma de realização de um método para a deteção de ultrapassagem de limite por meio da formação de produtos vetoriais;

e a Figura 6 mostra uma segunda forma de realização de um método para a deteção da ultrapassagem de limite por meio da transformação de coordenadas.

A Figura 1 mostra um exemplo de aplicação do método de identificação da invenção, um sistema de portagem de estradas 1 com uma central 2 e uma variedade de radiobalizas em ligação, distribuídas geograficamente e de

estrada (roadside entities, RSE) 3. As radiobalizas 3 possuem, cada uma, uma área de cobertura de rádio limitada 4, por exemplo, um radio de rádio de 200 m, no qual são definidas localizações especificadas como os pontos 5 ("portagens virtuais"), as áreas 6 (por exemplo, estacionamento), os limites 7 (por exemplo, "gantries" virtuais, limites de cidade, etc.) ou segmentos de estrada, sendo que as localizações 5 - 8 também podem estar total ou parcialmente fora da área de cobertura de rádio 4. De preferência, estas estão (pelo menos parcialmente) na área de cobertura de rádio 5; o que simplifica a atribuição de uma radiobaliza 3 às localizações 5 - 8, para as quais é responsável.

A radiobaliza 3 deteta usos de uma localização de veículos 9, que passam pela sua área de cobertura de rádio 4, ou seja, se - e, opcionalmente, por quanto tempo - usam uma dessas localizações 5 - 8, e identifica esses veículos de uso de uma localização 9. Os veículos 9, que não usam as localizações 5 - 8, não devem ser identificadas, ou seja mantêm o anonimato.

Para estes fins, todos os veículos 9 equipados com Onboard-Units (OBUs) 10), são melhor ilustrados na Fig. 2.

De acordo com a Figura 2, cada OBU 10 apresenta um recetor de navegação por satélite 11 para a determinação repetida e contínua da sua posição atual ("position fix")  $P_1, P_2, \dots, P_1$  comum, num sistema de navegação por satélite global (global navigation satellite system, GNSS), como GPS, GLONASS, Galileo, ou semelhantes. Além disso, a OBU 10 está equipada com um processador 12 e um transceptor 13, sendo que algumas das ligações de dados entre o recetor de navegação por satélite 11, o processador 12 e o transceptor 13 não são mostradas por motivos de clareza.

Com a referência 14 é indicada esquematicamente uma aplicação de serviço executável por um processador 12, por exemplo uma aplicação de portagem, que pode interagir,

posteriormente, com as radiobalizas 3 e a central 2 do sistema de portagem 2 e, para este fim, disponibilizar um identificador de OBU uID ("unique ID") único no sistema de portagem 1. A identificação da OBU uID pode, por exemplo, ser um identificador de produção único da OBU 10, o nome do seu proprietário, o nome do proprietário do veículo do veículo, no qual a OBU 10 está montada, uma conta ou um cartão de crédito do proprietário do veículo ou semelhante. A identificação da OBU uID é conhecida no sistema de portagem 1 da central 2 e/ou das radiobalizas 3 e pode, aí, ser usada para a identificação do veículo 9, que transporta a OBU.

Com a referência 15 é indicada uma aplicação de segurança processada pelo processador 12, através da qual a OBU 10 repetida e continuamente, de preferência a cada 100 ms, envia uma mensagem de estado 16 por meio do respetivo transceptor 13. A mensagem de estado 16 está pensada para a receção através de veículos adjacentes 9 e/ou equipamentos de estrada, tais como radiobalizas 3 e não requer uma confirmação de receção ou uma receção efetiva; a aplicação 15 envia mensagens de estado 16 através do transceptor 13, independentemente de estas serem recebidas por um recetor ou não, mas pode também opcional e adicionalmente ser solicitada por radiobalizas 3 ou outras OBUs 10.

As mensagens de estado 16 contêm (pelo menos) a última posição  $P_1$  da OBU 10 determinada pelo recetor de navegação por satélite 11 e, opcionalmente, também dados adicionais, como velocidade e direção de movimento (vetor de movimento)  $M$ , altura, precisão de medição, etc. Cada mensagem de status 16 é fornecida com um identificador de rádio temporário pID, de modo que as OBUs vizinhas ou infraestruturas vizinhas correlacionam as mensagens de estado consecutivas 16 por meio de um identificador de rádio temporário pID, ou seja, poderem estar associadas, para, pelo menos, ao longo de um período de tempo curto, o

percurso de movimento (trajetória) de uma OBU 10 possa ser determinado, utilizando as posições  $P_i$ , a partir de mensagens de estado consecutivas 16.

As Onboard-Units 10 com aplicações de segurança 15 para o envio de mensagens de estado deste tipo 16 são definidas, por exemplo, nas normas ITS-G5 e WAVE (IEEE 802.11p). As mensagens de estado 16 deste tipo são designadas nas normas ITS-G5 como "common awareness messages" (CAM) e na norma WAVE (nomeadamente SAE J2735) como "basic safety messages" (BSM). O identificador de rádio temporário pID de uma mensagem de estado 16 pode, por exemplo, ser um endereço temporário IP6, um endereço ou MAC ou pseudo endereço, uma posição geográfica exata ou, preferencialmente generalizada (coordenada espacial) da OBU 10 ou algo semelhante. No caso mais simples, por conseguinte, o identificador de rádio temporário pode ser pID ou mesmo da posição  $P_i$  da OBU.

O identificador de rádio pID não é conhecido no sistema de portagem 1 e/ou da central 2 e das radiobalizas 3, e não tem aí qualquer significado; este pode ser selecionado por uma OBU 10, por exemplo, de forma aleatória. O identificador de rádio pID também é, neste sentido, "temporário", na medida em que muda depois de um certo número de mensagens de estado 16 para impedir que um seguimento de uma determinada OBU 10 ao longo de um período mais longo. Por exemplo, o identificador de rádio pID é alterado após cinco a mil, de preferência após 20 a 100 mensagens de estado 16. Este método é mostrado, com maior detalhe, no diagrama de sequência da Figura 3.

Como alternativa, o identificador de rádio pID é mudado após um período predeterminado, ou as alterações podem ser omitidas seletivamente, ou seja, são suprimidas pela Onboard-Unit 10, enquanto estiverem na área de cobertura de rádio 4 e na mesma radiobaliza 3. A Onboard-Unit 10 pode ter pré-armazenadas informações sobre a

dimensão da área de cobertura de rádio 4, por exemplo, na forma de listas ou mapas, ou até mesmo de uma radiobaliza 3, quer sob a forma de transmissões omnidireccionais periódicas de uma radiobaliza 3 ou no decurso de mensagens 22, 27 e 27'.

De acordo com a Figura 3, a OBU 10 envia repetidamente mensagens de estado 16, aqui designadas como  $CAM_1$ ,  $CAM_2$ ,  $CAM_3...$ , no geral  $CAM_i$ . O identificador de rádio  $pID_n$  altera, no exemplo mostrado, após as três primeiras mensagens de estado 16, por exemplo  $CAM_1$ ,  $CAM_2$ ,  $CAM_3$  do  $pID_1$  no  $pID_2$ , etc. Na  $x$  mensagem de estado  $CAM_i$ , é usado o  $n$  identificador  $pID_n$  usado ( $n \ll i$ ).

Com uma probabilidade estatisticamente alta, duas mensagens de estado 16 consecutivas podem, portanto, pode ser associadas com base no mesmo identificador de rádio  $pID_i$ ; apenas, no caso de mudança de identificador de rádio  $pID_n$  em  $pID_{n+1}$ , não é possível uma correlação direta da mensagem de estado 16, antes e depois da mudança de identificador de rádio. Neste caso, a correlação de mensagens de estado 16 pode ocorrer através de uma possibilidade de seguir do histórico do movimento ("tracking") da Onboard-Unit 10, por exemplo, através da avaliação da respetiva velocidade, vetores de direção, etc., seja se estas forem comunicadas nas mensagens de estado 16 pela OBU 10 ou medidas pela radiobaliza 3. Também as características do veículo 9, que transporta a OBU 10, tal como a largura do veículo, comprimento, altura, etc., podem ser armazenadas na OBU 10 e comunicadas na respetiva mensagem de estado 16 ou podem ser medidas pela radiobaliza 3, de modo a aumentar a correlação de segurança.

De acordo com as Figuras 1 - 3 uma radiobaliza 3, que recebe as mensagens de estado 16 de todas as OBUs 10 que passam na área de cobertura de rádio 4, está apta, a associar as mensagens de estado que emanam de uma determinada OBU 10, com base no identificador de rádio  $pID$

e, assim, seguir o percurso de movimento da OBU 10 das posições  $P_i$ . Para este fim, a radiobaliza 3 possui, como mostrado na Figura 3, um processador 17, um recetor 18 e um processo de associação 19 trabalhado por um processador 17, que filtra o fluxo de mensagens de estado de entrada 16 em relação aos identificadores de rádio pID correlacionados e as posições  $P_i$  a partir de um processo de tracking trabalhado por um processador 18. Se os identificadores de rádio pID corresponderem diretamente às posições  $P_i$  ou a geoposições generalizadas, o processo de atribuição 19 pode executar a atribuição contrária das mensagens de estado 16, também com base num histórico de movimento ("tracking") da OBU 10. O processo de tracking 20 compara as posições  $P_i$  recebidas com as localizações predeterminadas 5 - 8, por forma a detetar os usos de uma localização.

A deteção do uso de uma localização pode ser realizada de várias maneiras. Se a localização a ser detetada for um ponto 5, pode ser detetado um uso de uma localização, quando um número predeterminado ou um valor médio de posições  $P_i$  residir numa distância máxima  $a_m$  a partir do ponto 5. Se a localização for uma área 6, pode ser detetado um uso de uma localização, quando um número predeterminado ou um valor médio de posições  $P_i$  residir na área 6. Se a localização for um segmento de estrada 8, pode ser detetado o uso de uma localização, se, por exemplo, as posições  $P_i$  indicarem um percurso completo no segmento de estrada 8, desde o seu início até ao seu fim, ou um percurso numa sequência predeterminada de vários segmentos de estrada consecutivos 8, ou semelhantes. Se a localização for um limite 7 (que pode ser utilizado, por outro lado, para limitar o seu âmbito ao ponto 5, à área 6 ou ao segmento de estrada 8), então o uso de uma localização pode ser detetado como uma ultrapassagem de limite, e com referência às Figuras 4 - 6.

Numa forma de realização simplificada, a radiobaliza 3

pode já detetar, a partir de uma única mensagem de estado 1, um uso de uma localização, de modo que o processo de atribuição 19 possa ser omitido. Neste caso, por exemplo, pode ser detetado um uso de uma localização, se uma posição única  $P_i$  residir numa distância máxima  $a_m$  em torno do ponto 5 ou na área 6 ou no segmento de estrada 8. Se a mensagem de estado 16 possuir dados adicionais, como velocidade e direção do movimento, em especial um vetor de movimento  $M$ , que contém a OBU 10, um uso de uma localização também pode ser detetada quando uma extrapolação do movimento da OBU 10 resulta num uso passado ou futuro, imediato, a breve trecho, ou seja o limite 7 foi ultrapassado ou é ultrapassado.

Desde que o processo de tracking 20 detetar um uso de uma localização, este arranca uma aplicação de serviço 21 responsável pelo uso de uma localização, cobrar por este serviço uso, que é processado pelo processador 17. A aplicação 21 pode ser, por exemplo, um serviço de protocolo, controlo ou autorização, para registar o uso de uma localização - para a OBU 10 identificada - supervisionar ou autorizar passos adicionais, como a abertura de uma barreira de acesso. No presente exemplo, o pedido de serviço 21 é um serviço de portagem com o identificador de serviço sID, que pode cobrar o uso de uma localização para a OBU 10 (carregamento).

A aplicação de serviço 21 envia um pedido de identificação Id-Req 22, opcionalmente em conjunto com o seu identificador de serviço sID, através do transceptor 18 para a OBU 10, com a qual o identificador de rádio pID, que foi especificado nas mensagens de estado 16 associadas pelo processo de atribuição 19, ver também a Figura 3. O pedido de identificação 22 contém, de preferência, um certificado de emissor criptográfico "Cert" 23 da radiobaliza 3, no sentido de autenticar a Onboard-Unit 10.

A OBU 10 atribuível pelo identificador de rádio pID

recebe o pedido de identificação 22 e encaminha-o para o processo adequado, aqui a aplicação de portagem 14. Quando o pedido de identificação 22 inclui um certificado de emissor 23, a OBU 10 pode verificar, num passo adicional 24 (Figura 3) a autenticidade do certificado 23; se este for verdadeiro e/ou válido (válido), este executa os restantes passos; caso contrário, o pedido de identificação 22 é ignorado.

A OBU 10 responde ao pedido de identificação 22, liberando (revelando), em termos de sistema, ou seja através de várias mudanças da identificação única e consistente do identificador de rádio pID, ver mensagem de declaração Id\_Rsp 25, que, por meio do transceptor 13, reenvia para o recetor 18 da radiobaliza 3. A mensagem de declaração 25 pode conter a identificação de serviço sID da aplicação de serviço de escuta 21 da radiobaliza 3, de modo que a mensagem de declaração possa ser inserida na aplicação de serviço correta 21.

A OBU 10 é identificada a partir de agora com a sua identificação única uID em comparação com a aplicação de serviço 21, e, por último, com a sua identificação de serviço sID e o seu certificado 23 em comparação com a OBU 10 e/ou a aplicação de portagem 14. Por meio da interface de rádio 26 entre o transceptor 13 da OBU 10 e o transceptor 18 da radiobaliza 3, podem ser agora trocadas mais mensagens específicas de serviço Svc\_Msg 27. As mensagens 27 podem, por exemplo, ser pacotes de dados de um protocolo de portagem convencional para cobrança de portagem de um uso de uma localização. A identificação da OBU uID pode, por exemplo, referenciar uma conta de portagem na radiobaliza 3 ou na central, que é cobrada pelo uso de uma localização. Alternativamente, a identificação uID com (pelo menos) uma identificação calculada (de referência), identificação  $uID_{ref}$ , pré-armazenada na radiobaliza 3 ou na central 2, sendo que, no caso de igualdade, a identificação

uID está autorizada, por exemplo, para um acesso local ou para obter um serviço.

Quando a radiobaliza 3 e a OBU 10 são autenticadas, em particular através da avaliação do certificado de emissor 23 da radiobaliza, todas as comunicações subsequentes, tais como a mensagem de declaração 25 e as mensagens de serviço adjacentes 27 pode ser transmitidas, de forma encriptada, através da interface de rádio 26, por exemplo, como comunicação ponto encriptada point-to-point. Um canal de transmissão criptografado desse tipo poderia, alternativamente, ser conseguido, em vez de por meio da interface de rádio 26, também por meio de uma rede de telemóvel (não mostrada), por exemplo diretamente para a central 2.

Numa forma de realização simplificada, em que a baliza 3 não efetua uma função de portagem, mas apenas para a identificação de veículos 9 e/ou OBUs 10, as identificações uID determinadas das Onboard-Units 10 - de preferência em cada caso em conjunto com um selo temporal atual  $t$  - são registadas mesmo apenas para fins de protocolo numa memória 28 da radiobaliza 3 ou da central 2.

Num passo opcional 27', a radiobaliza 3, depois de protocolo, autorização ou portagem de um uso de uma localização, envia uma mensagem de confirmação "ok" à OBU10, em que (possivelmente também mais uma vez) envia um identificador de rádio bID. A OBU 10 pode armazenar identificadores de rádio bID, que recebe de radiobalizes 3, e enviar, pelo menos, o último identificador de rádio recebido bID numa (ou mais) mensagens de estado 16 e/ou na revelação da sua uID no passo 25 a uma radiobaliza 25. A radiobaliza 3 pode, assim, ignorar e/ou fundir essas mensagens de estado 16 e/ou envios de identificação 25, com as quais pode receber um identificador de radio bID, que é igual ao seu próprio identificador de rádio bID, para evitar o duplo processamento de uma ou das mesmas OBUs 10.

Na detecção de usos de uma localização no processo de tracking 20, as posições  $P_i$  de uma OBU 10 podem ser melhoradas através da comparação com posições de referência conhecidas ou, pelo menos, os mesmos erros de medição de posições de terceiros subjacentes, como no campo de GPS diferencial (dGPS) conhecido. Por exemplo, a radiobaliza 3 pode ter um recetor de navegação por satélite (não mostrado) próprio, que mede as posições de referência  $P_{ref,i}$  da radiobaliza 3 em relação aos mesmos pontos temporais, e em relação aos quais as posições  $P_i$  são criadas. Tendo em conta a posição de uma radiobaliza fixa e pré-conhecida, as posições  $P_i$ , determinadas por navegação por satélite, podem ser referentes a posições de referência  $P_{ref,i}$  - subjacentes a erros de medição semelhantes - e, portanto, os erros de medição são compensados, ver sequência 29 na Figura 2. Da mesma forma, também os pontos temporais semelhantes de posições determinadas  $P_i$  de OBUs vizinhos 10 são usados para o ajustamento de erros de medição de posições  $P_i$  criadas por uma OBU 10 de interesse.

As Figuras 4 - 6 mostram um método particularmente adequado para a detecção de um uso de uma localização no contexto de um processo de tracking 20. O método das Figuras 4 - 6 é utilizado, em particular, para a detecção de uma ultrapassagem de limite 7, cujo limite 7, por exemplo, também pode ser a ultrapassagem da área 6, do limite em torno do ponto 5 e a periferia do segmento da estrada 7.

A Figura 4 mostra um mapa de estradas digital 31 com uma pluralidade de segmentos de estrada 8, que formam uma rede de estradas. Os segmentos de estrada 8 são vetorizados, ou seja definidos através dos seus pontos de início e de fim 33, 34 num sistema de coordenadas  $x^g/y^g$  do mapa de estradas, como é conhecido na técnica.

Pelo menos, um limite virtual 7 é cruzado por um dos segmentos de estrada 8. O limite 7 pode também estar

localizado no ponto de início ou de fim 33, 34 de um segmento de estrada 8, ou seja na junção de dois ou mais segmentos de estrada 8; neste caso, pode ser considerado como um desses segmentos de estrada 8.

O limite 7 pode ser definido como um percurso vetorizado com um ponto de início  $T_1$  e ponto de fim  $T_2$ , a partir dos quais a sua interseção  $T_0$  pode ser determinada com o segmento de estrada do cruzamento 8. Alternativamente, o limite 7 também pode ser definido diretamente como esta interseção  $T_0$ .

O movimento de um veículo 9, que determina posições em curso  $P_i$  ("posições fixas") através da OBU 10 no sistema de coordenadas globais  $x^g/y^g$ , é representado na mapa de estradas31 pela sequência de posições  $P_1, P_2, \dots, P_i, \dots$ . No exemplo mostrado na Figura 4, o veículo 9 viaja no trilho de estrada acima descrito, incluindo o segmento o segmento de estrada 8 com o limite 7. A ultrapassagem do limite 7 pelo veículo 9 é detetada através da avaliação das posições  $P_i$  como se segue.

A Figura 5 mostra duas posições sucessivas exemplares  $P_i, P_{i+1}$  que foram determinadas, imediatamente, antes e após o limite 7. Devido às imprecisões na determinação da posição, por exemplo imprecisões GNSS, as posições  $P_i, P_{i+1}$  não estão, exatamente, localizadas no segmento de estrada 8, mas numa distância normal  $s_i$  e/ou  $s_{i+1}$ .

Para cada posição  $P_i$  da sequência de posições, aqui, exemplificadamente,  $P_i$  e  $P_{i+1}$ , um vetor  $v_i$  é calculado entre esta posição e a interseção  $T_0$  do limite 7 com o segmento de estrada 8. Os vectores  $v_i$  são, em seguida ou imediatamente após o respetivo cálculo, cada projetados no segmento de estrada 8, mais particularmente numa direção de referência  $R_0$  do segmento de estrada 8, de modo que uma sequência de projecções  $d_i$  seja obtida. A direção de referência  $R_0$  fica localizada na orientação do segmento de estrada 8 e tem, de preferência - mesmo que isso não seja

obrigatório - o comprimento um (unidade de vetor).

Na forma de realização mostrada na Fig. 5, as projeções  $d_i$  são formadas por figuras de um produto vetorial entre os vetores  $v_i$  e a direção de referência  $R_0$ , ou seja

$$\begin{aligned} d_1 &= \overrightarrow{T_0 P_1} \cdot \overrightarrow{R_0} = \overrightarrow{v_1} \cdot \overrightarrow{R_0} \\ &: \\ d_i &= \overrightarrow{T_0 P_i} \cdot \overrightarrow{R_0} = \overrightarrow{v_i} \cdot \overrightarrow{R_0} \\ d_{i+1} &= \overrightarrow{T_0 P_{i+1}} \cdot \overrightarrow{R_0} = \overrightarrow{v_{i+1}} \cdot \overrightarrow{R_0} \end{aligned}$$

Se ocorrer, na sequência gerada de projeções (produtos)  $d_i$ , uma mudança de sinal (mudança de direção), foi, então, ultrapassado o limite 7 e detetada uma ultrapassagem de limite.

Opcionalmente, também pode verificar se as quantidades de ambas as projeções  $d_i$ ,  $d_{i+1}$ , antes e depois da mudança de direção e/ou de sinal, ultrapassam um mínimo predeterminado ções, ou seja,  $|d_i| > \min$  und  $|d_{i+1}| > \min$ . Se assim for, a ultrapassagem de limite anteriormente detetada é aceite ("validada"). Assim sendo, podem ser evitadas deteções erradas por imprecisões de posicionamento.

Como mais um passo de validação, as distâncias normais  $s_i$  das posições  $P_i$  também podem ser avaliadas pelo segmento de estrada 8. Para este efeito, é verificado se as duas distâncias normais normalizados  $s_i$ ,  $s_{i+1}$ , antes e após a mudança de direção e/ou de sinal são menores do que os máximos predeterminados  $\max_1$ ,  $\max_2$ ,  $\max_3$ , ou seja  $|s_i| < \max_1$  e  $|s_{i+1}| < \max_2$ , sendo que os máximos  $\max_1$  e  $\max_2$  também podem ser iguais, e/ou  $|s_i - s_{i+1}| < \max_3$ . Com esta avaliação podem ser excluídas deteção erradas, por exemplo, na condução de segmentos de estrada paralelos próximos 8, que não têm limites 7.

A Figura 6 mostra uma forma de realização alternativa para o cálculo das projeções  $d_i$  dos vetores  $v_i$ . Aqui, é

configurado um sistema de coordenadas local  $x^1/y^1$  a partir da direção de referência  $R_0$  como eixo de  $x^1$ , e os vetores  $v_i$  calculados no sistema de coordenadas global  $x^g/y^g$  são transformados no sistema de coordenadas local  $x^1/y^1$ , etc, pela aplicação da matriz de rotação

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

com  $\sigma$  ... ângulo entre  $x^1$  e  $x^g$ .

Os vetores  $v_i^1$  transformados no sistema de coordenadas local resultam em

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

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

As coordenadas de  $x$ ,  $x_i^1$  e  $x_{i+1}^1$ , dos vetores  $v_i^1$ ,  $v_{i+1}^1$  transformados correspondem às projeções  $d_i$  e  $d_{i+1}$ . A mudança de sinal, tal como ocorre entre as projeções  $x_i^1 = d_i$  e  $x_{i+1}^1 = d_{i+1}$ , mostra a ultrapassagem de limite.

Também aqui, as projeções  $x_i^1$ ,  $x_{i+1}^1$  podem ser verificadas no modo acima mencionado, adicionalmente à ultrapassagem do mínimo, ou seja se  $|x_i^1| > \min$  e  $|x_{i+1}^1| > \min$ .

As coordenadas  $y$ ,  $y_i^1$  e  $y_{i+1}^1$  dos vetores transformados  $v_i^1$ ,  $v_{i+1}^1$  correspondem às distâncias normais  $s_i$ ,  $s_{i+1}$  e podem voltar a ser verificadas na manutenção dos limites máximos  $\max_1$ ,  $\max_2$ ,  $\max_3$ , ou seja se  $|y_i^1| < \max_1$  e  $|y_{i+1}^1| < \max_2$  e/ou  $|y_i^1 - y_{i+1}^1| < \max_3$ .

Além da avaliação descrita das posições  $P_i$ , podem ser usados outros valores de leitura da determinação de posição como a orientação, as velocidades, a pseudorange, etc., a

partir de uma determinação da posição GNSS para melhorar e/ou validar a detecção da ultrapassagem do limite 7.

A invenção não se limita às formas de realização ilustradas, mas inclui todas as variações e modificações, que recaiam dentro do âmbito das reivindicações anexas.

## **REFERÊNCIAS CITADAS NA DESCRIÇÃO**

Esta lista de referências citadas pelo requerente é apenas para a conveniência do leitor. A mesma não faz parte do documento de Patente Europeia. Embora tenha sido tomado muito cuidado na compilação das referências, não se poderão excluir erros e omissões e o IEP não assume qualquer responsabilidade neste sentido.

### **Documentos de Patente citados na descrição**

- EP 1519320 A1 [0002]

Lisboa, 17 de Novembro de 2014

## REIVINDICAÇÕES

1. Um método para a identificação de um veículo (9) com uso de um local predeterminado (5 - 8), compreendendo:

transportar, no veículo (9), uma Onboard-Unit (10), que envia, repetidamente e via rádio, mensagens de estado (16), sendo que cada uma indica uma posição atual (Pi) da Onboard-Unit (10) e um identificador de rádio (pID) que muda após uma ou várias mensagens de estado (16);

receber, pelo menos, uma mensagem de estado (16) numa radiobaliza (3), detetar um uso de uma localização do veículo

(9), avaliando, pelo menos, uma mensagem de estado (16) com base na posição (posições) indicada (Pi) com respeito à localização predeterminada (5 - 8);

transmitir um pedido de identificação (22) da radiobaliza (3) à Onboard-Unit (10) atribuída pela identificação de rádio (pID) a partir de, pelo menos, uma mensagem de estado (16); receber e verificar o certificado de legitimidade (24) do pedido de identificação (22) na Onboard-Unit

(10) e, se o pedido (22) for legítimo, transmitir (25) uma identificação única (uID) da Onboard-Unit (10) à radiobaliza (3), sendo que a identificação única permanece a mesma ao longo das várias alterações do identificador de rádio.

2. Um método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo facto de, pelo menos, duas mensagens de estado (16) serem recebidas numa radiobaliza (3) e por estarem dispostas com base em identificadores de rádio associados (pID), e por o uso da localização do veículo (9) ser detetado por meio da avaliação das mensagens de estado

associadas (16) a partir das posições indicadas em ( $P_i$ ) no que diz respeito à localização predeterminada (5-8).

3. Um método de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo facto de a verificação de autorização (24) ocorrer por meio de verificação de um certificado do emissor criptográfico (23) da radiobaliza (3), enviado pela radio baliza (3) com o pedido de identificação(22).

4. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo facto de a identificação (uID) da Onboard-Unit (10) ser enviada, para a baliza (3), por meio de um canal encriptado (26).

5. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo facto de a identificação (uID) recebida pela radiobaliza (3) ser registada junto com um selo temporal (t) numa memória (28), no sentido de protocolar o uso da localização.

6. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo facto de a identificação (uID) recebida pela radiobaliza (3) ser comparada a, pelo menos, uma identificação legítima e pré-armazenada(uIDref), no sentido de autorizar o uso de uma localização.

7. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo facto de ser usada a identificação (uID) recebida na radiobaliza (3), para pesquisar e carregar uma conta de portagem associada à identificação (uID), no sentido de cobrar o uso de uma localização.

8. Método de acordo com uma das reivindicações 5 a 7, caracterizado pelo facto de a radiobaliza (3) transmite (27'), para a Onboard-Unit (10), um identificador de rádio

(bID) que é único para a radiobaliza, após protocolo, autorização ou portagem do uso de uma localização; Onboard-Unit essa que armazena este identificador e transmite o mesmo, pelo menos, ao longo de uma transmissão subsequente da(s) respetiva(s) mensagem(mensagens) de estado(16) ou da identificação (uID) e pelo facto de a radiobaliza (3) ignorar uma mensagem de estado (16) ou identificação (uID) recebidas da Onboard-Unit (10), se o identificador de rádio (bID) recebido for idêntico ao próprio identificador de rádio (bID).

9. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo facto de mais de duas mensagens de estado (16) serem recebidas e associadas, sendo que, a partir das posições ( $P_i$ ) determinadas, é calculada uma trajetória de movimento da Onboard-Unit (10), que, para a deteção do uso de uma localização, é comparada com a localização predeterminada (5 - 8).

10. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo facto de a identificação de rádio (pID) ser alterada após cerca de 5 a 1000, de preferência 20 a 100 mensagens de estado (16).

11. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo facto de a identificação de rádio (pID) ser alterada após um período de tempo predeterminado.

12. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo facto de a identificação de rádio (pID) não ser alterada, desde que a On-board-Unit (10) se encontre, na área de cobertura de rádio (4), uma ou a mesma radiobaliza (3).

13. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo facto de cada mensagem de estado (16) indicar, também, um vetor de movimento atual (M) da Onboard-Unit (10), que é usada igualmente na deteção do uso de uma localização.

14. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado pelo facto de a posição ( $P_i$ ) da Onboard-Unit (10) ser determinada por meio de navegação por satélite (11) e ser melhorada por referência a uma posição de referência (29) da radiobaliza (3) por meio de navegação por satélite.

15. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado pelo facto de a posição ( $P_i$ ) da Onboard-Unit (10) ser determinada por meio de navegação por satélite (11) e ser melhorada por referência a uma outra posição de referência ( $P_i$ ) determinada por meio de navegação de uma Onboard-Unit vizinha (10).

16. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 15, caracterizado pelo facto de a área de cobertura de rádio (4) da radiobaliza (3) conter a localização predeterminada (5 - 8) contém.

17. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 16, caracterizado pelo facto de a localização ser um ponto geográfico (5) e o uso de uma localização ser um aquém de uma distância máxima ( $a_m$ ) em relação ao ponto.

18. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 16, caracterizado pelo facto de a localização ser, pelo menos, um segmento de estrada (8) e o uso de uma localização ser uma viagem de, pelo menos, um segmento de estrada (8).

19. Método de acordo com uma das reivindicações 1 a 16, caracterizado pelo facto de a localização de um limite (7) e o uso de uma localização ser uma passagem de limite, sendo que os limites num mapa digital (1) estão representados com segmentos de estrada vetorizados (8), compreendendo:

determinar um ponto de interseção ( $T_0$ ) do limite (7) com um segmento de estrada (8) e uma direção de referência ( $R_0$ ) na orientação deste segmento de estrada (8),

sucessivamente projetar vetores ( $v_i$ ), que são determinados entre uma das posições ( $P_i$ ) a partir das mensagens de estado acima mencionadas e o ponto de interseção ( $T_0$ ), na direção de referência ( $R_0$ ), no sentido de obter uma sequência de projeções ( $d_i, d_{i+1}; x^1_i, x^1_{i+1}$ ); e detetar a ultrapassagem de um limite se uma alteração de direção ou sinal ocorrer na sequência de projeções ( $d_i, d_{i+1}; x^1_i, x^1_{i+1}$ ).

20. Método de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo facto de a projeção ocorrer através da formação de produtos vetoriais ( $d_i, d_{i+1}$ ) dos vetores ( $v_i$ ) com a direção de referência ( $R_0$ ) e ser detetada uma passagem de limite na mudança de sinal dos produtos.

21. Método de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo facto de a projeção ocorrer através da transformação dos vetores ( $v^1_i$ ) num sistema de coordenadas local ( $x^1/y^1$ ) com a direção de referência ( $R_0$ ) como eixo  $x(x^1)$  e ser detetada uma passagem de limite na mudança de sinal das suas coordenadas ( $x^1_i, x^1_{i+1}$ ).

22. Método de acordo com uma das reivindicações 19 a 21, caracterizado pelo passo adicional de validação da passagem do limite, quando os valores das projeções estabelecidas na

mudança de direção e/ou de sinal ( $d_i, d_{i+1}; x^1_i, x^1_{i+1}$ ) excedam um mínimo predeterminado (min).

23. Método de acordo com uma das reivindicações 19 a 21, caracterizado pelo passo adicional da validação da passagem do limite, quando as distâncias normais ( $s_i, s_{i+1}; y^1_i, y^1_{i+1}$ ) de ambas as posições estabelecidas antes e depois da mudança de direção e/ou de sinal ( $P_i, P_{i+1}$ ) relativamente à direção de referência ( $R_0$ ) não exceder um máximo predeterminado ( $max_1, max_2, max_3$ ).

24. Radiobaliza (3) para a identificação de um veículo (9) de uso de uma localização predeterminada (5-8), e que transporta uma Onboard-Unit (10), que envia mensagens de estado repetidas (16) por rádio, sendo cada uma indica uma posição atual ( $P_i$ ) da Onboard-Unit (10) e um identificador de rádio (pID) que muda uma ou mais mensagens de estado (16), caracterizada pelo facto de ser concebida, com auxílio de um processador (17) e de um transceptor (18), para receber, pelo menos, uma mensagem de estado (16), a detetar um uso de uma localização através da avaliação (20) de, pelo menos, uma mensagem de estado (16), utilizando a(s) posição(posições) especificada(s) ( $P_i$ ) em relação à localização predeterminada (5-8), a enviar um pedido de identificação (22) às identificações de rádio (pID) a partir da Onboard-Unit (10) atribuível a, pelo menos, uma mensagem de estado (16) e, em seguida, a receber uma identificação única e que permanece consistente ao longo de várias mudanças de identificações de rádio (uID) da Onboard-Unit (25).

25. Radiobaliza de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo facto de ser concebida para receber, pelo menos, duas mensagens de estado (16), para as associar (19) com base nas identificações de rádio especificadas (pID) e

detetar o uso de uma localização do veículo (9) através da avaliação das mensagens de estado associadas (16) com base das posições especificadas ( $P_i$ ) em relação à localização predeterminada (5-8).

26. Radiobaliza de acordo com a reivindicação 24 ou 25, caracterizada pelo facto de conter um certificado de emissor criptográfico (23) e ser concebida para enviar este certificado com o pedido de identificação (22).

27. Onboard-Unit, tendo um processador (12), um recetor de navegação por satélite (11) para determinar a posição e um transceptor (13) para comunicação por rádio, sendo que a Onboard-Unit (10) é concebida para, por meio da ajuda de um transceptor (13), enviar repetidamente mensagens de estado (16) por rádio, que, em cada caso, contém uma posição ( $P_i$ ) determinada pelo recetor de navegação por satélite (11) e um identificador de rádio (pID) da Onboard-Unit (10) que muda de acordo com várias mensagens de estado (16), caracterizada pelo facto de ser ainda concebida para receber, de uma radiobaliza, um pedido de identificação (22) contendo um certificado de emissor criptográfico (23) e atribuído a uma identificação atual (pID) e a validar o certificado de emissor (23) e, se for válido, a enviar (25) à radiobaliza (3), uma identificação única (uID) que permanece consistente ao longo de várias mudanças de identificação de rádio da Onboard-Unit (10).

28. Onboard-Unit de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo facto de as mensagens de estado (16) serem mensagens CAMN de acordo com a norma ITS-G5 ou mensagens BSM para a norma WAVE.

Lisboa, 17 de Novembro de 2014

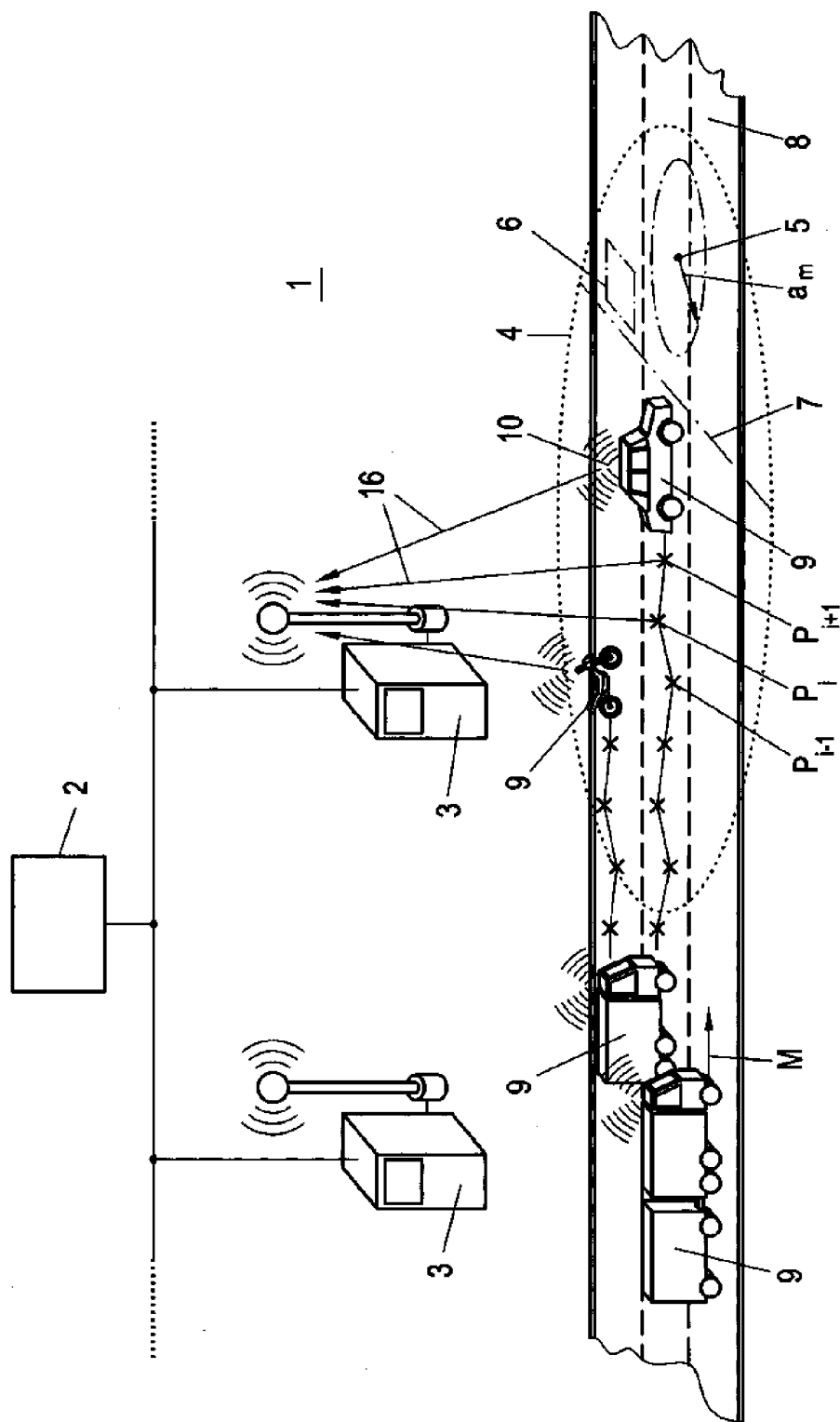


Fig. 1

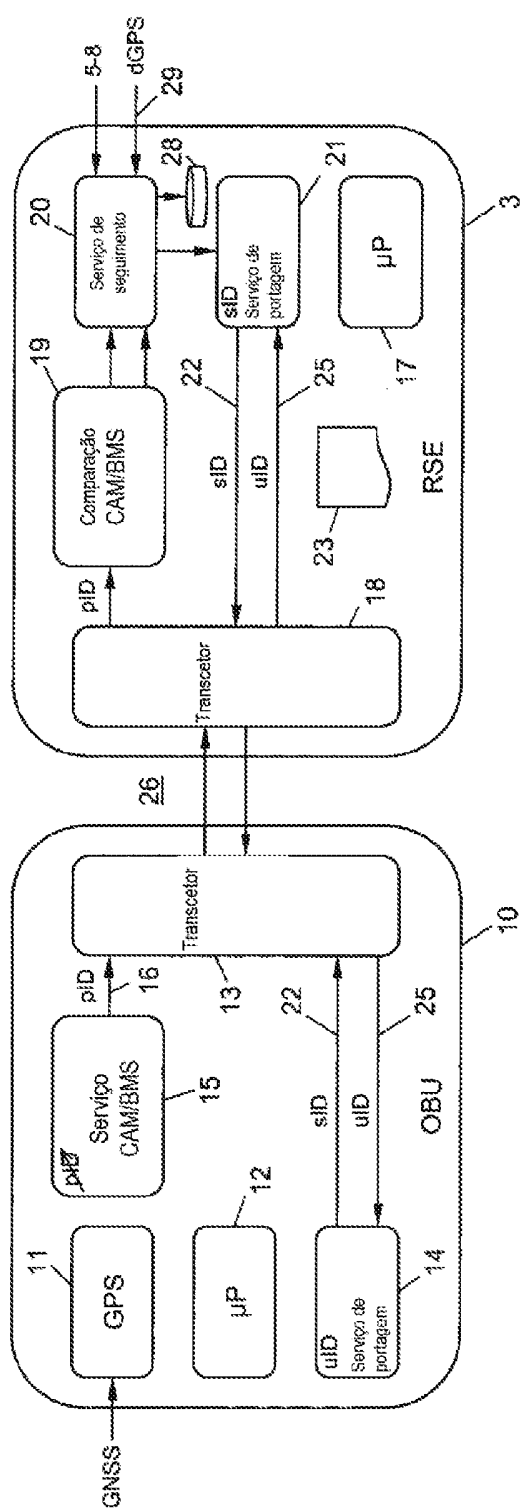


Fig. 2

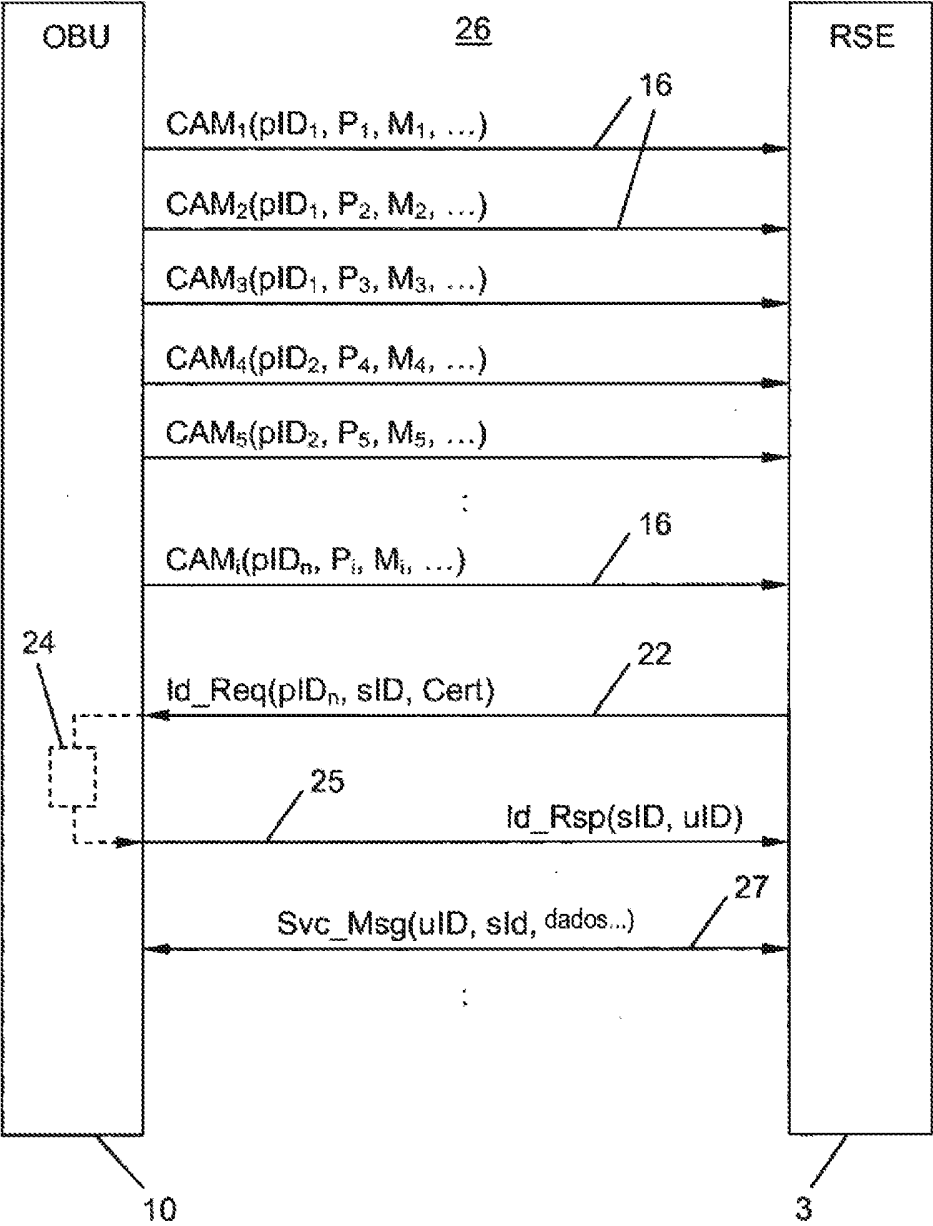


Fig. 3

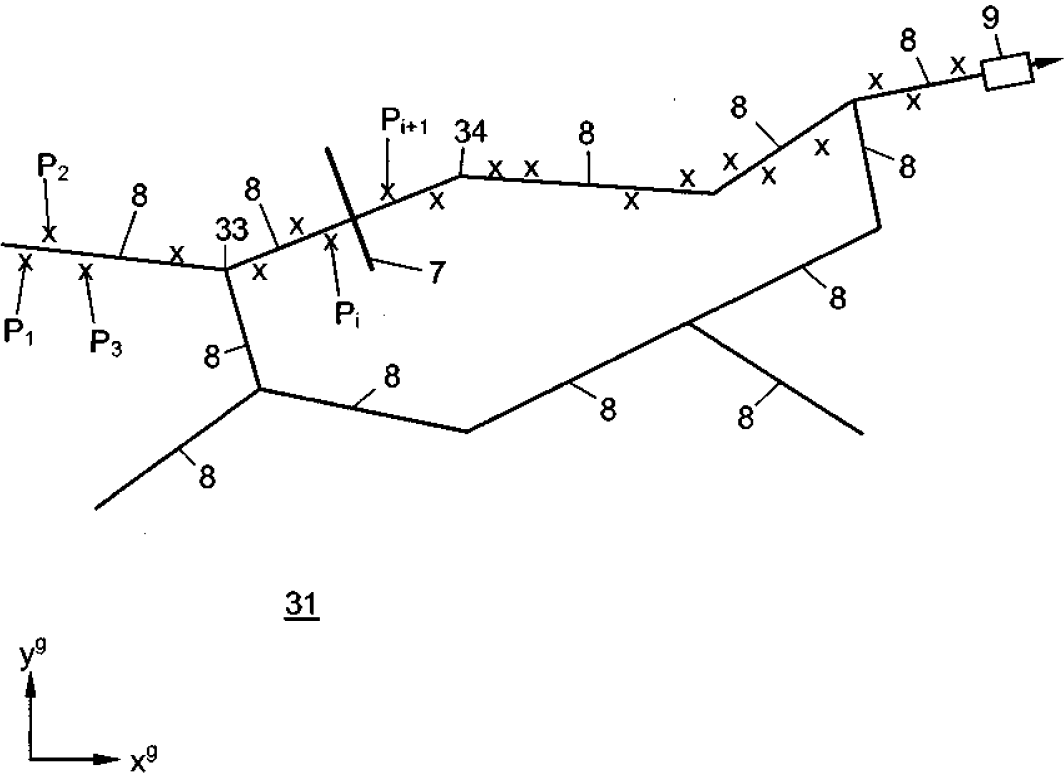


Fig. 4

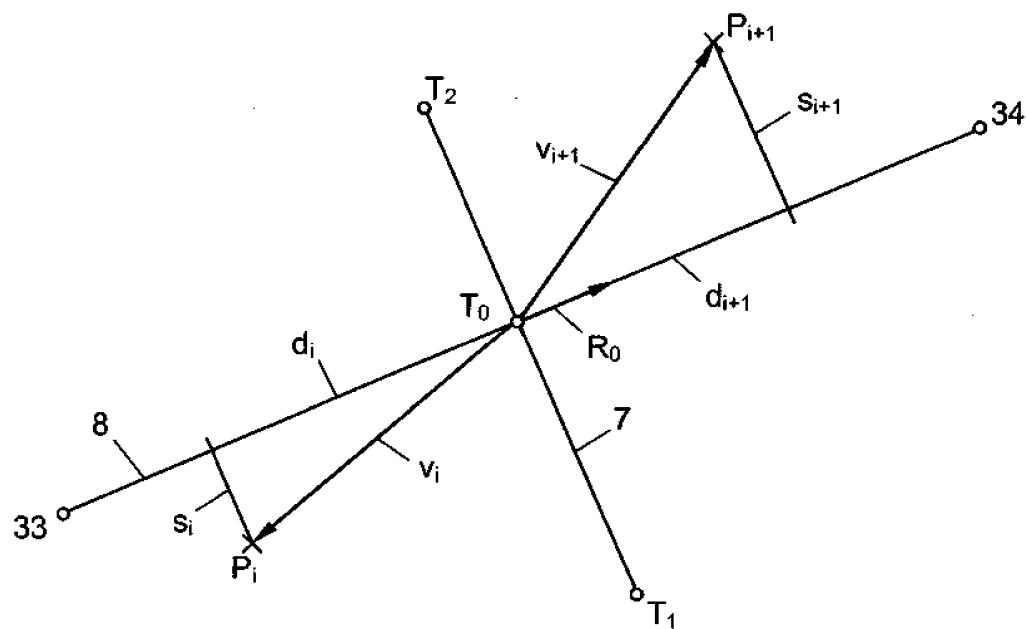


Fig. 5

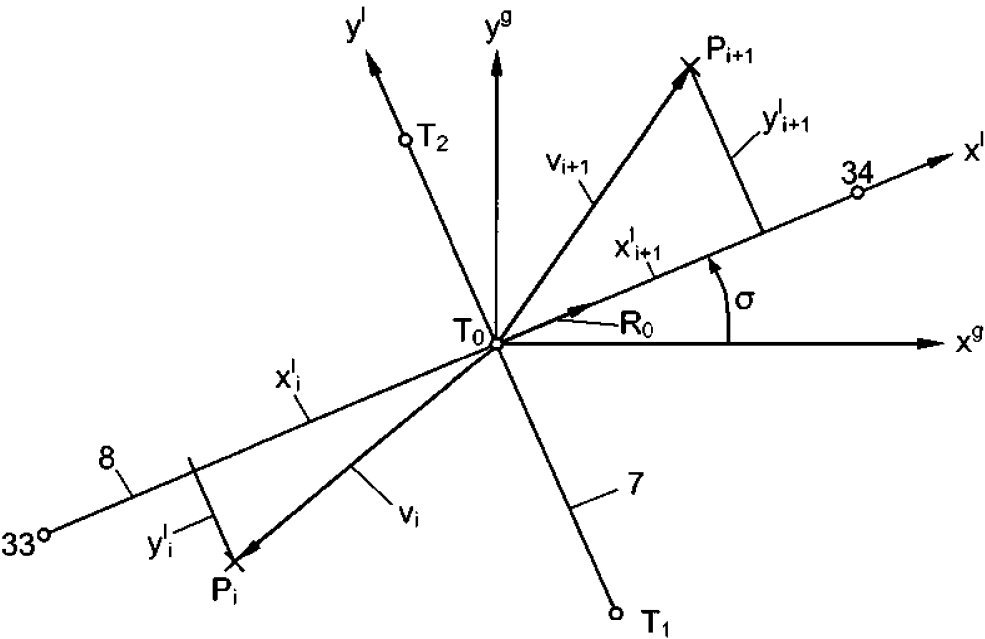


Fig. 6