(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
19 avril 2018 (19.04.2018)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/069059 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G01C 21/00 (2006.01) *G08G 1/133* (2006.01)
G01C 21/26 (2006.01) *G01C 21/30* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2017/074713

(22) Date de dépôt international :
28 septembre 2017 (28.09.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1659939 13 octobre 2016 (13.10.2016) FR

(71) Déposant : **VALEO SCHALTER UND SENSOREN GMBH** [DE/DE] ; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).

(72) Inventeurs : **JO, Kichun** ; C/o Valeo Comfort and Driving Assistance, 76, rue Auguste Perret - ZI Europarc, 94046 Créteil Cedex (FR). **RESENDE, Paulo** ; C/o Valeo Comfort and Driving Assistance, 76 rue Auguste Perret - ZI Europarc, 94046 Créteil Cedex (FR). **BRADAI, Benazouz** ; C/o Valeo Comfort and Driving Assistance, 76, rue Auguste Perret - ZI Europarc, 94046 Créteil Cedex (FR). **HEITZMANN, Thomas** ; C/o Valeo Comfort and Driving Assistance, 76 rue Auguste Perret - ZI Europarc, 94046 Créteil Cedex (FR). **GARNAULT, Alexandre** ; C/o Valeo Comfort and Driving Assistance, 76, rue Auguste Perret - ZI Europarc, 94046 Créteil Cedex (FR).

(54) **Title:** DEVICE AND METHOD FOR LOCATING A VEHICLE

(54) **Titre :** DISPOSITIF ET PROCÉDÉ DE LOCALISATION D'UN VÉHICULE

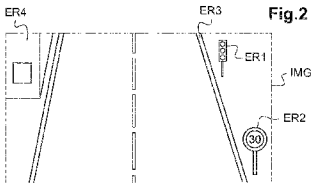


Fig.2

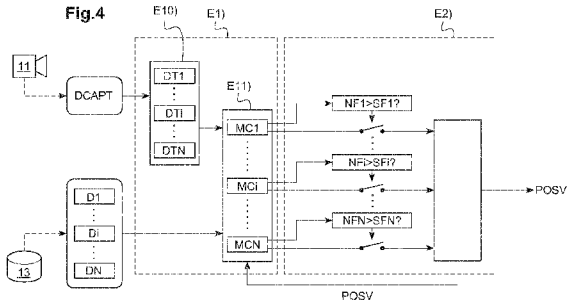


Fig.4

(57) **Abstract:** The invention relates to a location device designed to be installed in a vehicle, the location device comprising a sensor (11) and an electronic processing unit programmed for: - matching data (DT1), obtained by means of said sensor and representing a road environment of the vehicle, with data (D1) relating to the position of at least one significant element (ER1, ER2, ER4) located in said road environment and that is pre-recorded in a storage unit (13) of the electronic processing unit; - determining a reliability level (NF1) of said significant element as a function of the result of said matching operation; and - determining a position (POSV) of the vehicle using the result of said matching operation only if the reliability level (NF1) of the corresponding significant element is greater than a given reliability threshold (SF1). The invention further relates to an associated location method.

WO 2018/069059 A1

[Suite sur la page suivante]

(74) **Mandataire : DELPLANQUE, Arnaud** ; C/o Valeo Comfort and Driving Assistance, Propriété Intellectuelle, 76, rue Auguste Perret - ZI Europarc, 94046 Créteil Cedex (FR).

(81) **États désignés** *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif de localisation adapté à être installé dans un véhicule, le dispositif de localisation comprenant un capteur (11) et une unité de traitement électronique programmée pour : - mettre en correspondance des données (DT1) représentatives d'un environnement routier du véhicule, obtenues au moyen dudit capteur, avec des données (D1) relatives au positionnement d'au moins un élément remarquable (ER1, ER2, ER4) situé dans cet environnement routier, préenregistrées dans une unité de mémorisation (13) de l'unité de traitement électronique, - déterminer un niveau de fiabilité (NF1) de cet élément remarquable en fonction du résultat de ladite mise en correspondance, et pour - déterminer une position (POSV) du véhicule en utilisant le résultat de ladite mise en correspondance seulement si le niveau de fiabilité (NF1) de l'élément remarquable correspondant est supérieur à un seuil de fiabilité (SF1) donné. L'invention concerne également un procédé de localisation associé.

Dispositif et procédé de localisation d'un véhicule

DOMAINE TECHNIQUE AUQUEL SE RAPPORTE L'INVENTION

La présente invention concerne un dispositif de localisation adapté à être installé dans un véhicule.

Elle concerne plus particulièrement un dispositif de localisation permettant de déterminer une position de ce véhicule le long d'un réseau de voies de circulation.

L'invention concerne également un procédé de localisation mis en œuvre dans un tel dispositif.

Elle s'applique de manière particulièrement intéressante dans un véhicule automobile.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

De plus en plus de véhicules automobiles sont équipés d'un dispositif de localisation de type GPS et/ou GMS (selon les acronymes anglo-saxons de « Global Positioning System » et de « Global System for Mobile communication »), permettant de déterminer une position du véhicule le long d'un réseau de voies de circulation.

Il est connu également, pour déterminer une telle position, de mettre en correspondance :

- des données, préenregistrées dans une unité de mémorisation du véhicule, relatives au positionnement d'éléments remarquables, tels que des feux ou des panneaux de signalisation routière, situés sur ce réseau de voies de circulation, avec
- une image capturée par une caméra frontale équipant le véhicule,

puis de déterminer la position du véhicule en fonction de cette mise en correspondance.

Mais, lorsque l'un des éléments remarquables de l'environnement routier du véhicule a été déplacé, à l'occasion de travaux routiers par exemple, lesdites données représentatives de son positionnement, stockées dans l'unité de mémorisation du dispositif de localisation, peuvent ne plus correspondre fidèlement à la position réelle de cet élément remarquable. La mise en correspondance mentionnée ci-dessus peut alors conduire à une détermination erronée, ou tout du moins imprécise, de la position du véhicule.

Par ailleurs, l'un des éléments remarquables situé dans l'environnement routier du véhicule peut être masqué partiellement, par exemple par des végétaux, des passants, ou d'autres véhicules. Cet élément se prête alors mal à une telle mise en correspondance, dont il risque de dégrader la précision.

OBJET DE L'INVENTION

Dans ce contexte, l'invention propose un dispositif de localisation adapté à être installé dans un véhicule, le dispositif de localisation comprenant :

- un capteur, et
- une unité de traitement électronique comportant une unité de mémorisation dans laquelle sont stockées des données relatives au positionnement d'éléments remarquables situés sur, ou à proximité d'un réseau de voies de circulation,

caractérisé en ce que l'unité de traitement est programmée pour :

E1) pour au moins l'un desdits éléments remarquables situé dans un environnement routier du véhicule :

- mettre en correspondance les données relatives au positionnement de cet élément remarquable, fournies par l'unité de mémorisation, avec des données représentatives de l'environnement routier du véhicule obtenues au moyen dudit capteur, et
- déterminer un niveau de fiabilité de cet élément remarquable, en fonction du résultat de ladite mise en correspondance, et pour

E2) déterminer une position du véhicule en utilisant le résultat de ladite mise en correspondance seulement si ledit niveau de fiabilité est supérieur à un seuil de fiabilité donné.

Grâce à l'invention, la position du véhicule est déterminée en se basant sur ceux des éléments remarquables permettant effectivement de réaliser une telle mise en correspondance de manière fiable et précise.

Ainsi, l'un des éléments remarquables :

- pour lequel les données stockées dans l'unité de mémorisation du dispositif de localisation ne seraient pas fiables, par exemple parce que cet élément a été déplacé, ou
- pour lequel les données capturées ne permettent pas une mise en correspondance fiable, par exemple parce que cet élément est partiellement masqué,

ne sera pas pris en compte dans le processus de localisation du véhicule.

La position du véhicule est ainsi déterminée de manière avantageusement robuste vis-à-vis d'éventuelles erreurs ou défauts de mise à jour desdites données cartographiques, ainsi que vis-à-vis d'éventuels défauts des données capturées causés par exemple par du bruit ou des erreurs de mesure.

La précision avec laquelle cette position est déterminée s'en trouve également améliorée.

Ces propriétés sont particulièrement intéressantes lorsque le véhicule est du type autonome, c'est-à-dire lorsqu'il est adapté à réaliser des manœuvres ou des déplacements sans intervention de son conducteur, ou du moins avec une intervention réduite de ce dernier. En effet, lors d'un tel fonctionnement autonome du véhicule, celui-ci doit être à même de déterminer sa position avec une précision et une fiabilité élevées.

D'autres caractéristiques non limitatives et avantageuses du dispositif de localisation conforme à l'invention sont les suivantes :

- ladite unité de mémorisation contient, pour chacun desdits éléments remarquables, une indication d'une catégorie d'éléments remarquables à laquelle appartient cet élément remarquable, et, pour l'une au moins des catégories d'éléments remarquables, des données descriptives, représentatives de caractéristiques communes propres aux éléments remarquables appartenant à cette catégorie ;

- l'unité de traitement est programmée pour, à l'étape E1), réaliser ladite mise en correspondance en fonction, en outre, des données descriptives associées à la catégorie à laquelle appartient ledit élément remarquable mis en correspondance ;

- l'unité de traitement est programmée en outre pour, la mise en correspondance de l'étape E1) ayant été réalisée pour plusieurs desdits éléments remarquables situés dans l'environnement routier du véhicule, déterminer que la catégorie, à laquelle appartient l'un au moins desdits éléments remarquable mis en correspondance, est fiable, en fonction au moins du niveau de fiabilité de cet élément remarquable, et pour déterminer la position du véhicule en utilisant, pour chacune desdites mises en correspondance, le résultat correspondant, seulement si l'élément remarquable associé appartient à l'une des catégories fiables

d'éléments remarquables ;

- l'unité de traitement est programmée pour déterminer le niveau de fiabilité de l'élément remarquable mis en correspondance en testant dans quelle mesure les données relatives au positionnement de cet élément remarquable, stockées dans l'unité de mémorisation du dispositif de localisation, permettent de rendre compte des données représentatives de l'environnement routier du véhicule, obtenues au moyen dudit capteur ;

- l'unité de traitement est programmée pour tester dans quelle mesure les données, relatives au positionnement de l'élément remarquable mis en correspondance, permettent de rendre compte desdits données représentatives de l'environnement routier du véhicule, en tenant compte d'une position précédente du véhicule et d'un modèle de déplacement du véhicule ;

- l'unité de traitement est programmée pour déterminer une pluralité de positions potentielles que pourrait occuper le véhicule, réparties autour d'une position potentielle moyenne, cette position potentielle moyenne étant déterminée en fonction de la position précédente du véhicule et d'une vitesse de déplacement de véhicule ;

- l'unité de traitement est programmée pour réaliser la mise en correspondance desdites données représentatives de l'environnement routier du véhicule, avec les données relatives au positionnement dudit élément remarquable, sur la base desdites positions potentielles que pourrait occuper le véhicule.

On peut prévoir aussi que l'unité de traitement est programmée pour réaliser ladite mise en correspondance, au moyen des étapes suivantes, exécutées pour chacune desdites positions potentielles :

- déterminer, en fonction de cette position potentielle et des données relatives au positionnement de l'élément remarquable mis en correspondance, stockées dans l'unité de mémorisation, une donnée attendue représentative d'une position qu'occuperait ledit élément remarquable par rapport au véhicule si le véhicule était positionné au niveau de cette position potentielle,

- comparer ladite donnée attendue auxdites données représentatives de l'environnement routier du véhicule, et

- déterminer, pour ledit élément remarquable, un niveau de vraisemblance associé à cette position potentielle du véhicule, en fonction du

résultat de ladite comparaison.

D'autres caractéristiques optionnelles du dispositif de localisation conforme à l'invention sont les suivantes :

- l'unité de traitement est programmée pour déterminer le niveau de fiabilité dudit élément remarquable mis en correspondance en fonction des niveaux de vraisemblance associés respectivement aux positions potentielles du véhicule, et qui ont été déterminés pour cet élément remarquable ;

- l'unité de traitement est programmée pour déterminer, pour chacun desdits éléments remarquables, le niveau de fiabilité correspondant, en sommant les niveaux de vraisemblance qui sont associés aux positions potentielles du véhicule et qui ont été déterminés pour cet élément remarquable ;

- l'unité de traitement est programmée pour, à l'étape E2), déterminer la position du véhicule en fonction desdites positions potentielles, et, pour chacune desdites positions potentielles, en utilisant le niveau de vraisemblance correspondant seulement si le niveau de fiabilité de l'élément remarquable, pour lequel a été déterminé le niveau de vraisemblance de cette position potentielle, est supérieur audit seuil de fiabilité.

- l'unité de traitement est programmée pour déterminer, pour chacune desdites positions potentielles, un niveau global de vraisemblance égal à la somme de l'ensemble des niveaux de vraisemblance associés à cette position potentielle, et qui ont été obtenus respectivement pour chacun des éléments remarquables dont le niveau de fiabilité est supérieur au seuil de fiabilité correspondant, et pour déterminer la position du véhicule en fonction des niveaux globaux de vraisemblance respectivement associés à chacune desdites positions potentielles.

- l'unité de traitement est programmée pour déterminer que la position du véhicule est égale à celle desdites positions potentielles qui, parmi lesdites positions potentielles, présente le niveau global de vraisemblance le plus grand ;

- l'unité de traitement est programmée pour déterminer que la position du véhicule est égale à une moyenne pondérée desdites positions potentielles affectées chacune d'un coefficient de pondération qui est déterminé en fonction du niveau global de vraisemblance de cette position potentielle ;

- l'unité de traitement est programmée en outre pour, à l'étape E2), déterminer une orientation du véhicule en fonction de ladite mise en

correspondance.

L'invention propose également un procédé de localisation d'un véhicule, mis en œuvre dans un dispositif de localisation qui équipe le véhicule et qui comporte :

- un capteur adapté à capturer des données représentatives d'un environnement routier dudit véhicule, et
- une unité de traitement électronique comportant une unité de mémorisation dans laquelle sont stockées des données relatives au positionnement d'éléments remarquables situés sur, ou à proximité d'un réseau de voies de circulation,

le procédé comprenant les étapes suivantes, exécutées par l'unité de traitement électronique :

E1) pour au moins l'un desdits éléments remarquables situé dans un environnement routier du véhicule :

- mise en correspondance des données relatives au positionnement de cet élément remarquable, fournies par l'unité de mémorisation, avec des données représentatives de l'environnement routier du véhicule obtenues au moyen dudit capteur, et
- détermination d'un niveau de fiabilité de cet élément remarquable, en fonction du résultat de ladite mise en correspondance,

E2) détermination d'une position du véhicule en utilisant le résultat de ladite mise en correspondance seulement si ledit niveau de fiabilité est supérieur à un seuil de fiabilité donné.

Les caractéristiques optionnelles qui ont présentées ci-dessus en termes de dispositif peuvent aussi être appliquées au procédé qui vient d'être décrit.

DESCRIPTION DETAILLEE D'UN EXEMPLE DE REALISATION

La description qui va suivre en regard des dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs, fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.

Sur les dessins annexés :

- la figure 1 représente schématiquement, vu de côté, un véhicule équipé d'un dispositif de localisation conforme aux enseignements de l'invention,
- la figure 2 représente schématiquement une image de l'environnement routier du véhicule de la figure 1, capturée au moyen d'un capteur d'image du

dispositif de localisation qui équipe ce véhicule,

- les figures 3A et 3B représentent chacune schématiquement une image, respectivement d'un premier type d'élément remarquable et d'un deuxième type d'élément remarquable susceptibles d'être situés dans l'environnement routier du véhicule,

- la figure 4 représente schématiquement un procédé de localisation mis en œuvre dans le dispositif de localisation de la figure 1, et

- la figure 5 représente schématiquement une position précédente du véhicule de la figure 1, ainsi qu'une pluralité de positions potentielles que pourrait occuper le véhicule.

La figure 1 représente schématiquement un véhicule 1, ici un véhicule automobile tel qu'une voiture, un camion, ou encore un bus, situé sur une voie de circulation 3. Le véhicule 1 peut être un véhicule dont les déplacements sont commandés manuellement par un conducteur, ou un véhicule autonome.

Le véhicule 1 comprend un dispositif de localisation 10 qui comporte un capteur 11, permettant de capturer des données relatives à un environnement 2 routier du véhicule 1, en particulier de données relatives aux positions d'éléments de cet environnement par rapport au véhicule 1.

Le capteur 11 peut être réalisé au moyen, notamment :

- d'un capteur d'image, comme une caméra frontale, arrière ou latérale,
- d'un radar,
- d'un détecteur à ultrasons,
- ou encore d'un lidar (selon l'acronyme anglo-saxon de « Light Detection and Ranging »), tel qu'un télémètre laser (ou scanner laser).

L'environnement routier 2 du véhicule désigne l'ensemble des objets, terrains, routes, reliefs, végétaux, et constructions situés à proximité du véhicule 1, ainsi que ceux éventuellement éloignés du véhicule 1 mais visibles ou tout au moins détectables depuis celui-ci, tels par exemple qu'un édifice distant particulièrement haut.

Le capteur 11 est adapté plus précisément à capturer des données représentatives d'une partie de l'environnement routier du véhicule située dans un champ de détection du capteur.

Dans le mode de réalisation décrit ci-dessous, le capteur 11 est réalisé au moyen d'un capteur d'images, en l'occurrence une caméra vidéo.

Le champ de détection du capteur 11 correspond dans ce cas au champ de vision CH du capteur d'image.

Le capteur d'image 11 est adapté ici à être disposé dans le véhicule 1 de manière que son champ de vision CH inclue une partie de l'environnement routier située face au véhicule 1.

De manière optionnelle, le dispositif de localisation peut comprendre un ou plusieurs capteurs supplémentaires tels que décrits ci-dessus. Ainsi, le dispositif de localisation peut par exemple comprendre le capteur d'image 11 susmentionné ainsi qu'un lidar.

Le dispositif de localisation 10 comprend également une unité de traitement 12 électronique comportant notamment un processeur effectuant des opérations logiques, par exemple un microprocesseur, et une unité de mémorisation 13, réalisée par exemple au moyen d'un disque dur ou d'une mémoire non-volatile réinscriptible.

L'unité de traitement électronique 12 est connectée au capteur 11, et est adaptée à recevoir les données capturées par ce capteur 11, ou tout au moins des données représentatives de celles-ci.

Des données cartographiques, représentatives d'un réseau de voies de circulation sur lequel circule le véhicule 1, sont stockées dans l'unité de mémorisation 13.

Ces données cartographiques comprennent notamment des données relatives au positionnement d'éléments remarquables, détectables au moyen dudit capteur, situés sur ce réseau de voies de circulation ou a proximité de ce réseau de voies de circulation.

L'expression « élément remarquable » désigne un élément pouvant être identifié et repéré efficacement par l'intermédiaire des données capturées par le capteur 11, tel par exemple qu'un élément de signalisation routière comme un panneau de signalisation, un feu de signalisation, notamment un feu tricolore, ou encore une ligne de marquage au sol. Un tel élément remarquable peut aussi correspondre à une barrière ou à un parapet bordant une voie de circulation, à une façade de bâtiment, à un élément de mobilier urbain, ou à un relief présentant une forme spécifique.

Ici, lesdites données cartographiques comprennent en outre, pour chacun desdits éléments remarquables, une indication d'une catégorie d'éléments

remarquables à laquelle appartient cet élément remarquable.

Une telle catégorie correspond par exemple aux éléments remarquables du type « feu de circulation tricolore », ou du type « panneau de limitation de vitesse », ou encore du type « panneau de signalisation d'obligation de tourner à droite ».

L'unité de mémorisation comprend en outre, pour l'une au moins de ces catégories d'éléments remarquables, ici pour chacune d'elles, des données descriptives, représentatives de caractéristiques communes propres aux éléments remarquables appartenant à cette catégorie.

Ces données descriptives sont représentatives de caractéristiques spécifiques à cette catégorie, et communes aux différents éléments remarquables qui en font partie. Elles peuvent être représentatives d'une forme ou d'une texture commune à ces éléments, ou comprendre une image typique d'un élément appartenant à cette catégorie.

Les figures 3A et 3B montrent deux telles images : l'une, IM1, représentative d'un élément remarquable du type « feu tricolore » (figure 3A), et l'autre, IM2, représentative d'un élément remarquable du type « panneau d'indication de limitation de vitesse ».

Ces données descriptives peuvent aussi comprendre des données représentatives du positionnement, les uns par rapport aux autres, de points caractéristiques, tels que des points anguleux, ou des points présentant une luminosité ou un contraste élevé, d'un élément remarquable typique de cette catégorie.

La figure 2 représente schématiquement, pour un exemple de configuration routière, une image IMG de l'environnement 2 routier du véhicule 1 capturée par le capteur d'image.

Plusieurs éléments remarquables situés dans cet environnement routier sont visibles dans cette image IMG, en particulier un feu tricolore ER1, un panneau de signalisation routière ER2, une ligne de marquage au sol ER3, et une façade d'immeuble ER4.

Selon une caractéristique particulièrement remarquable du dispositif de localisation 10, l'unité de traitement 12 est programmée pour exécuter les étapes suivantes du procédé de localisation représenté schématiquement sur la figure 4 :

E1) pour au moins l'un desdits éléments remarquables ER1, ..., ERi, ...,

ERN situé dans l'environnement 2 routier du véhicule 1 :

- mettre en correspondance (opérations MC1, ..., MCi, ..., MCN de la figure 4) les données relatives au positionnement de cet élément remarquable ER1, ..., ERi, ..., ERN, fournies par l'unité de mémorisation 13, avec des données représentatives de l'environnement routier 2 du véhicule 1 obtenues au moyen dudit capteur 11, et

- déterminer un niveau de fiabilité NF1, ..., NFi, ..., NFN de cet élément remarquable ER1, ..., ERi, ..., ERN, en fonction du résultat de ladite mise en correspondance, et pour

E2) déterminer une position POSV du véhicule 1 en utilisant le résultat de ladite mise en correspondance seulement si ledit niveau de fiabilité NF1, ..., NFi, ..., NFN est supérieur à un seuil de fiabilité SF1, ..., SFi, ..., SFN donné.

Grâce à cette disposition, la position POSV du véhicule 1 est déterminée en se basant sur celui, ou ceux des éléments remarquables permettant effectivement de réaliser une telle mise en correspondance de manière fiable et précise.

Ainsi, l'un des éléments remarquables :

- pour lequel les données stockées dans l'unité de mémorisation du dispositif de localisation ne sont pas fiables, par exemple parce que cet élément a été déplacé, ou

- pour lequel les données capturées ne permettent pas une mise en correspondance fiable, par exemple parce que cet élément est partiellement masqué,

n'est pas pris en compte dans la détermination de la position du véhicule.

La précision et la fiabilité avec lesquelles la position POSV du véhicule est déterminée en sont alors avantageusement améliorées.

On notera que les données relatives au positionnement des éléments remarquables ER1, ..., ERi, ..., ERN susmentionnés sont présentes dans l'unité de mémorisation 13 avant l'exécution des étapes E1) et E2), par exemple parce qu'elles y ont été enregistrées avant la mise en service du dispositif de localisation 10.

Ici, l'unité de traitement 12 est programmée plus précisément pour, à l'étape E1), réaliser ladite mise en correspondance, et déterminer le niveau de fiabilité NF1, ..., NFi, ..., NFN associé, pour chacun des éléments remarquables

ER1, ..., ERi, ..., ERN situés dans l'environnement 2 routier du véhicule 1.

Le nombre d'éléments remarquables ER1, ..., ERi, ..., ERN qui sont situés dans l'environnement 2 routier du véhicule 1 et qui sont inclus dans le champ de détection du capteur, est noté N. Ces éléments remarquables sont référencés ici par l'indice i, compris entre 1 et N.

Le procédé de localisation, dont les principales étapes sont représentées sur la figure 4, comprend les étapes E1) et E2) mentionnées ci-dessus. Ce procédé est mis en œuvre dans le dispositif de localisation 10 décrit ci-dessus.

Les étapes E1) et E2) sont maintenant décrites plus en détail.

Etape E1)

Dans le mode de réalisation du procédé de localisation décrit ici, l'étape E1) comprend une étape de traitement E10) de données capturées DCAPT par le capteur 11, préalable à la mise en correspondance E11) en elle-même, comme cela est représenté schématiquement sur la figure 4.

L'étape de traitement E10) des données capturées DCAPT comprend :

- une détection des éléments remarquables présents dans le champ de détection du capteur 11, comprenant une identification de la catégorie à laquelle appartient chacun des éléments remarquables détectés, et

- une détermination, pour chaque élément remarquable ER1, ..., ERi, ..., ERN détecté, de données traitées DT1, ..., DTi, ..., DTN représentant de manière concise cet élément remarquable.

On rappelle que le champ de détection du capteur correspond ici au champ de vision CH du capteur d'image 11, et que les données capturées DCAPT sont représentatives d'une image de l'environnement routier 2 du véhicule capturée par celui-ci.

Les éléments remarquables mentionnés ci-dessus sont détectés par analyse de cette image, au moyen d'un algorithme de reconnaissance de forme, par exemple.

Les données traitées DT1, ..., DTi, ..., DTN représentant l'un de ces éléments remarquables peuvent comprendre notamment :

- une position de l'élément remarquable, dans l'image capturée,

- une position de l'élément remarquable par rapport au véhicule, déduite de l'image capturée,

- des positions de points caractéristiques de cet élément remarquable

(point anguleux, point très lumineux et/ou contrasté, point présentant des propriétés particulières vis-à-vis d'un changement d'échelle de l'image),

- une partie de l'image capturée (c'est-à-dire une sous-image), dans laquelle cet élément remarquable est visible.

Lorsque le dispositif de localisation comprend plusieurs capteurs (par exemple plusieurs caméras), on peut prévoir, au cours de l'étape de traitement E10), de

- traiter les données capturées par chacun de ces capteurs, puis de
- déterminer lesdites données traitées DT1, ..., DTi, ..., DTN par fusion des résultats obtenus lors du traitement des données provenant respectivement des différents capteurs.

Les données fournies par l'unité de mémorisation 13 du dispositif de localisation 10 comprennent ici, pour chaque élément remarquable ER1, ..., ERi, ..., ERN situé dans l'environnement 2 routier du véhicule 1, des données de référence D1, ..., Di, ..., DN relatives à cet élément remarquable.

Les données de référence D1, ..., Di, ..., DN relatives à l'un de ces éléments remarquables comprennent :

- les données relatives au positionnement de cet élément remarquable, et, ici,
- les données descriptives (qui ont été décrites précédemment), correspondant à la catégorie à laquelle appartient cet élément remarquable (par exemple une image caractéristique de feu tricolore, si l'élément remarquable est un feu tricolore).

Au cours de l'étape suivante E11), pour chaque élément remarquable ER1, ..., ERi, ..., ERN situé dans l'environnement 2 routier du véhicule 1, les données de référence D1, ..., Di, ..., DN relatives à cet élément sont mises en correspondance MC1, ..., MCi, ..., MCN, individuellement, avec les données traitées DT1, ..., DTi, ..., DTN correspondant à cet élément.

Comme indiqué précédemment, au cours de l'étape de mise en correspondance E11), un niveau de fiabilité NF1, ..., NFi, ..., NFN est déterminé pour chacun des éléments remarquables.

Ce niveau de fiabilité est déterminé ici en testant dans quelle mesure les données de référence D1, ..., Di, ..., DN relatives à cet élément remarquable permettent de rendre compte des données capturées.

Ce test peut être réalisé en utilisant une méthode connue de test statistique de comparaison ou d'adéquation entre les données capturées et les données de référence.

Le niveau de fiabilité est déterminé plus précisément, ici, en testant dans quelle mesure les données relatives au positionnement de cet élément remarquable (comprises dans lesdites données de références D1, ..., DI, ..., DN) permettent, compte tenu d'une position précédente POSP du véhicule 1 (figure 5) et d'un modèle de déplacement du véhicule, de rendre compte des données capturées DCAPT.

Le procédé comprend pour cela une détermination d'une pluralité de positions potentielles POS1, ..., POSj, ... POSM, que pourrait occuper le véhicule 1 (figure 5).

Ces positions potentielles POS1, ..., POSj, ... POSM sont réparties autour d'une position potentielle moyenne <POSj> qui est déterminée en fonction de la position précédente POSP du véhicule 1 et du vecteur de vitesse du véhicule 1.

La position potentielle moyenne <POSj> du véhicule est déterminée conformément au modèle de déplacement du véhicule, par exemple en intégrant au cours du temps, depuis un instant correspondant à la position précédente POSP, jusqu'à un instant ultérieur correspondant à cette position moyenne <POSj>, le vecteur de vitesse du véhicule. Le modèle de déplacement du véhicule peut correspondre par exemple à un modèle cinématique de déplacement dans lequel le véhicule est assimilé de manière simplifiée à un véhicule à deux roues, généralement appelé « modèle bicyclette », ou à un modèle cinématique de déplacement tenant compte de la géométrie du train avant du véhicule, tel que le modèle cinématique dit « modèle d'Ackermann ».

Le nombre de positions potentielles POS1, ..., POSj, ... POSM ainsi déterminées est noté M. Ces positions potentielles sont référencés ici par l'indice j, compris entre 1 et M.

Pour chacun des éléments remarquables ER1, ..., ERi, ..., ERN, l'opération associée de mise en correspondance MC1, ..., MCi, ... , MCN est ensuite réalisée au moyen des étapes suivantes, exécutées pour chacune desdites positions potentielles POS1, ..., POSj, ... POSM :

a) détermination, en fonction de ladite position potentielle et

des données relatives au positionnement de l'élément remarquable stockée dans l'unité de mémorisation 13, d'une donnée attendue, représentative d'une position qu'occuperait ledit élément remarquable par rapport au véhicule si le véhicule était positionné au niveau de cette position potentielle POS1, ..., POSj, ... POSM,

b) comparaison de ladite donnée attendue avec lesdites données capturées DCAPT, et

c) détermination, pour ledit élément remarquable ER1, ..., ERi, ... ERN, d'un niveau de vraisemblance NVij associé à cette position potentielle POS1, ..., POSj, ... POSM du véhicule, en fonction du résultat de ladite comparaison.

Le niveau de vraisemblance portant la référence NVij est celui associé à la position potentielle POSj, et est déterminé en comparant, pour l'élément remarquable ERi, les données capturées avec les données préenregistrées dans l'unité de mémorisation 13.

La donnée attendue déterminée au cours de l'étape a) peut, comme ici, comprendre des données perceptives attendues, du même type que les données traitées DT1, ..., DTi, ... DTN relatives à cet élément remarquable.

Ces données perceptives attendues correspondent à une estimation des données traitées qui seraient obtenues si le véhicule était positionné au niveau de cette position potentielle POS1, ..., POSj, ... POSM.

Au cours de l'étape b), les données attendues déterminées à l'étape a) sont plus particulièrement comparées, ici, avec les données traitées DT1, ..., DTi,... ,DTN relatives à l'élément remarquable considéré.

Lorsque les données traitées DT1, ..., DTi,... ,DTN comprennent les positions de points caractéristiques de l'élément remarquable, cette comparaison est par exemple réalisée en :

- calculant, pour chaque point caractéristique, un écart entre la position de ce point telle qu'indiquée par les données traitées, et la position attendue de ce point, telle qu'indiquée par les données attendues mentionnées ci-dessus, puis en
- sommant les écarts ainsi déterminés pour obtenir un écart global entre prédictions et observation, pour cet élément remarquable.

La comparaison réalisée à l'étape b) peut aussi être réalisée, plus simplement, en calculant un écart entre :

- d'une part, la position qu'occuperait l'élément remarquable considéré,

par rapport au véhicule, si le véhicule était positionné au niveau de l'une des positions potentielles, déterminée en fonction des données relatives au positionnement de cet élément remarquable stockées dans l'unité de mémorisation 13 du dispositif, et,

- d'autre part, une position de cet élément remarquable par rapport au véhicule, déduite des données capturées.

Ici, à l'étape c), le niveau de vraisemblance NVij, associé respectivement à chacune des positions potentielles du véhicule, est déterminé de manière à être d'autant plus grand que l'écart global susmentionné est petit. Autrement formulé, le niveau de vraisemblance est d'autant plus grand que les données attendues, déterminées pour cette position potentielle, sont proches des données traitées issues des données capturées. A titre d'exemple, le niveau de vraisemblance NVij peut par exemple être inversement proportionnel à l'écart global entre données, mentionné ci-dessus.

Dans le mode de réalisation du procédé de localisation décrit ici, le niveau de fiabilité NFi associé à l'élément remarquable ERi est déterminé en fonction des niveaux de vraisemblance NVi1, ..., NVij, ..., NViM , associés respectivement aux positions potentielles POS1, ..., POSi ..., POSM du véhicule, et qui ont été déterminés lors de la mise en correspondance MCi basée sur cet élément remarquable ERi.

Ce niveau de fiabilité NFi est déterminé plus précisément, ici, en sommant les niveaux de vraisemblance déterminés pour cet élément remarquable ERj, pour l'ensemble des positions potentielles POS1, ..., POSi ..., POSM du véhicule, conformément à la formule F1 suivante :

$$NFi = \sum_{j=1}^{j=M} NVij \qquad (F1) .$$

En variante, ce niveau de fiabilité NFi pourrait par exemple être égal au niveau de vraisemblance NFij, qui, parmi les niveaux de vraisemblance déterminés pour cet élément remarquable ERi, est le plus grand.

Etape E2)

A l'étape E2), l'unité de traitement 12 teste ici, pour chacun des éléments remarquables ER1, ..., ERi, ... , ERN ayant fait l'objet d'une mise en correspondance, si le niveau de fiabilité NF1, ..., NFi, ..., NFN de cet élément remarquable est supérieur au seuil de fiabilité SF1, ..., SFi, ..., SFN.

Lorsque le niveau de fiabilité NF1, ..., NFi, ..., NFN de cet élément remarquable est supérieur au seuil de fiabilité SF1, ..., SFi, ..., SFN correspondant, cet élément remarquable est considéré comme fiable. Dans le cas contraire, il est considéré comme peu fiable.

Parmi les N éléments remarquables ayant fait l'objet d'une mise en correspondance, un nombre N' (inférieur ou égal à N) d'éléments remarquables fiables, ERF1, ... ERFi', ... ERFN' sont ainsi sélectionnés. Ces éléments remarquables fiables sont référencés ici par l'indice i', compris entre 1 et N'.

Ici, la valeur du seuil de fiabilité à utiliser est déterminée directement par la catégorie à laquelle appartient l'élément remarquable faisant l'objet de ce test de fiabilité.

Ainsi, si l'élément remarquable est un premier feu de signalisation tricolore de l'environnement routier du véhicule, ou un deuxième feu de signalisation tricolore de cet environnement, la valeur du seuil de fiabilité utilisée pour cet élément sera celle associée à la catégorie d'éléments remarquables « feu de signalisation tricolore ».

La valeur du seuil de fiabilité à utiliser pour une catégorie donnée d'éléments remarquables peut par exemple être déterminée lors d'essais préliminaires à la mise en service du dispositif de localisation 10, en comparant les niveaux de fiabilité obtenus dans des situations routières pour lesquelles il est avéré qu'un élément remarquable de cette catégorie est fiable, et ceux obtenus dans d'autres configurations pour lesquelles les éléments remarquables de cette catégorie sont manifestement peu fiables.

La valeur du seuil de fiabilité à utiliser pour une catégorie donnée d'éléments remarquables peut aussi être déterminée en fonction de valeurs habituellement recommandées pour un test statistique d'adéquation (tel que le test de fiabilité réalisé ici), par exemple celles recommandées pour le test d'adéquation dit du « khi-deux » (dit aussi du « khi-carré », ou du χ^2).

Dans des modes de réalisation alternatifs (non représentés), au lieu de tester la fiabilité desdits éléments remarquables en les considérant individuellement, isolément les uns des autres (comme décrit-dessus), on pourrait tester leur fiabilité en considérant plutôt l'ensemble des éléments remarquables d'une même catégorie, situés dans l'environnement routier du véhicule.

On peut par exemple prévoir dans ce cas, pour chacune des catégories,

dont au moins un élément remarquables est situé dans l'environnement routier du véhicule, de déterminer si cette catégorie est fiable, ou non fiable, en fonction des niveaux de fiabilité des éléments remarquables appartenant à cette catégorie.

L'unité de traitement peut par exemple être programmée pour déterminer qu'une telle catégorie est fiable à condition que le niveau de fiabilité de chacun de ses éléments soit supérieur au seuil de fiabilité associé à cette catégorie.

En variante, l'unité de traitement pourrait aussi être programmée pour déterminer qu'une telle catégorie est fiable, à condition qu'une moyenne des niveaux de fiabilité de ses éléments remarquables soit supérieure au seuil de fiabilité associé à cette catégorie.

Dans le mode de réalisation, mentionné précédemment, pour lequel les niveaux de fiabilité sont déterminés directement catégorie par catégorie, et non pas élément par élément, une catégorie est considérée comme fiable si non niveau de fiabilité est supérieur au seuil de fiabilité correspondant.

Dans le cadre de ces modes de réalisation alternatifs, un élément remarquable est finalement considéré comme fiable lorsqu'il appartient à une catégorie fiable d'éléments remarquables.

Quel que soit le mode de réalisation considéré, la position POSV du véhicule 1 est ensuite déterminée, en fonction des résultats des mises en correspondance réalisée pour les éléments remarquables fiables ERF1, ... ERFi', ... ERFN'.

Pour cela, l'unité de traitement 12 détermine ici tout d'abord, pour chaque position potentielle POSj, un niveau global de vraisemblance NGVj, en fonction des niveaux de vraisemblance NVi'j associés à cette position potentielle POSj, et qui ont été obtenus pour chacun des éléments remarquables fiable ERFi'.

Le niveau global de vraisemblance NGVj de la position potentielle POSj est par exemple déterminé conformément à la formule F2 ci-dessous, c'est-à-dire en sommant, pour l'ensemble des éléments remarquables fiables, les niveaux de vraisemblance NVi'j associés à cette position potentielle POSj :

$$NGVj = \sum_{i'=1}^{i'=N'} NVi'j \qquad (F2) .$$

L'unité de traitement 12 détermine ensuite la position POSV du véhicule 1 en fonction des positions potentielles POS1, ..., POSj, ..., POSM de celui-ci et des niveaux globaux de vraisemblance NGV1, ..., NGVj, ... NGVM correspondants.

La position POSV du véhicule 1 est déterminée plus particulièrement en calculant une moyenne pondérée desdites positions potentielles POS1, ..., POSj, ..., POSM, affectées chacune d'un coefficient de pondération qui est déterminé en fonction du niveau global de vraisemblance NGV1, ..., NGVj, ... NGVM de cette position potentielle.

Les coefficients de pondération associés respectivement à chacune des positions potentielles du véhicule peuvent en particulier être égaux chacun au niveau global de vraisemblance de cette position potentielle. Dans ce cas, la position du véhicule est déterminée conformément à la formule F3 suivante :

$$POSV = \left[\sum_{j=1}^{j=M} POSj \times NGVj\right] / \left[\sum_{j=1}^{j=M} NGVj\right] \qquad (F3) .$$

En variante, au lieu d'être déterminée par un calcul de moyenne pondérée, la position POSV du véhicule pourrait par exemple être déterminée comme étant égale à celle desdites positions potentielles POS1, ..., POSj, ..., POSM qui (parmi ces positions potentielles) présente le niveau global de vraisemblance le plus grand.

De manière optionnelle, un niveau de fiabilité final, associé à la position POSV du véhicule 1 ainsi déterminée, est calculé à l'étape E2), en fonction des niveaux de fiabilité des éléments remarquables présents dans l'environnement routier 2 du véhicule 1.

Le niveau de fiabilité final NFPOS est par exemple égal à la somme des niveaux de fiabilité des éléments remarquables fiables :

$$NFPOS = \sum_{i'=1}^{i'=N'} NFi' \qquad (F4) .$$

Selon une autre caractéristique optionnelle, l'étape E2) peut comprendre le calcul d'une incertitude de détermination, liée à la précision avec laquelle la position POSV du véhicule 1 est obtenue. Cette incertitude de détermination peut par exemple être égale à l'écart type de l'ensemble des positions potentielles du véhicule, affectées chacune d'un coefficient de pondération égal par exemple au niveau global de vraisemblance de cette position potentielle.

Selon une caractéristique optionnelle particulièrement remarquable, le procédé de localisation peut, comme ici, comprendre une détermination d'une orientation du véhicule 1 par rapport à son environnement routier 2, en plus de la détermination de sa position POSV décrite ci-dessus.

Les données capturées DCAPT par le capteur 11 sont en effet sensibles

à l'orientation du véhicule 1. Ici, par exemple, la position d'un élément remarquable dans l'image capturée par le capteur d'image dépend nettement de l'orientation du véhicule 1 par rapport à son environnement routier 2. Cette dépendance des données capturées DCAPT avec l'orientation du véhicule 1 autorise une détermination de cette orientation.

Pour cela, on peut prévoir par exemple de déterminer, à l'étape E1), non seulement des positions potentielles du véhicule 1, mais aussi des orientations potentielles OR 1, ...ORk, ..., ORP de celui-ci.

De manière comparable à ce qui a été décrit ci-dessus, un niveau de vraisemblance NVijk est alors calculé pour chaque couple formé de l'une des positions POSj et de l'une des orientations ORk potentielles, lors de la mise en correspondance basée sur l'élément remarquable ERi.

Le niveau de fiabilité de l'élément remarquable ERi peut alors être déterminé en fonction de ces niveaux de vraisemblance, par exemple en sommant ces niveaux de vraisemblance pour l'ensemble des positions et orientations potentielles du véhicule.

Les caractéristiques optionnelles de l'étape E2) relatives à la détermination de la position POSV du véhicule, qui ont été décrites ci-dessus, peuvent alors s'appliquer également à la détermination de son orientation.

Dans d'autres modes de réalisation, les niveaux de fiabilité des éléments remarquables situés dans l'environnement routier 2 du véhicule 1 pourraient être déterminés différemment de ce qui a été décrit ci-dessus.

Par exemple, dans un mode de réalisation alternatif, on peut prévoir que la mise en correspondance des données capturées DCAPT, avec les données de référence fournies par l'unité de mémorisation 13, est réalisée en calculant les valeurs de la fonction de corrélation de l'image capturée, avec une image représentative de l'élément remarquable concerné, fournie par l'unité de mémorisation 13. Le niveau de fiabilité de cet élément remarquable peut alors être égal, par exemple, à la valeur maximale de cette fonction de corrélation, tandis que le décalage entre images, pour lequel cette fonction de corrélation est maximale, renseigne sur la position du véhicule.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de localisation (10) adapté à être installé dans un véhicule (1), le dispositif de localisation comprenant :

- un capteur (11), et

- une unité de traitement (12) électronique comportant une unité de mémorisation (13) dans laquelle sont stockées des données relatives au positionnement d'éléments remarquables situés sur, ou à proximité d'un réseau de voies de circulation,

caractérisé en ce que l'unité de traitement (12) est programmée pour :

E1) pour au moins l'un desdits éléments remarquables (ER1, ..., ERi, ..., ERN) situé dans un environnement (2) routier du véhicule (1) :

- mettre en correspondance (MC1, ..., MCi, ..., MCN) les données relatives au positionnement de cet élément remarquable (ER1, ..., ERi, ..., ERN), fournies par l'unité de mémorisation (13), avec des données représentatives de l'environnement routier (2) du véhicule (1) obtenues au moyen dudit capteur (11), et

- déterminer un niveau de fiabilité (NF1, ..., NFi, ..., NFN) de cet élément remarquable (ER1, ..., ERi, ..., ERN), en fonction du résultat de ladite mise en correspondance, et pour

E2) déterminer une position (POSV) du véhicule (1) en utilisant le résultat de ladite mise en correspondance seulement si ledit niveau de fiabilité (NF1, ..., NFi, ..., NFN) est supérieur à un seuil de fiabilité (SF1, ..., SFi, ..., SFN) donné.

2. Dispositif de localisation (10) selon la revendication 1, dans lequel l'unité de mémorisation (13) contient :

- pour chacun desdits éléments remarquables (ER1, ..., ERi, ..., ERN), une indication d'une catégorie d'éléments remarquables à laquelle appartient cet élément remarquable, et

- pour l'une au moins des catégories d'éléments remarquables, des données descriptives, représentatives de caractéristiques communes propres aux éléments remarquables appartenant à cette catégorie.

3. Dispositif de localisation (10) selon la revendication 2, dans lequel l'unité de traitement (12) est programmée pour, à l'étape E1), réaliser ladite mise en correspondance en fonction, en outre, des données descriptives associées à la catégorie à laquelle appartient ledit élément remarquable mis en correspondance.

4. Dispositif de localisation (10) selon l'une des revendications 2 et 3, dans lequel l'unité de traitement (12) est programmée en outre pour, la mise en correspondance de l'étape E1) ayant été réalisée pour plusieurs desdits éléments remarquables situés dans l'environnement routier du véhicule :

- déterminer que la catégorie, à laquelle appartient l'un au moins desdits éléments remarquable mis en correspondance, est fiable, en fonction au moins du niveau de fiabilité de cet élément remarquable, et pour
- déterminer la position du véhicule en utilisant, pour chacune desdites mises en correspondance, le résultat correspondant, seulement si l'élément remarquable associé appartient à l'une des catégories fiables d'éléments remarquables.

5. Dispositif de localisation (10) selon l'une des revendication 1 à 4, dans lequel l'unité de traitement (12) est programmée pour déterminer le niveau de fiabilité (NF1, ..., NFi, ..., NFN) de l'élément remarquable (ER1, ..., ERi, ..., ERN) mis en correspondance en testant dans quelle mesure les données relatives au positionnement de cet élément remarquable, stockées dans l'unité de mémorisation (13) du dispositif de localisation, permettent de rendre compte des données représentatives de l'environnement routier (2) du véhicule (1), obtenues au moyen dudit capteur (11).

6. Dispositif de localisation (10) selon la revendication 5, dans lequel l'unité de traitement (12) est programmée pour tester dans quelle mesure les données, relatives au positionnement de l'élément remarquable (ER1, ..., ERi, ..., ERN) mis en correspondance, permettent de rendre compte desdits données représentatives de l'environnement routier (2) du véhicule (1), en tenant compte d'une position précédente (POSP) du véhicule (1) et d'un modèle de déplacement du véhicule (1).

7. Dispositif de localisation (10) selon la revendication 6, dans lequel l'unité de traitement (12) est programmée pour :

- déterminer une pluralité de positions potentielles (POS1, ..., POSj, ..., POSM) que pourrait occuper le véhicule (1), réparties autour d'une position potentielle moyenne (<POSj>), cette position potentielle moyenne (<POSj>) étant déterminée en fonction de la position précédente (POSP) du véhicule (1) et d'une vitesse de déplacement de véhicule (1), et pour

- réaliser la mise en correspondance desdites données représentatives de l'environnement routier (2) du véhicule (1), avec les données relatives au positionnement dudit élément remarquable (ER1, ..., ERi, ..., ERN), sur la base desdites positions potentielles que pourrait occuper le véhicule (1).

8. Dispositif de localisation (10) selon la revendication 7, dans lequel l'unité de traitement (12) est programmée pour réaliser ladite mise en correspondance, au moyen des étapes suivantes, exécutées pour chacune desdites positions potentielles (POS1, ..., POSj, ..., POSM) :

- déterminer, en fonction de cette position potentielle (POSj) et des données relatives au positionnement de l'élément remarquable (ERi) mis en correspondance, stockées dans l'unité de mémorisation (13), une donnée attendue représentative d'une position qu'occuperait ledit élément remarquable (ERi) par rapport au véhicule (1) si le véhicule (1) était positionné au niveau de cette position potentielle (POSj),

- comparer ladite donnée attendue auxdites données représentatives de l'environnement routier (2) du véhicule (1), et

- déterminer, pour ledit élément remarquable (ERi), un niveau de vraisemblance (NV_{ij}) associé à cette position potentielle (POSj) du véhicule (1), en fonction du résultat de ladite comparaison.

9. Dispositif de localisation (10) selon la revendication 8, dans lequel l'unité de traitement (12) est programmée pour déterminer le niveau de fiabilité (NFi) dudit élément remarquable (ER1, ..., ERi, ..., ERN) mis en correspondance en fonction des niveaux de vraisemblance (NV_{i1}, ..., NV_{ij}, ..., NV_{iM}) associés respectivement aux positions potentielles (POS1, ..., POSj, ..., POSM) du

véhicule, et qui ont été déterminés pour cet élément remarquable (ERi).

10. Dispositif de localisation (10) selon l'une des revendications 8 et 9, dans lequel l'unité de traitement (12) est programmée pour, à l'étape E2), déterminer la position (POSV) du véhicule (1) en fonction desdites positions potentielles (POS1, ..., POSj, ..., POSM), et, pour chacune desdites positions potentielles, en utilisant le niveau de vraisemblance (NV_{11}, ..., NV_{ij}, ..., NV_{NM}) correspondant seulement si le niveau de fiabilité de l'élément remarquable, pour lequel a été déterminé le niveau de vraisemblance de cette position potentielle, est supérieur audit seuil de fiabilité.

11. Dispositif de localisation (10) selon la revendication 10, dans lequel l'unité de traitement (12) est programmée pour, la mise en correspondance de l'étape E1) ayant été réalisée pour plusieurs desdits éléments remarquables situés dans l'environnement routier du véhicule :

- déterminer, pour chacune desdites positions potentielles (POS1, ..., POSj, ..., POSM), un niveau global de vraisemblance (NGV_j) égal à la somme de l'ensemble des niveaux de vraisemblance (NV_{1j}, ..., $NV_{i'j}$, ..., $NV_{N'j}$) associés à cette position potentielle (POSj), et qui ont été obtenus respectivement pour chacun des éléments remarquables (ERF1, ..., ERFi', ..., ERFN') dont le niveau de fiabilité est supérieur au seuil de fiabilité correspondant, et pour
- déterminer la position (POSV) du véhicule (1) en fonction des niveaux globaux de vraisemblance (NGV_j) respectivement associés à chacune desdites positions potentielles (POS1, ..., POSj, ..., POSM).

12. Dispositif de localisation (10) selon la revendication 11, dans lequel l'unité de traitement (12) est programmée pour déterminer que la position (POSV) du véhicule (1) est égale à celle desdites positions potentielles (POS1, ..., POSj, ..., POSM) qui, parmi lesdites positions potentielles, présente le niveau global de vraisemblance (NGV_1, ..., NGV_j, ..., NGV_M) le plus grand.

13. Dispositif de localisation (10) selon la revendication 11, dans lequel l'unité de traitement (12) est programmée pour déterminer que la position (POSV) du véhicule (1) est égale à une moyenne pondérée desdites positions potentielles

(POS1, ..., POSj, ..., POSM) affectées chacune d'un coefficient de pondération qui est déterminé en fonction du niveau global de vraisemblance (NGV_j) de cette position potentielle (POSj).

14. Dispositif de localisation (10) selon l'une des revendications 1 à 13, dans lequel l'unité de traitement (12) est programmée en outre pour, à l'étape E2), déterminer une orientation du véhicule (1) en fonction de ladite mise en correspondance.

15. Procédé de localisation (10) d'un véhicule (1), mis en œuvre dans un dispositif de localisation (10) qui équipe le véhicule (1) et qui comporte :

- un capteur (11) adapté à capturer des données représentatives d'un environnement (2) routier dudit véhicule (1), et
- une unité de traitement (12) électronique comportant une unité de mémorisation (13) dans laquelle sont stockées des données relatives au positionnement d'éléments remarquables situés sur, ou à proximité d'un réseau de voies de circulation,

le procédé comprenant les étapes suivantes, exécutées par l'unité de traitement (12) électronique :

E1) pour au moins l'un desdits éléments remarquables (ER1, ..., ERi, ..., ERN) situé dans un environnement (2) routier du véhicule (1) :

- mise en correspondance (MC1, ..., MCi, ..., MCN) des données relatives au positionnement de cet élément remarquable (ER1, ..., ERi, ..., ERN), fournies par l'unité de mémorisation (13), avec des données représentatives de l'environnement routier (2) du véhicule (1) obtenues au moyen dudit capteur (11), et
- détermination d'un niveau de fiabilité (NF1, ..., NFi, ..., NFN) de cet élément remarquable (ER1, ..., ERi, ..., ERN), en fonction du résultat de ladite mise en correspondance, et pour

E2) détermination d'une position (POSV) du véhicule (1) en utilisant le résultat de ladite mise en correspondance seulement si ledit niveau de fiabilité (NF1, ..., NFi, ..., NFN) est supérieur à un seuil de fiabilité (SF1, ..., SFi, ..., SFN) donné.

Fig.1

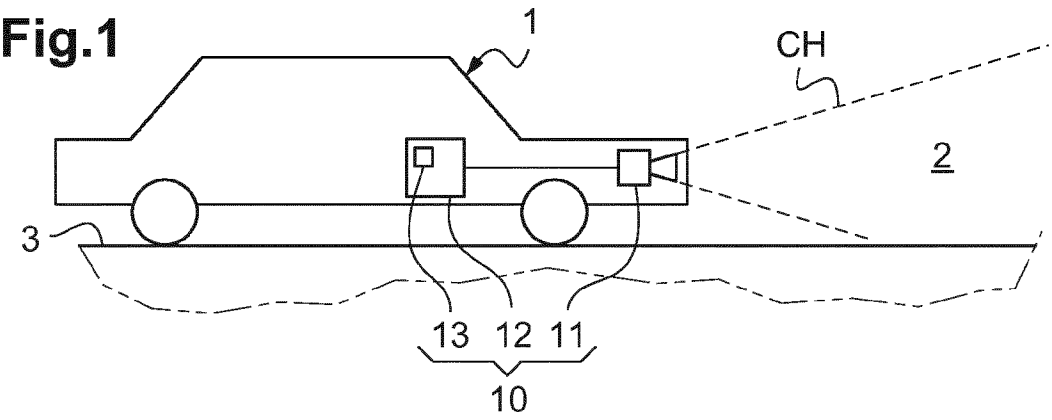


Fig.2

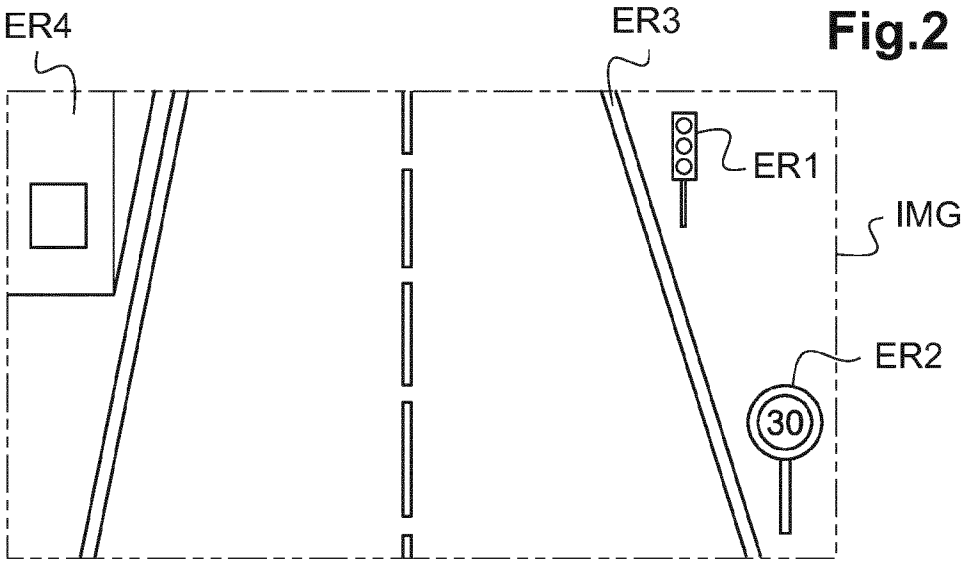


Fig.3A

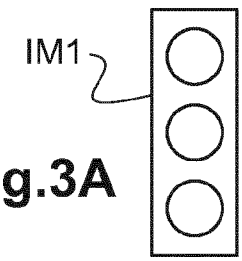


Fig.3B

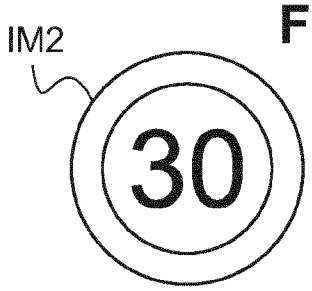
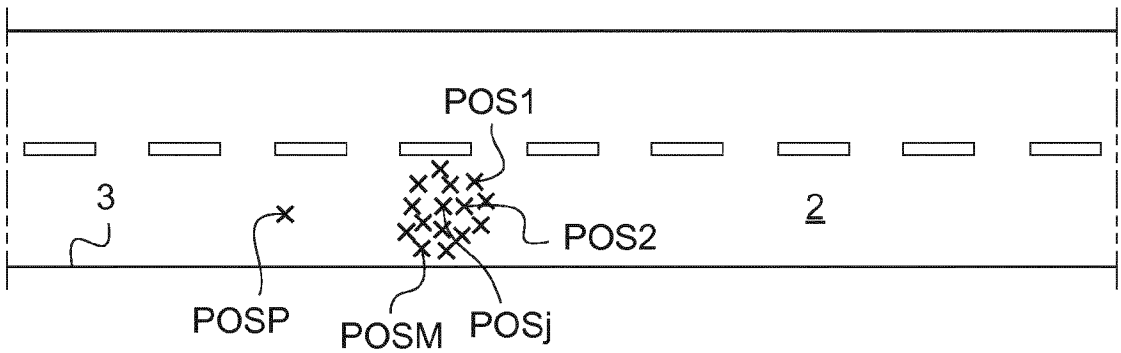


Fig.5



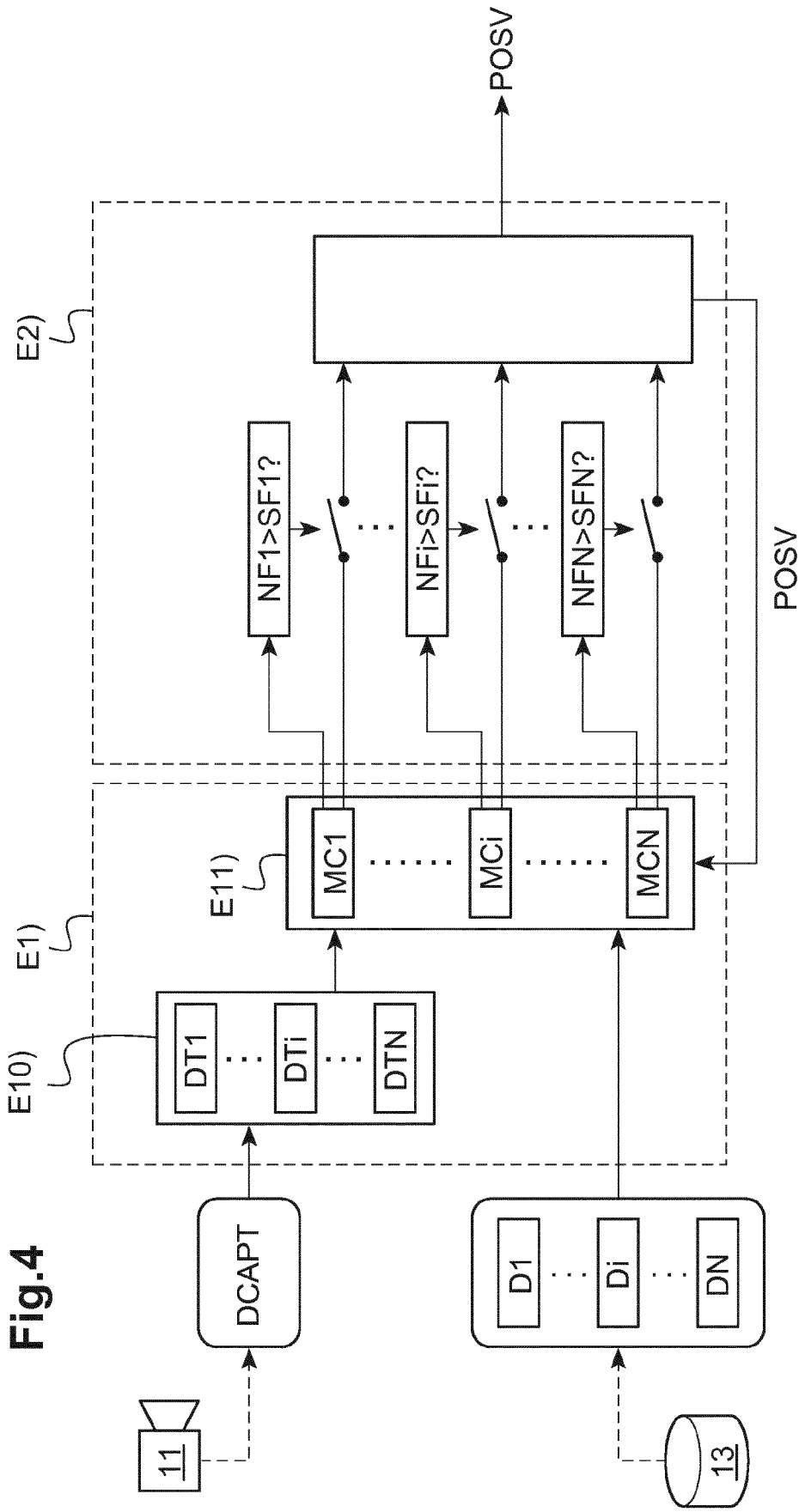

POSV
E2)
NF1>SF1?
NFi>SFi?
NFN>SFN?
POSV
E11)
MC1
MCi
MCN
E1)
E10)
DT1
DTi
DTN
DCAPT
D1
Di
DN
11
13

Fig.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/074713

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01C21/00 G01C21/26 G08G1/133 G01C21/30
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01C G08G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 3 078 937 A1 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD [JP]) 12 October 2016 (2016-10-12)	1-5,14, 15
Y	paragraph [0004] - paragraph [0012] paragraphs [0017], [0018], [0026], [0028], [0030], [0032] - [0034] paragraph [0053] - paragraph [0057] paragraph [0059] - paragraph [0063] paragraph [0066] - paragraph [0069] paragraphs [0095], [0112] - [0114] paragraph [0123] - paragraph [0131] paragraphs [0136] - [0138], [0166] figures 1-5,10-15	6-13

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
22 December 2017	09/01/2018

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Yosri, Samir

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/074713

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2014/166532 A1 (HARMAN BECKER AUTOMOTIVE SYS [DE]) 16 October 2014 (2014-10-16)	1,5-15
Y	page 1, line 9 - line 13 page 5, line 33 - page 6, line 26 page 7, line 6 - line 15 page 7, line 36 - page 9, line 30 page 17, line 6 - page 18, line 26 figures 1-10 page 24, line 10 - line 18 page 13, line 33 - page 15, line 11	6-13

X	EP 0 921 509 A2 (NAVIGATION TECH CORP [US]) 9 June 1999 (1999-06-09) paragraphs [0030], [0031] paragraph [0034] - paragraph [0036] paragraphs [0042], [0047], [0056] paragraph [0079] - paragraph [0082] figures 1-3,8	1,2,5,15

A	US 2016/187144 A1 (MODICA LEO [US] ET AL) 30 June 2016 (2016-06-30) paragraphs [0002], [0019], [0023] - [0026], [0030] paragraphs [0033], [0041], [0042] paragraph [0051] - paragraph [0054] paragraph [0058] - paragraph [0073] paragraphs [0077], [0078] figures 1,6,9-12	1-15

A	EP 2 657 644 A1 (NEC CORP [JP]) 30 October 2013 (2013-10-30) the whole document	1-15

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2017/074713

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 3078937 A1	12-10-2016	CN 105793669 A	20-07-2016
		EP 3078937 A1	12-10-2016
		JP 2015108604 A	11-06-2015
		US 2016305794 A1	20-10-2016
		WO 2015083538 A1	11-06-2015
WO 2014166532 A1	16-10-2014	CN 104884898 A	02-09-2015
		EP 2984451 A1	17-02-2016
		US 2016097644 A1	07-04-2016
		WO 2014166532 A1	16-10-2014
EP 0921509 A2	09-06-1999	DE 69823462 D1	03-06-2004
		DE 69823462 T2	14-04-2005
		EP 0921509 A2	09-06-1999
		JP 4559551 B2	06-10-2010
		JP H11249552 A	17-09-1999
		US 6047234 A	04-04-2000
		US 6516267 B1	04-02-2003
		US 2003125871 A1	03-07-2003
		US 2005149259 A1	07-07-2005
US 2016187144 A1	30-06-2016	AU 2015370592 A1	13-07-2017
		CN 107407564 A	28-11-2017
		EP 3238494 A1	01-11-2017
		KR 20170117038 A	20-10-2017
		US 2016187144 A1	30-06-2016
		WO 2016103041 A1	30-06-2016
EP 2657644 A1	30-10-2013	EP 2657644 A1	30-10-2013
		JP WO2012086821 A1	05-06-2014
		US 2013271607 A1	17-10-2013
		WO 2012086821 A1	28-06-2012

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2017/074713

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G01C21/00 G01C21/26 G08G1/133 G01C21/30
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
G01C G08G

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 3 078 937 A1 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD [JP]) 12 octobre 2016 (2016-10-12)	1-5,14, 15
Y	alinéa [0004] - alinéa [0012] alinéas [0017], [0018], [0026], [0028], [0030], [0032] - [0034] alinéa [0053] - alinéa [0057] alinéa [0059] - alinéa [0063] alinéa [0066] - alinéa [0069] alinéas [0095], [0112] - [0114] alinéa [0123] - alinéa [0131] alinéas [0136] - [0138], [0166] figures 1-5,10-15	6-13

-/--

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
22 décembre 2017	09/01/2018

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Yosri, Samir

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2017/074713

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2014/166532 A1 (HARMAN BECKER AUTOMOTIVE SYS [DE]) 16 octobre 2014 (2014-10-16)	1,5-15
Y	page 1, ligne 9 - ligne 13 page 5, ligne 33 - page 6, ligne 26 page 7, ligne 6 - ligne 15 page 7, ligne 36 - page 9, ligne 30 page 17, ligne 6 - page 18, ligne 26 figures 1-10 page 24, ligne 10 - ligne 18 page 13, ligne 33 - page 15, ligne 11	6-13

X	EP 0 921 509 A2 (NAVIGATION TECH CORP [US]) 9 juin 1999 (1999-06-09) alinéas [0030], [0031] alinéa [0034] - alinéa [0036] alinéas [0042], [0047], [0056] alinéa [0079] - alinéa [0082] figures 1-3,8	1,2,5,15

A	US 2016/187144 A1 (MODICA LEO [US] ET AL) 30 juin 2016 (2016-06-30) alinéas [0002], [0019], [0023] - [0026], [0030] alinéas [0033], [0041], [0042] alinéa [0051] - alinéa [0054] alinéa [0058] - alinéa [0073] alinéas [0077], [0078] figures 1,6,9-12	1-15

A	EP 2 657 644 A1 (NEC CORP [JP]) 30 octobre 2013 (2013-10-30) le document en entier	1-15

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2017/074713

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 3078937 A1	12-10-2016	CN 105793669 A	20-07-2016
		EP 3078937 A1	12-10-2016
		JP 2015108604 A	11-06-2015
		US 2016305794 A1	20-10-2016
		WO 2015083538 A1	11-06-2015
WO 2014166532 A1	16-10-2014	CN 104884898 A	02-09-2015
		EP 2984451 A1	17-02-2016
		US 2016097644 A1	07-04-2016
		WO 2014166532 A1	16-10-2014
EP 0921509 A2	09-06-1999	DE 69823462 D1	03-06-2004
		DE 69823462 T2	14-04-2005
		EP 0921509 A2	09-06-1999
		JP 4559551 B2	06-10-2010
		JP H11249552 A	17-09-1999
		US 6047234 A	04-04-2000
		US 6516267 B1	04-02-2003
		US 2003125871 A1	03-07-2003
		US 2005149259 A1	07-07-2005
US 2016187144 A1	30-06-2016	AU 2015370592 A1	13-07-2017
		CN 107407564 A	28-11-2017
		EP 3238494 A1	01-11-2017
		KR 20170117038 A	20-10-2017
		US 2016187144 A1	30-06-2016
		WO 2016103041 A1	30-06-2016
EP 2657644 A1	30-10-2013	EP 2657644 A1	30-10-2013
		JP WO2012086821 A1	05-06-2014
		US 2013271607 A1	17-10-2013
		WO 2012086821 A1	28-06-2012