

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

(22) Data de pedido: 2013.05.13	(73) Titular(es): KAPSCH TRAFFICOM AG AM EUROPLATZ 2 1120 WIEN	AT
(30) Prioridade(s):		
(43) Data de publicação do pedido: 2014.11.19	(72) Inventor(es): OLIVER NAGY	AT
(45) Data e BPI da concessão: 2015.05.06 177/2015	(74) Mandatário: JOÃO LUÍS PEREIRA GARCIA RUA CASTILHO, 167 2º 1070-050 LISBOA	PT

(54) Epígrafe: **DISPOSITIVO E MÉTODO PARA DETERMINAR UMA CARACTERÍSTICA DE UM VEÍCULO**

(57) Resumo:

DISPOSITIVO (1) E MÉTODO PARA DETERMINAR UM ASPECTO CARACTERÍSTICO (M) DE UM VEÍCULO (2) QUE VIAJA SOBRE UMA FAIXA DE RODAGEM (5) COM: UM DETECTOR (8) DIRECCIONADO PARA A FAIXA DE RODAGEM (5), O QUAL SE ENCONTRA REALIZADO PARA MEDIR EM TEMPO ACTUAL (T1) O VECTOR DE MOVIMENTO (3) DO VEÍCULO (2) NUM LOCAL ACTUAL (P1), UMA UNIDADE DE SEGUIMENTO (11) LIGADA AO DETECTOR (8) PARA O CÁLCULO DE UM LOCAL ALVO (P2) DO VEÍCULO (2) NUM TEMPO ALVO (T2) COM BASE NO LOCAL ACTUAL (P1), TEMPO ACTUAL (T1) E VECTOR DE MOVIMENTO (3), UM PRIMEIRO SENSOR DE RADAR (6) LIGADO AO DETECTOR (8) PARA TRANSMITIR UM PRIMEIRO FEIXE DE RADAR (7) DIRECCIONADO PARA O LOCAL ACTUAL (P1), RECEBER UM PRIMEIRO FEIXE DE RADAR (9) REFLECTIDO E DETERMINAR UM PRIMEIRO ESPECTRO DE FREQUÊNCIA (F1) DO MESMO, UM SEGUNDO SENSOR DE RADAR (12) LIGADO À UNIDADE DE AVALIAÇÃO (11) PARA TRANSMITIR UM SEGUNDO FEIXE DE RADAR (13) DIRECCIONADO PARA O LOCAL ALVO (P2) NO TEMPO ALVO (T2), RECEBER UM SEGUNDO FEIXE DE RADAR (14) REFLECTIDO E DETERMINAR UM SEGUNDO ESPECTRO DE FREQUÊNCIA (F2) DO MESMO, E UMA UNIDADE DE AVALIAÇÃO (19) PARA PRODUZIR O ASPECTO CARACTERÍSTICO (M) DO VEÍCULO (2) DOS ESPECTROS DE FREQUÊNCIA (F1, F2) DETERMINADOS.

RESUMO**DISPOSITIVO E MÉTODO PARA DETERMINAR UMA CARACTERÍSTICA DE UM VEÍCULO**

Dispositivo (1) e método para determinar um aspecto característico (M) de um veículo (2) que viaja sobre uma faixa de rodagem (5) com: um detector (8) direccionado para a faixa de rodagem (5), o qual se encontra realizado para medir em tempo actual (t_1) o vector de movimento (3) do veículo (2) num local actual (P_1), uma unidade de seguimento (11) ligada ao detector (8) para o cálculo de um local alvo (P_2) do veículo (2) num tempo alvo (t_2) com base no local actual (P_1), tempo actual (t_1) e vector de movimento (3), um primeiro sensor de radar (6) ligado ao detector (8) para transmitir um primeiro feixe de radar (7) direccionado para o local actual (P_1), receber um primeiro feixe de radar (9) reflectido e determinar um primeiro espectro de frequência (F_1) do mesmo, um segundo sensor de radar (12) ligado à unidade de avaliação (11) para transmitir um segundo feixe de radar (13) direccionado para o local alvo (P_2) no tempo alvo (t_2), receber um segundo feixe de radar (14) reflectido e determinar um segundo espectro de frequência (F_2) do mesmo, e uma unidade de avaliação (19) para produzir o aspecto característico (M) do veículo (2) dos espectros de frequência (F_1 , F_2) determinados.

DESCRIÇÃO

DISPOSITIVO E MÉTODO PARA DETERMINAR UMA CARACTERÍSTICA DE UM VEÍCULO

A presente invenção refere-se a um dispositivo e um método para a determinação de um aspecto característico de um veículo que viaja numa faixa de rodagem. A invenção refere-se ainda a um sistema com pelo menos dois de tais dispositivos.

A determinação do aspecto característico dos veículos é importante para muitas funções no controlo, monitorização e débito de serviços de tráfego. Deste modo os veículos individuais podem ser detectados e, por exemplo, contados ou rastreados automaticamente, com base nas suas características aos mesmos serem atribuídas certas classes de veículos - por exemplo, carro ou caminhão - e serem realizados, controlados e aplicados sistemas de portagem rodoviária ou taxas de estacionamento de tarifas baseados na classe ou classe de restrições de circulação relativos ao veículo.

Para a determinação dos aspectos característicos são usados actualmente principalmente sistemas ópticos, como barreiras fotoeléctricas, scanners a laser (por exemplo, US 2002/0140924 A1) ou câmaras de vídeo. Da EP 2306429 B1 é conhecido um scanner a laser que trabalha de acordo com o processo de corte óptico. Tais sistemas contam com boa visibilidade sendo portanto, fortemente dependentes das condições meteorológicas; em caso de chuva, neve ou nevoeiro falham frequentemente. A óptica das barreiras fotoeléctricas, scanners a laser e câmaras de vídeo requerem também limpeza frequente para ficarem prontos a funcionar.

Em algumas áreas, tais como sistemas de monitorização de fluxo de tráfego também são utilizados actualmente

sistemas de radar, que de um ponto elevado, por exemplo, um mastro da antena próximo de uma auto-estrada, detectam o movimento do tráfego por meio de um radar Doppler e permitem seguir uma imagem de radar. A precisão da medição de tais sistemas de radar é todavia limitada, e a avaliação das velocidades requer elevado esforço computacional para criar a imagem do fluxo de tráfego. Na EP 0 636 900 A2 são utilizados feixes de radar para a medição de velocidade e distância para criar a partir daí uma silhueta do ponto de medição de distância do veículo.

A invenção tem como objectivo proporcionar um dispositivo e um método para a determinação de um aspecto característico de um veículo, que seja menos sensível à perturbação e que necessite de menos manutenção do que os sistemas ópticos conhecidos e que seja mais fácil, mais económico e mais preciso do que os conhecidos sistemas de radar.

Este objectivo é alcançado num primeiro aspecto da invenção com um dispositivo do tipo acima mencionado, com:

um detector posicionado por cima e/ou lateralmente à faixa de rodagem e orientado para a faixa de rodagem, o qual se encontra realizado para medir em tempo actual, num local actual, o vector de movimento do veículo,

uma unidade de seguimento ligada ao detector para cálculo de um local alvo do veículo num tempo alvo com base num local actual, tempo actual e vector de movimento,

um primeiro sensor de radar ligado ao detector para transmitir um primeiro feixe de radar orientado para o local actual, receber de um primeiro feixe de radar reflectido e determinar um primeiro espectro de frequência do mesmo,

um segundo sensor de radar ligado à unidade de seguimento para transmitir um segundo feixe de radar

orientado para o local alvo no tempo alvo, receber um segundo feixe de radar reflectido e determinar um segundo espectro de frequência dos mesmos, e uma unidade de avaliação para gerar o aspecto característico do veículo a partir dos espectros de frequência determinados, em que os espectros de frequência como superfície formam o aspecto característico sobre um plano de frequência/tempo.

A invenção baseia-se nas conclusões dos inventores, de que os espectros de frequência determinados reproduzem aspectos característicos do veículo. O veículo e a sua estrutura de superfície específica, tal como as transições das superfícies da carroçaria para vidro, espelhos retrovisores, antenas, limpa pára-brisas, componentes do escape ou unidades de arrefecimento associadas etc., reflectem respectivamente componentes espectrais específicos dos feixes de radar emitidos, criando, assim, um curso peculiar dos espectros de frequência como um aspecto característico do veículo. Aí, as alterações do primeiro para o segundo espectro de frequências determinadas representam um componente adicional do aspecto característico do veículo. Não é necessária uma interpretação de cada um dos espectros de frequência. A referida área forma como uma "impressão digital" do veículo e pode facilmente - sem mais interpretação dos componentes espectrais do espectro de frequência - ser armazenada, comparada e até mesmo ser avaliada visualmente. Isto reduz claramente o esforço de avaliação em comparação com a conhecida técnica anterior. Os sensores de radar são, comparados com sensores ópticos, também menos susceptíveis a perturbações visuais que ocorrem na circulação rodoviária, bem como à sujidade.

É vantajoso se o feixe de radar do segundo sensor de radar for controlável quanto à direcção. Deste modo o segundo sensor de radar pode ser adaptado facilmente a

diferentes necessidades, por ex. devido à sua aplicação ou no que diz respeito à velocidade do veículo - eventualmente também a via de tráfego escolhida - também podem ser emitidos feixes de radar seguidos em diferentes direcções.

A controlabilidade da direcção do segundo sensor de radar pode ser alcançada por exemplo por pelo menos duas antenas de radar controláveis sequencialmente com diferentes direcções de emissão; alternativamente ou adicionalmente poderia ser utilizada uma antena de radar mecanicamente orientável. Especialmente preferido, o segundo sensor de radar apresenta uma antena de radar com directividade controlável sob a forma de uma matriz de antenas com relação de fase. Deste modo não são necessárias quaisquer peças móveis mecânicas e também nenhuma comutação de uma para outra antena de radar; de acordo com a invenção a taxa de erro é deste modo ainda mais reduzida e aumenta a disponibilidade do dispositivo.

É vantajoso se a unidade de seguimento estiver realizada para calcular pelo menos um outro par local/tempo alvo, o segundo sensor de radar se encontrar realizado para determinar para isso pelo menos um espectro de frequência adicional do modo acima mencionado, e a unidade de avaliação se encontrar adaptada para gerar o aspecto característico de todos os espectros de frequência determinados. Tais espectros de frequência adicionais, que são determinados num veículo em marcha, tornam ainda mais visível o aspecto característico do veículo, em que alterações do espectro da frequência fluem em vários passos.

Numa forma de realização preferida da invenção, o primeiro e o segundo sensor de radar são formados por um sensor de radar comum orientável quanto à direcção, pelo que se economiza um sensor de radar. Numa forma de realização da invenção particularmente simples, o detector pode também ser constituído pelo primeiro sensor de radar,

o qual mede, de preferência com base numa análise de Doppler, o feixe de radar reflectido o vector de movimento em relação à sua velocidade no sentido de marcha da faixa de rodagem. Deste modo não são necessários sensores adicionais para a detecção do local actual e tempo actual do veículo; para a detecção é suficiente nesta forma de realização o reconhecimento de um veículo com base numa avaliação do primeiro feixe de radar reflectido, por exemplo no espectro de frequências. Se nenhum veículo for detectado, então o primeiro sensor de radar pode transmitir, por exemplo em intervalos de tempo regulares, um primeiro feixe de radar orientado para o local actual, até ser detectado um veículo.

É especialmente vantajoso quando o vector de movimento na sua direcção é determinado pelo sentido de marcha da faixa de rodagem, dado que neste caso uma avaliação Doppler já determinada tendo em conta a velocidade do veículo, é determinado um feixe radar reflectido do vector de movimento.

Numa forma de realização particularmente vantajosa da invenção, o dispositivo compreende ainda uma base de dados para gravar aspectos de referência característicos de veículos de referência de classes conhecidas de veículos, sendo que a unidade de avaliação além disso se encontra realizada para comparar o aspecto característico gerado, com os aspectos de referência e, em caso de correspondência, transmitir a classe de veículo do veículo de referência encontrado. Um veículo é assim classificável com base em feixes de radar de espectros de frequência reflectidos, que representam por assim dizer uma "impressão digital" do veículo. Pode ser dispensado um mapeamento de picos individuais nos espectros de frequência, por exemplo em partes ou a aparência global - óptica - do veículo, tal como seria necessário num reconhecimento óptico de imagem; as características de referência podem ser produzidas

através da "aprendizagem" simples, por exemplo gravação do espectro de frequência, de veículos iguais ou semelhantes de classes conhecidas.

Num segundo aspecto a invenção proporciona um sistema que compreende pelo menos dois dos referidos dispositivos, em que os dispositivos se encontram proporcionados afastados um do outro numa ponte que atravessa a faixa de rodagem, e sendo que de preferência pelo menos dois dos dispositivos se encontram orientados para diferentes vias de tráfego. Desta forma podem ser avaliadas por um sistema várias vias de tráfego. No caso de vários dispositivos orientados para uma via de tráfego, podem ser usados os espectros de frequência daquele dispositivo com a instância mais visível ou uma média dos espectros de frequência dos dispositivos, pelo que o sistema se torna menos susceptível a erros, por exemplo devido à escolha imprecisa da faixa de um veículo.

Num terceiro aspecto a invenção proporciona um método para a determinação de um aspecto característico de um veículo que viaja numa faixa de rodagem, que compreende:

transmitir um primeiro feixe de radar orientado para um local actual num tempo actual, receber um primeiro feixe de radar reflectido e determinar de um primeiro espectro de frequência dos mesmos, com

medição simultânea, prévia ou posterior do vector de movimento do veículo no local actual por meio de um detector posicionado acima e/ou ao lado da faixa de rodagem e cálculo de um local alvo do veículo num tempo alvo com base no local actual, tempo actual e vector de movimento;

transmitir um segundo feixe de radar orientado para o local alvo no tempo alvo, receber um segundo feixe de radar reflectido e determinar um segundo espectro de frequência do mesmo; e

gerar o aspecto característico do veículo a partir dos

espectros de frequência determinados, em que os espectros de frequência formam o aspecto característico como superfície sobre um plano de frequência/tempo.

No que diz respeito às vantagens do método de acordo com a invenção na forma de realização anterior é feita referência ao dispositivo.

É especialmente vantajoso quando é calculado pelo menos um outro par de local/tempo alvo, sendo para esse fim determinado pelo menos um outro espectro de frequências na forma referida acima, sendo que o aspecto característico é gerado a partir de todos os espectros de frequência determinados. É vantajoso neste caso se para o cálculo de cada par adicional de local/tempo alvo for medido respectivamente um outro vector de movimento. Deste modo é possível um melhor seguimento do veículo, mesmo com alteração da velocidade e/ou sentido de marcha. Se o seguimento tiver que ser realizado tão simples quanto possível, é assim vantajoso se o vector de movimento em termos da sua velocidade for medido na direcção de marcha da faixa de rodagem por meio de uma avaliação Doppler do feixe de radar reflectido.

É vantajoso se o par local actual/tempo actual for determinado pela detecção do tempo actual de uma parte do veículo num local actual predeterminado, sendo que a parte do veículo é detectada através da comparação do espectro da frequência do primeiro feixe de radar reflectido com o espectro de frequência de referência determinado com a faixa de rodagem vazia. Isto representa um critério de decisão muito simples para detecção de um veículo.

De acordo com uma forma de realização vantajosa da invenção, o método é ainda usado para a classificação de um veículo, em que o aspecto característico gerado é comparado com características de referência de veículos de referência de classes de veículos conhecidos e em caso de concordância

é indicada a classe de veículo do veículo de referência encontrado.

A invenção será pormenorizadamente descrita tomando como referência um exemplo de forma de realização representado nos desenhos anexos. As figuras representam:

Figura 1 dispositivo de acordo com a invenção para a determinação de um aspecto característico de um veículo, numa vista lateral esquemática transversalmente ao sentido da deslocação de uma faixa de rodagem;

Figura 2 diagrama de blocos de um exemplo do dispositivo de acordo com figura 1;

Figura 3 exemplo para um diagrama de frequência/tempo de espectros de frequência, que foram determinados com um dispositivo de acordo com as figuras 1 ou 2; e

Figuras

4a e 4b sistema com vários dispositivos de acordo com as figuras 1 e 2 numa vista de cima (figura 4a) ou uma vista na direcção longitudinal da faixa de rodagem (figura 4b).

Nas figuras 1 e 2 encontra-se um dispositivo 1 para a determinação de um aspecto característico M de um veículo 2, o qual anda com uma velocidade v ao longo de um vector de movimento 3 no sentido de marcha 4 de uma faixa de rodagem 5. Um primeiro sensor de radar 6 do dispositivo 1 emite um primeiro feixe de radar 7, que se encontra orientado para um local actual P_1 , no qual o veículo 2 é detectado por um detector 8. O primeiro feixe de radar 7 é reflectido, pelo menos parcialmente, pelo veículo 2. O primeiro sensor de radar 6 recebe em seguida um primeiro feixe de radar 9 reflectido no veículo 2 e determina um primeiro espectro de frequências F_1 do mesmo de um modo conhecido pelo técnico, por exemplo por meio de transformação Fourier rápida (transformação Fourier rápida, FFT).

O detector 8 detecta não somente um veículo 2 num

local actual P_1 num tempo actual t_1 , mas também mede previamente o vector de movimento 3 do veículo 2, etc., simultaneamente com ou após a emissão do primeiro feixe de radar 7. Para isso o detector 8 pode, por exemplo, num local actual P_1 apresentar células fotoeléctricas que correm a uma altura adequada transversalmente sobre a faixa de rodagem 5 (não representada) ou ser realizado como um sensor laser ou de radar separado. O detector 8 pode estar direccionado fixo dirigido para o local actual P_1 real e, assim, detectar neste o surgimento de um veículo 2, medir neste caso o tempo actual t_1 do surgimento e detectar o par local/tempo actual P_1, t_1 ; alternativamente o detector 8 pode por exemplo estar realizado como scanner a laser da faixa de rodagem e assim gravar o local de detecção de um veículo 2 juntamente com o momento de detecção como par local/tempo actual P_1, t_1 .

No exemplo da figura 1, o detector 8 é formado pelo primeiro sensor de radar 6 propriamente dito, que determina o par local/tempo actual P_1, t_1 pela detecção do tempo actual t_1 de uma parte do veículo 2 num local actual P_1 predeterminado, para o qual o primeiro sensor de radar 6 se encontra fixamente direccionado. A parte do veículo - aqui uma parte do escape 10 que se ergue para cima - é detectada neste exemplo através da comparação do espectro da frequência F_1 do primeiro feixe de radar 7 reflectido com um espectro de frequência de referência determinado com a faixa de rodagem 5 vazia.

A fim de realizar a detecção de aspecto característicos M de um veículo 2, é útil uma escolha de frequência apropriada do sistema de radar, sendo que é muito vantajoso um radar de banda larga, por exemplo radar UWB (Ultra Wide Band). Os aspectos característicos na forma de objectos de veículos especiais (por exemplo, estruturas, partes da carroçaria, etc.) são aqui uma base para a escolha adequada da gama de frequências, cujas dimensões

mecânicas correspondem ao comprimento de onda (ou seus múltiplos) do feixe do radar.

O dispositivo 1 mede o vector de movimento 3 de acordo com a figura 1, por exemplo por meio de uma avaliação de Doppler do primeiro feixe de radar reflectido 9, etc. no que se refere à sua velocidade v no pressuposto da direcção de marcha 4 da faixa de rodagem 5 como sentido de movimento do veículo 2. Alternativamente o dispositivo 1 poderia determinar o vector de movimento 3 de outros modos conhecidos, por exemplo da medição de pelo menos duas posições e momentos sucessivos de veículos.

Uma unidade de seguimento 11 ligada ao detector 8 calcula, baseado no local actual P_1 , tempo actual t_1 e vector de movimento 3 do veículo 2, um local alvo P_2 , no qual o veículo 2 devia estar localizado num tempo alvo t_2 igualmente calculado. Para este cálculo o dispositivo 1 pode ter limites da gama, dentro dos quais se devem encontrar neste cálculo o local alvo P_2 e/ou o tempo alvo t_2 correspondentes.

Neste ponto um segundo sensor de radar 12, ligado à unidade de seguimento 11, envia um segundo feixe de radar 13 orientado para o local alvo P_2 no tempo alvo t_2 , recebe um segundo feixe de radar 14 reflectido pelo veículo 2 e determina um segundo espectro de frequência F_2 dos mesmos. Se desejado, a unidade de seguimento 11 pode calcular pares de locais/tempo alvo P_i, t_i ($i = 3, 4, 5, \dots$) adicionais, sendo que para o cálculo de cada par adicional de local/tempo alvo P_i, t_i para elevar a precisão, pode ser medido opcionalmente respectivamente um vector de movimento 3 adicional do veículo 2; o segundo sensor de radar 12 envia depois também, tal como apresentado na figura 1, feixes de radar adicionais 13' ou recebe segundos feixes de radar 14' adicionais reflectidos e determina espectros de frequências adicionais F_i ($i = 3, 4, 5, \dots$) dos mesmos.

Tal como é conhecido do estado da técnica, os sensores de radar 6, 12 enviam os seus feixes de radar 7, 13, 13' através de antenas de radar 15, 16 com respectivamente características direccionais 17 em forma de lobo de radiação, sendo que os eixos centrais dos lobos de transmissão principais 17 são considerados como direcções de emissão principal 18 direccionadas para os posições reais ou locais de referência P_j ($j = 1, 2, 3, \dots$), ver figura 1. O ângulo de abertura ou agregação de um lobo de transmissão 17 depende da directividade da respectiva antena 15, 16, que também é definida pelo assim denominado "ganho da antena". Quanto mais forte for a directividade das antenas de radar 15, 16, mais energia de radar se encontra na direcção de transmissão principal 18 e mais pronunciadas emergem partes individuais do veículo atingidas pelos feixes de radar emitidos 7, 13, 13' nos espectros de frequência F_j ($j = 1, 2, 3, \dots$). Por outro lado quanto menor a directividade do lobo de transmissão 17, ou seja, quanto menor o ganho da antena, maior é a diversidade esperada nos picos de amplitude que surgem nos espectros de frequência F_j .

Vantajosamente, na escolha de directividade da antena, uma largura de abertura do feixe maior encontra-se transversalmente à faixa de rodagem 5 e uma largura de abertura do feixe menor encontra-se longitudinalmente à faixa de rodagem 5.

Para orientação do segundo feixe de radar 13 para vários locais de referência P_2 , o segundo feixe de radar 13 do segundo sensor de radar 12 pode ser controlado quanto à direcção, em especial quando são calculados pares adicionais de locais/tempo alvo P_i, t_i e para isso devem ser determinados espectros de frequência adicionais F_i . Para isso o segundo sensor de radar 12 pode apresentar várias antenas de radar 16 controladas sequencialmente e orientadas para direcções diferentes ou ser ajustável

mecanicamente uma segunda antena de radar 16.

No presente exemplo de forma de realização, a segunda antena de radar 16 apresenta uma directividade controlável, que é formada por uma matriz de antenas com relação de fase. Entende-se que também o primeiro feixe de radar 7 do primeiro sensor de radar 6 pode ser controlado quanto à direcção. Além disso podem, se desejado, o primeiro e o segundo sensor de radar 6, 12 serem formados por um sensor de radar 12 orientável quanto à direcção comum (não representado).

Voltando à figura 2, uma unidade de avaliação 19 gera o aspecto característico M do veículo 2 a partir do primeiro e do segundo espectro de frequências F_1 , F_2 e possíveis espectros de frequência F_i , que dizer a partir de todos os espectros de frequência F_j adicionais.

Como aspectos característicos M do veículo 2 podem assim ser utilizados espectros de frequência F_j de todo o veículo 2 ou partes de sua estrutura de superfície, por exemplo um ou vários acessórios característicos do veículo 2, tal como o referido escape 10, uma unidade de arrefecimento 20, espelho retrovisor 21, amortecedor 22, faróis 23, deflectores 24 ou a sua grelha de arrefecimento 25. Em termos gerais os espectros de frequência F_j representam directamente ou na forma processada o aspecto característico M do veículo 2. Em princípio, para além da frequência pode ser utilizada também a polarização dos feixes de radar 7, 9, 13, 14, 14' para determinar o aspecto característico M.

No exemplo da figura 3, os espectros de frequências F_j determinados são aplicados como superfície 26 sobre o plano de frequência/tempo f/t . A superfície 26 forma, assim no geral, o aspecto característico M do veículo 2 e, assim, simultaneamente uma "impressão digital" característica do veículo 2. Na ilustração da figura 3 vê-se que devido ao seguimento do veículo 2 e da formação e aplicação de vários

espectros de frequência F_j o aspecto característico M do veículo 2 é codeterminado através da alteração temporal dos espectros de frequência F_j . Com base no andamento temporal, diferentes veículos 2 que em perspectivas individuais apresentam espectros de frequência F_j semelhantes, podem ser contudo diferenciados e serem evitados erros na determinação do aspecto característico M de um veículo 2. O andamento temporal dos espectros de frequência F_j representa uma assinatura de radar espacial a partir de diferentes ângulos de imagem de um aspecto característico M .

A superfície 26 representada na figura 3 é determinada e definida pelas amplitudes A dos espectros de frequência F_j ; em alternativa ou adicionalmente podem ser todavia consideradas e aplicadas as fases dos espectros de frequência F_j . Do mesmo modo poderiam ser formados, tal como indicado na figura 3, os espectros de frequência F_j e a área 26 dependendo de um ângulo de emissão α medido em relação à direcção de emissão principal 18 do primeiro feixe 7 ou locais actuais e de referência P_j em vez do tempo t , por exemplo quando velocidades v altamente variáveis de um veículo 2 resultassem numa resolução irregular ou uma distorção da superfície 26.

Quando desejado, podem ser armazenados espectros de frequência F_j , por exemplo sob a forma de superfícies 26, numa base de dados opcional 27 do dispositivo 1 como características de referência M_{Ref} de veículos de referência. Se a estes veículos de referência forem atribuídos determinadas categorias de veículos C , então a unidade de avaliação 19 pode comparar o aspecto característico M gerado de um veículo 2 com as características de referência M_{Ref} da base de dados 27 numa fase de classificação 28 e, em caso de correspondência, transmitir a classe de veículo C do veículo de referência encontrado para o veículo 2, ou seja, classificar o veículo

2.

De acordo com os exemplos nas figuras 4a e 4b podem ser combinados vários dos dispositivos 1 - aqui 1a, 1b, 1c, 1d - num sistema 29. Neste exemplo os dispositivos 1a, 1b, 1c, 1d encontram-se posicionados distanciados um do outro numa ponte 30 que atravessa a faixa de rodagem 5, sendo que dois dispositivos 1a, 1b se encontram orientados para uma via de tráfego 31a e os dois outros dispositivos 1c e 1d se encontram orientados para a via de tráfego 31b vizinha.

Tal como mostrado na figura 4a, as direcções de emissão principais 18 podem apresentar num plano transversal ao sentido de marcha 4 em relação a uma perpendicular 32 para a faixa de rodagem 5 diferentes e, quando desejado, até ângulos β variáveis. Além disso os dispositivos 1a, 1b, 1c, 1d podem estar ligados entre si através de uma ligação de dados 33 e a uma unidade de cálculo 34. A unidade de cálculo 34 poderia gravar os aspectos característicos M dos veículos 2 ou resultados de classificação C opcionais e/ou transmitir para uma estação central, por exemplo, um sistema de portagens de estrada (não representado). Além disso podem ser entregues, se desejado, as tarefas individuais do detector 8, da unidade de seguimento 11 assim como dos sensores de radar 6, 12, e da unidade de avaliação 19 à unidade de cálculo 34, que, neste caso, pode executar estas tarefas, por exemplo o seguimento ou uma análise espectral, central para todos os dispositivos 1a, 1b, 1c, 1d.

Deverá ser entendido que a faixa de rodagem 5 das figuras 4a e 4b pode também ter mais do que duas vias e/ou as vias de tráfego 31a, 31b podem ter diferentes direcções de andamento 4 uma da outra. Também podem ser utilizados um ou mais de dois dispositivos 1 para cada via de tráfego 31a, 31b e estes, se desejado, estarem proporcionados ao lado da faixa de rodagem 5 ou antes ou depois de uma curva, mesmo no alinhamento da faixa de rodagem 5, enquanto

puderem ser emitidos feixes de radar 7, 13, 13' para um veículo 2 de passagem.

A invenção não se encontra limitada às formas de realização representadas, mas sim inclui todas as variantes, modificações e combinações das medidas apresentadas, que se encontram dentro do âmbito das reivindicações anexas.

DOCUMENTOS REFERIDOS NA DESCRIÇÃO

Esta lista de documentos referidos pelo autor do presente pedido de patente foi elaborada apenas para informação do leitor. Não é parte integrante do documento de patente europeia. Não obstante o cuidado na sua elaboração, o IEP não assume qualquer responsabilidade por eventuais erros ou omissões.

Documentos de patente referidos na descrição

- US 20020140924 A1 [0003]
- EP 2306429 B1 [0003]
- EP 0636900 A2 [0004]

Lisboa, 27 de Julho de 2015

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo para a determinação de um aspecto característico (M) de um veículo (2) que viaja numa faixa de rodagem (5), com:

um detector (8) posicionado por cima e/ou lateralmente à faixa de rodagem (5) e orientado para a faixa de rodagem (5), e configurado para medir em tempo actual (t_1) o vector de movimento (3) do veículo (2) num local actual (P_1),

uma unidade de seguimento (11) ligada ao detector (8) para o cálculo de um local alvo (P_2) do veículo (2) num tempo alvo (t_2) com base no local actual (P_1), tempo actual (t_1) e vector de movimento (3),

um primeiro sensor de radar (6) ligado ao detector (8) para transmitir um primeiro feixe de radar (7) orientado para o local actual (P_1), receber um primeiro feixe de radar (9) reflectido e determinar um primeiro espectro de referência (F_1) do mesmo,

um segundo sensor de radar (12) ligado à unidade de seguimento (11) para transmitir um segundo feixe de radar (13) direccionado para o local alvo (P_2) no tempo alvo (t_2), receber um segundo feixe de radar (14) reflectido e determinar um segundo espectro de frequência (F_2) do mesmo, e

uma unidade de avaliação (19) para gerar o aspecto característico (M) do veículo (2) a partir dos espectros de frequência (F_1 , F_2) determinados, **caracterizado por** os espectros de frequência (F_j) formarem o aspecto característico (M) como superfície (26) sobre um plano de frequência/tempo.

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** a orientação do feixe do radar (13) do segundo sensor de radar (12) poder ser controlada.

3. Dispositivo de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado por** o segundo sensor de radar (12) apresentar uma antena de radar (16) com directividade controlável na forma de uma matriz de antenas com relação de fase.

4. Dispositivo de acordo com as reivindicações 2 ou 3, **caracterizado por** a unidade de seguimento (11) se encontrar realizada para calcular pelo menos um par adicional de locais/tempo alvo (P_i, T_i), por o segundo sensor de radar (12) se encontrar, para este efeito, realizado para determinar pelo menos um espectro de frequência (F_i) adicional do modo referido, e por a unidade de avaliação (19) se encontrar realizada para gerar o aspecto característico (M) a partir de todos os espectros de frequência (F_j) determinados.

5. Dispositivo de acordo com qualquer das reivindicações 2 a 4, **caracterizado por** o primeiro e o segundo sensores de radar (6, 12) serem formados por um sensor de radar (12) comum orientável quanto à direcção.

6. Dispositivo de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 5, **caracterizado por** o detector (8) ser formado pelo primeiro sensor de radar (6), o qual mede de preferência, com base numa análise de Doppler do feixe de radar (9) reflectido a velocidade (v) do vector de movimento (3) no sentido de marcha (4) da faixa de rodagem (5).

7. Dispositivo de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 6, **caracterizado por** compreender adicionalmente:

uma base de dados (27) para gravar aspectos de referência característicos (M_{Ref}) de veículos de referência de classes conhecidas de veículos (C), sendo que a unidade de avaliação (19) além disso se encontra realizada para comparar o aspecto

característico (M) gerado com os aspectos de referência (M_{Ref}) e, em caso de correspondência, transmitir a classe de veículo (C) do veículo de referência encontrado.

8. Sistema, que compreende pelo menos dois dispositivos de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 7, **caracterizado por** os dispositivos (1a, 1b, 1c, 1d) se encontrarem proporcionados afastados um do outro numa ponte (30) que atravessa a faixa de rodagem (5), sendo que de preferência pelo menos dois dos dispositivos (1a, 1b, 1c, 1d) se encontram orientados para diferentes vias de tráfego (31a, 31b).

9. Método para a determinação de um aspecto característico (M) de um veículo (2) que viaja numa faixa de rodagem (5), caracterizado por compreender:

transmitir um primeiro feixe de radar (7) orientado para uma local actual (P_1) num tempo actual (t_1), receber um primeiro feixe de radar (9) reflectido e determinar um primeiro espectro de frequência (F_1) do mesmo, com medição simultânea, prévia ou posterior do vector de movimento (3) do veículo (2) no local actual (P_1) por meio de um detector (8) posicionado acima e/ou lateralmente à faixa de rodagem (5) e calcular um local alvo (P_2) do veículo (2) num tempo alvo (t_2) com base no local actual (P_1), tempo actual (t_1) e vector de movimento (3);

transmitir um segundo feixe de radar (13) direccionado para o local alvo (P_2) no tempo alvo (t_2), receber um segundo feixe de radar (14) reflectido e determinar um segundo espectro de frequência (F_2) do mesmo, e gerar o aspecto característico (M) do veículo (2) a partir dos espectros de frequência (F_1 , F_2) determinados, caracterizado por os espectros de

frequência (F_j) formarem o aspecto característico (M) como uma superfície (26) sobre um plano de frequência/tempo.

10. Método de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado por** ser calculado pelo menos um par adicional de locais/tempo alvo (P_i, t_i) e para isso ser determinado pelo menos um outro espectro de frequências (F_i) na forma referida acima, sendo que o aspecto característico (M) é gerado a partir de todos os espectros de frequência (F_j).

11. Método de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado por**, para o cálculo de cada par de local/tempo alvo adicional (P_i, t_i) ser medido respectivamente um vector de movimento (3) adicional.

12. Método de acordo com qualquer das reivindicações 9 a 11, **caracterizado por** a velocidade (v) do vector de movimento (3) ser medido no sentido de marcha (4) da faixa de rodagem (5) com base numa avaliação de Doppler do feixe de radar (14, 14') reflectido.

13. Método de acordo com qualquer das reivindicações 9 a 12, **caracterizado por** o par local actual/tempo actual (P_1, t_1) ser determinado pela detecção do tempo actual (t_1) de uma parte (10, 20, 21, 22, 23, 24, 25) do veículo (2) num local actual (P_1) predeterminado, sendo que a parte do veículo (10, 20, 21, 22, 23, 24, 25) é detectado através da comparação do espectro da frequência (F_1) do primeiro feixe de radar (9) reflectido com um espectro de frequência de referência determinado com a faixa de rodagem (5) vazia.

14. Método de acordo com qualquer das reivindicações 9 a 13, além disso para a classificação de um veículo (2), **caracterizado por** o aspecto característico (M) gerado ser

EP2804014B1

comparado com características de referência (M_{Ref}) de veículos de referência de classes de veículos (C) conhecidos e, em caso de correspondência, ser indicada a classe de veículo (C) do veículo de referência correspondente

Lisboa, 27 de Julho de 2015

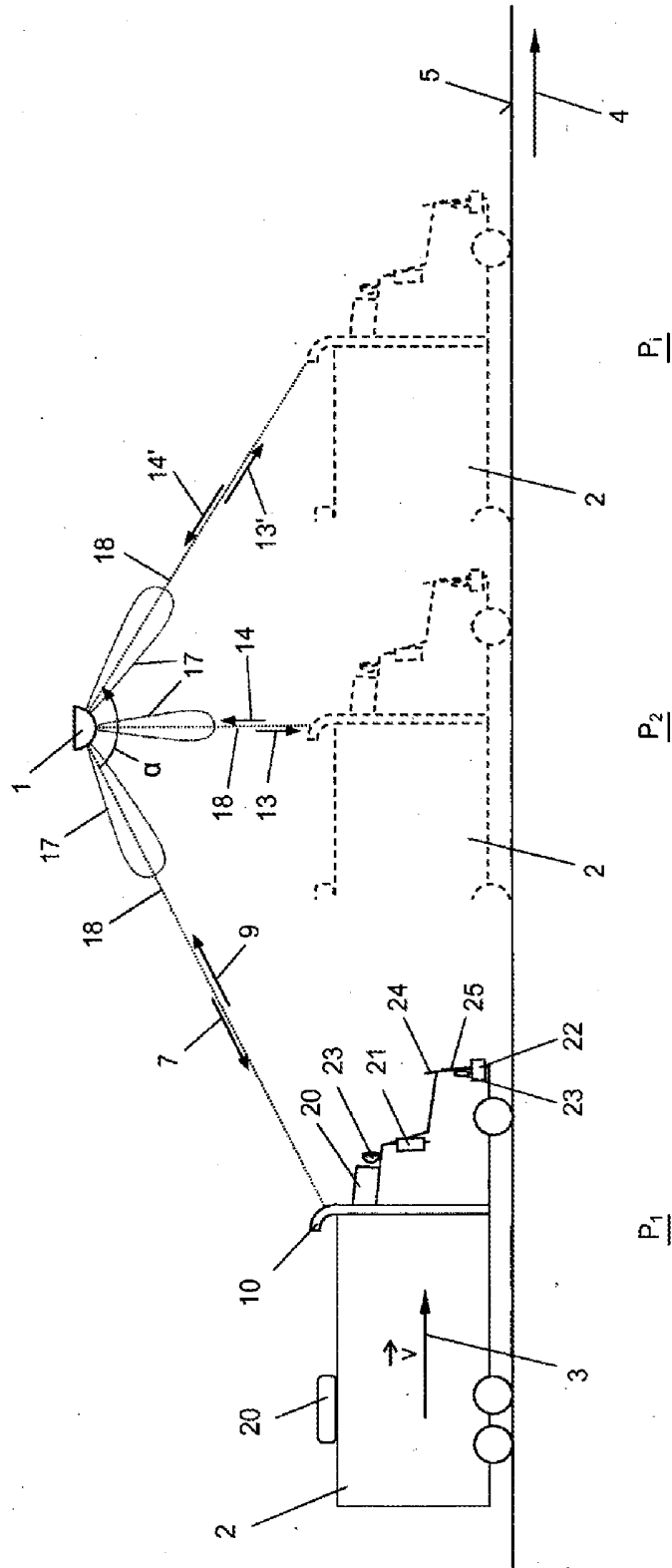


Fig. 1

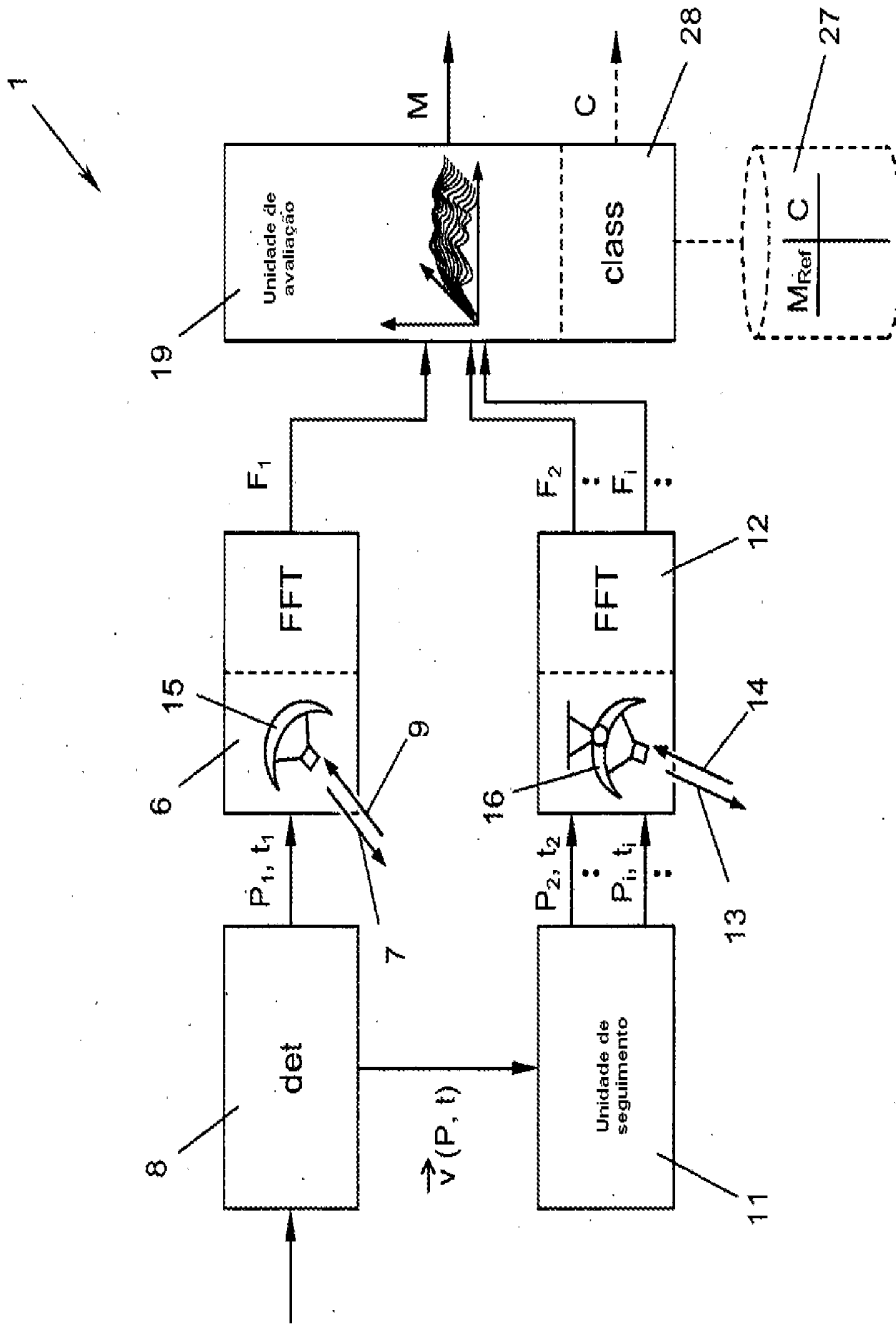


Fig. 2

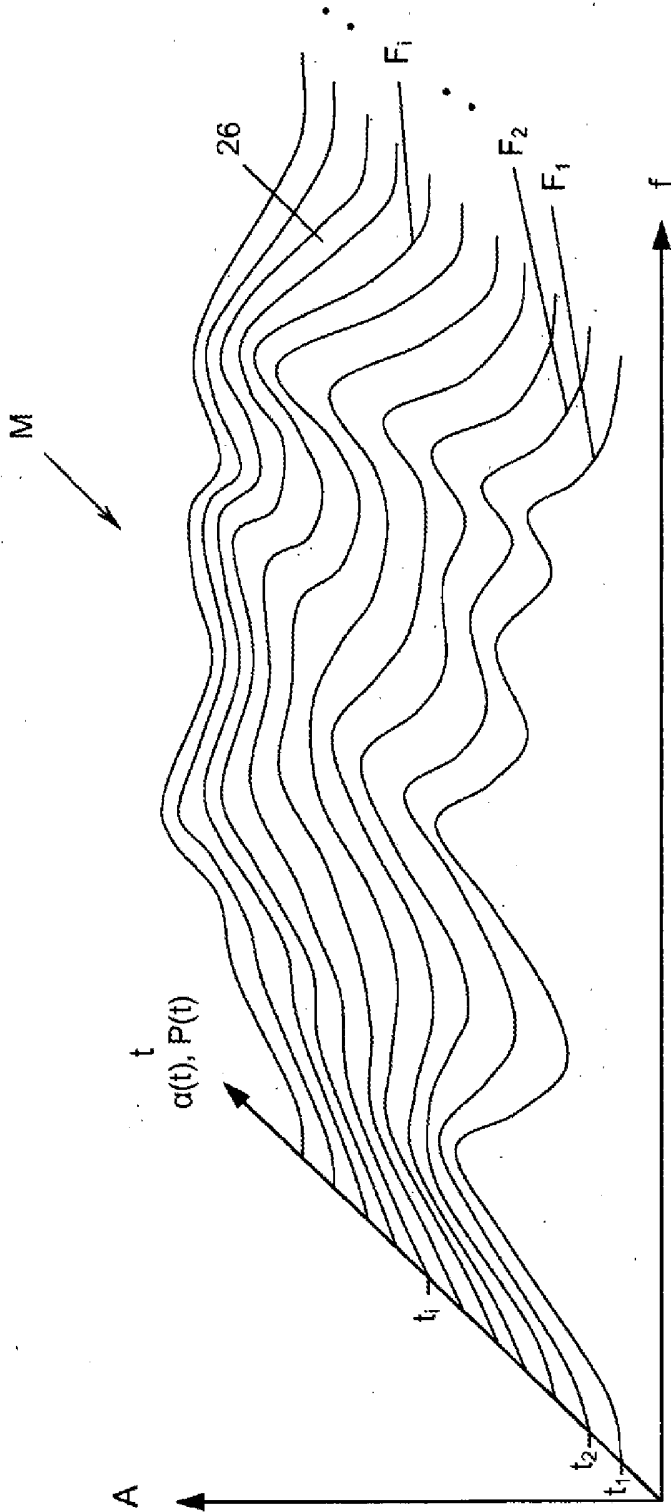


Fig. 3

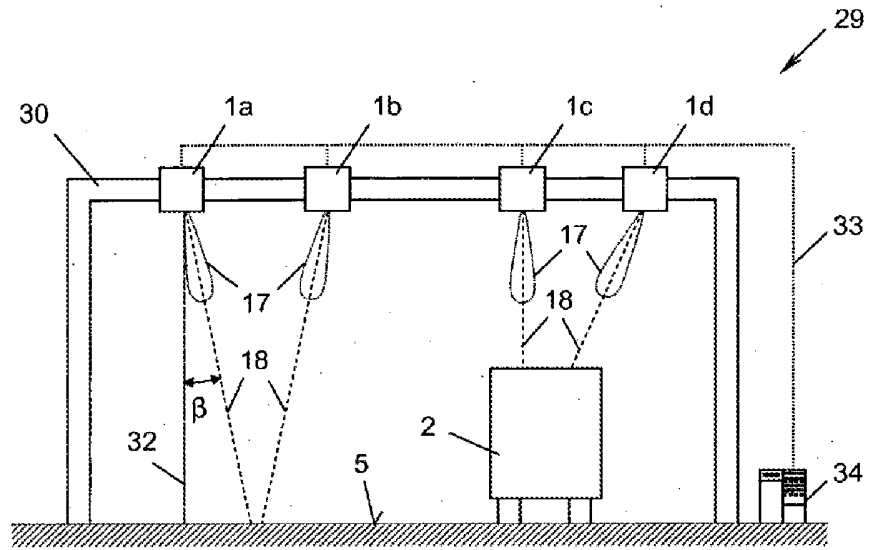


Fig. 4a

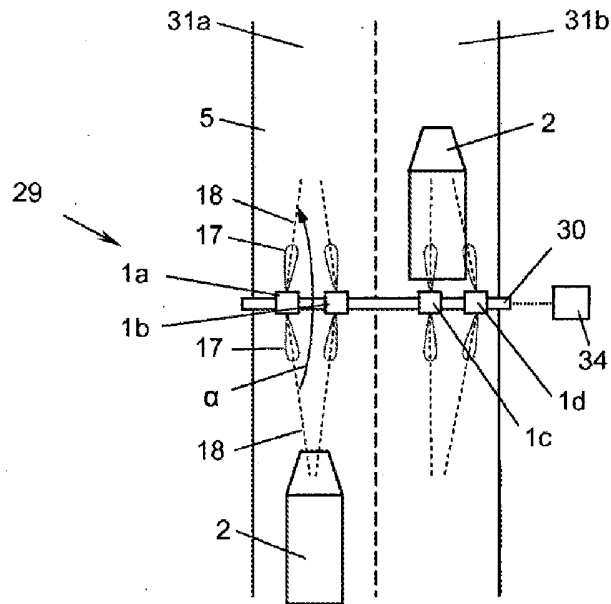


Fig. 4b