

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2019/155134 A1

(43) Date de la publication internationale
15 août 2019 (15.08.2019)

(51) Classification internationale des brevets :

B60W 30/12 (2006.01) *B60W 40/10* (2012.01)
B60W 50/00 (2006.01) *G08G 1/16* (2006.01)
G06K 9/00 (2006.01) *B60W 40/04* (2006.01)

(74) Mandataire : **FELIERS, Antoine** ; PSA Automobiles SA,
VEIP - VV1400 Route de Gisy, 78140 VELIZY VILLA-
COUBLAY (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2019/050107

(22) Date de dépôt international :

18 janvier 2019 (18.01.2019)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1851078 08 février 2018 (08.02.2018) FR

(71) Déposant : **PSA AUTOMOBILES SA** [FR/FR] ; 2-10
Boulevard de l'Europe, 78300 Poissy (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.

(72) Inventeurs : **RIZZO, Audrey** ; 6 RUE DES BOCHOUX,
92150 SURESNES (FR). **ATTIA, Rachid** ; 47 RUE DES
CHANTIERS, 78000 VERSAILLES (FR). **MAFRICA,
Stefano** ; 79 RUE BRILLAT-SAVARIN, 75013 PARIS 13
(FR). **MONOT, Nolwenn** ; 134 RUE DES PRÉS AUX
BOIS, 78220 VIROFLAY (FR).

(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), eurasién (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

(54) Title: METHOD OF DETERMINING THE TRAJECTORY OF A MOTOR VEHICLE IN THE ABSENCE OF GROUND MARKINGS

(54) Titre : PROCÉDE DE DETERMINATION DE LA TRAJECTOIRE D'UN VEHICULE AUTOMOBILE EN ABSENCE DE MARQUAGE AU SOL.

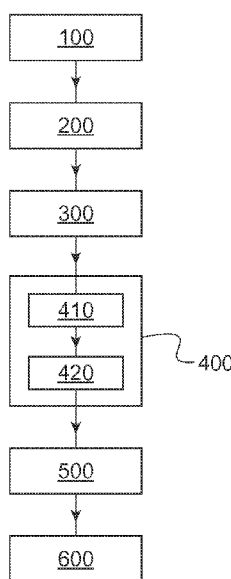


Fig.3

(57) Abstract: The invention relates to a method of determining the trajectory of a motor vehicle in the absence of ground markings, comprising the steps of establishing over a detection distance an occupation grid containing a plurality of points delimiting the free space in front of said vehicle (100), of carrying out an extrapolation of the trajectory of said vehicle over said detection distance (200), of separating the points of said grid into two series respectively containing the points situated on either side of the extrapolated trajectory (300), of filtering the two series of points in order to eliminate or to adjust the position of those not corresponding to a limit of the roadway (400), of establishing the profiles of the two virtual demarcation lines delimiting the roadway from the two said series (500), and of determining the trajectory of said vehicle over an anticipation distance greater than or equal to said detection distance from the profiles of said lines (600).

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de détermination de la trajectoire d'un véhicule automobile en absence de marquage au sol, comprenant les étapes d'établissement sur une distance de détection d'une grille d'occupation contenant une pluralité de points délimitant l'espace libre au devant dudit véhicule (100), de réalisation d'une extrapolation de la trajectoire dudit véhicule sur ladite distance de détection (200), de séparation des points de ladite grille en deux séries contenant respectivement les points situés de part et d'autre de la trajectoire extrapolée (300), de filtrage des deux séries de points afin de supprimer ou d'ajuster la position de ceux ne correspondant pas à une limite de la voie de circulation (400), d'établissement des profils des deux lignes de démarcation virtuelles délimitant la voie de circulation à partir des deux dites séries (500), et de détermination de la trajectoire dudit véhicule sur une distance d'anticipation supérieure ou égale à ladite distance de détection à partir des profils des dites lignes (600).

WO 2019/155134 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17(iv))*

Publiée:

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

PROCEDE DE DETERMINATION DE LA TRAJECTOIRE D'UN VEHICULE
AUTOMOBILE EN ABSENCE DE MARQUAGE AU SOL.

Domaine de l'invention

5 La présente invention concerne le domaine des systèmes d'assistance à la conduite pour véhicules automobiles. Elle vise en particulier un procédé de détermination de la trajectoire d'un véhicule automobile en absence de marquage au sol.

10 Arrière-plan de l'invention

Les systèmes d'assistance à la conduite sont désormais largement répandus dans les véhicules automobiles récents et connaissent un développement rapide.

Depuis peu, on commence à voir apparaître des systèmes
15 d'assistance à la conduite totalement autonomes contrôlant simultanément le déplacement longitudinal et le déplacement latéral du véhicule.

Tel est notamment le cas des systèmes d'assistance à la conduite sur autoroute communément désignés sous les acronymes HAD (pour
20 « Highway Automated Driving ») ou AHDA (pour « Automatic Highway Driving Assist ») et aptes à délester entièrement le conducteur dans des situations de trafic fluide (vitesse proche de la limite réglementaire) sur des routes à chaussées séparées.

Ces derniers comportent notamment un module d'assistance active
25 de maintien de trajectoire détectant les lignes de marquages au sol à l'aide de moyens optique tels qu'une caméra ou un lidar associés à un modèle numérique de reconnaissance.

Bien que ces modules d'assistance active de maintien de trajectoire deviennent de plus en plus performants de sorte à détecter
30 les lignes de marquages au sol dans des contextes difficiles, il en demeure néanmoins que ces derniers peuvent éprouver des difficultés pour assurer un guidage latéral convenable dans certaines situations particulières et notamment lorsque ces lignes sont sales, partiellement effacées, recouvertes par d'autres véhicules situés en amont (par

exemple, en cas d'embouteillage), ou bien encore lorsque la voie présente une courbure trop importante (par exemple, au niveau d'un rond-point).

On connaît également d'autres types de modules d'assistance active de maintien de trajectoire basés sur l'utilisation d'un récepteur d'information de géo-positionnement par satellite et d'une cartographie numérique référant l'ensemble des routes constituant le réseau routier et dont chacun des points ou tronçons de cette cartographie est associé à des données de route ADAS (pour Advanced Driving Assistance System) relatives à ce point ou tronçon (courbure, pente, nombre de 5 voies, la limitation de vitesse en vigueur, etc...).

Pour assurer un guidage latéral sûr du véhicule, ces derniers nécessitent l'utilisation d'une solution de géo-positionnement très précise dont le coût demeure prohibitif, ainsi que d'une cartographie 15 haute définition (c'est-à-dire présentant une densité de points élevée) non encore disponible pour la grande majorité des réseaux routiers existants.

La demande de brevet US 2014/0379164 A1 divulgue un dispositif d'assistance active de maintien de trajectoire d'un véhicule roulant sur 20 une voie de circulation d'une route délimitée par des lignes de marquage, comportant des moyens optiques surveillant l'environnement situé en avant du véhicule, un récepteur d'information de géo-positionnement par satellite apte à localiser la position du véhicule, une cartographie numérique du réseau routier associant à chaque point de cette 25 cartographie des données de route relatives à cette position.

Le dispositif est apte à établir un premier modèle de trajectoire établi à partir des lignes de démarcation de la voie de circulation détectées par les moyens optiques, ainsi qu'un second modèle de trajectoire établi à partir de la position du véhicule et des données issues 30 de la cartographie électronique.

Ce dispositif comprend également un module de vérification mesurant l'écart entre les deux modèles de sorte à déterminer un indice de confiance, ainsi qu'un module de sélection qui opte pour le premier modèle lorsque les lignes de démarcation sont détectées par les moyens

optiques, et qui opte pour le second modèle lorsque ces lignes ne sont pas détectées par les moyens optiques et que l'indice de confiance est supérieur à un niveau prédéterminé.

5 Toutefois, lorsque ces lignes ne sont pas détectées par les moyens optiques et que l'indice de confiance est inférieur au niveau prédéterminé, ce type de dispositif ne permet pas de déterminer de trajectoire pour le véhicule.

10 En outre, dans certaines situations particulières comme par exemple à l'intérieur d'un tunnel ou d'un chenal de péage), le récepteur d'information de géo-positionnement par satellite s'avère incapable de localiser la position du véhicule.

Objet et résumé de l'invention

La présente invention vise à améliorer la situation.

15 Elle propose à cet effet un procédé de détermination de la trajectoire d'un véhicule automobile en absence de marquage au sol, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- 20 - établissement, à partir des données provenant de moyens de détection de l'environnement au devant du véhicule et sur une distance de détection, d'une grille d'occupation bidimensionnelle contenant une pluralité de points délimitant l'espace libre au devant dudit véhicule ;
- réalisation d'une extrapolation de la trajectoire dudit véhicule sur ladite distance de détection ;
- 25 - séparation des points de ladite grille d'occupation en deux séries de points contenant respectivement les points situés de part et d'autre de la trajectoire extrapolée ;
- filtrage des deux séries de points de ladite grille d'occupation afin de supprimer ou d'ajuster la position de ceux ne correspondant pas à une limite de la voie de circulation ;
- 30 - établissement, sur ladite distance de détection, des profils des deux lignes de démarcation virtuelles délimitant la voie de circulation à partir des deux dites séries de points ; et

- détermination de la trajectoire dudit véhicule sur une distance d'anticipation supérieure ou égale à ladite distance de détection à partir des profils des dites lignes de démarcation.

Le procédé selon l'invention permet ainsi, sans faire appel à une cartographie associée à récepteur d'information de géo-positionnement par satellite, de déterminer la trajectoire que doit suivre le véhicule lorsque le marquage au sol est absent ou non visible.

Ce procédé s'avère ainsi particulièrement utile dans certaines situations particulières où le récepteur d'information de géo-positionnement par satellite s'avère incapable de localiser la position du véhicule, et notamment à l'intérieur d'un tunnel ou d'un chenal de péage.

Selon des caractéristiques préférées du procédé selon l'invention, prises seules ou en combinaison :

- ladite distance de détection est comprise entre 50 et 200 mètres ;
- ladite étape de filtrage comporte une sous-étape consistant, pour chacune des deux dites séries, à supprimer les groupes de points successifs dont les composantes longitudinales présentent un écart inférieur à un delta prédéterminé ;
- ledit delta prédéterminé est compris entre 20 et 80 cm ;
- ladite étape de filtrage comporte une sous-étape consistant, pour chacune des deux séries, à comparer successivement deux à deux dans le sens longitudinal et en partant du niveau dudit véhicule, l'écartement latéral des points de cette série vis-à-vis de l'axe longitudinal dudit véhicule, le second point de chaque couple de points comparés étant ramené latéralement au niveau du premier point lorsque l'écartement latéral dudit second point vis-à-vis dudit axe longitudinal est supérieur à celui dudit premier point ;
- le nombre de points successifs ramenés latéralement est limité à une fenêtre longitudinale maximale ;
- la dite fenêtre longitudinale maximale est comprise entre 5 et 50 mètres ;

- ladite extrapolation de la trajectoire dudit véhicule est déterminée à partir de l'angle initial de braquage du volant ou de la vitesse initiale de lacet ;

5 - le profil de chacune des dites lignes de démarcation est obtenu en les approximant chacune par une fonction polynomiale au troisième degré correspondante dans un espace affine plan ; et/ou

- les paramètres de chacune des dites fonctions polynomiales sont déterminés à partir des points de la série correspondante.

10 Brève description des dessins

L'exposé de l'invention sera maintenant poursuivi par la description détaillée d'un exemple de réalisation, donnée ci-après à titre illustratif mais non limitatif, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

15 - la figure 1 est un diagramme fonctionnel d'un système d'assistance automatisée à la conduite intégrant un dispositif d'assistance active de maintien de trajectoire ; et

20 - la figure 2 représente une grille d'occupation bidimensionnelle contenant une pluralité de points délimitant l'espace libre au devant dudit véhicule ; et

- la figure 3 est un organigramme du procédé selon l'invention de détermination de la trajectoire d'un véhicule automobile en absence de marquage au sol.

25 Description détaillée

30 En référence à la figure 1, le système d'assistance automatisée à la conduite 1 comporte un module de détection 10, un module d'actionnement 20, un module d'évaluation du contexte environnemental de conduite 30, un module de navigation 40, ainsi qu'une unité de pilotage 50.

Le module de détection 10 comporte des moyens de détection de l'environnement situé en avant du véhicule comprenant au moins une caméra vidéo 11 implantée derrière le pare-brise.

En variante, le module de détection 10 peut comporter un lidar 12 en remplacement ou en plus de la ou des caméras vidéo 11.

Le module 10 comprend en outre une pluralité de capteurs mesurant certains paramètres internes de conduite tels que la vitesse
5 instantanée du véhicule, l'angle de braquage du volant ou encore la vitesse de lacet.

Le module d'actionnement 20 comporte une pluralité d'actionneurs aptes à agir sur la direction, l'accélération, le freinage et la boîte de vitesse pour assurer une conduite entièrement automatisée du véhicule.

10 Le module d'évaluation du contexte environnemental de conduite 30 est apte à déterminer à partir des données fournies par le module de détection 10 le type de route empruntée (autoroute, voie rapide ou bien route secondaire), le marquage au sol lorsqu'il est présent et visible (couleur, largeur et espacement des lignes), le niveau de fluidité du
15 trafic routier et la présence éventuelle d'une barrière ou d'un terre-plein central de séparation entre les deux sens de circulation.

Ce module 30 est également apte à établir, à partir des données transmises par le module de détection 10, une grille d'occupation bidimensionnelle (voir figure 2) contenant une pluralité de points
20 délimitant l'espace libre au devant dudit véhicule (ou « freespace » selon le terme anglo-saxon communément utilisé) et correspondant à la zone libre située au devant du véhicule et à l'intérieur de laquelle ce véhicule peut manœuvrer sans entrer en collision avec les obstacles environnants.

Cette grille d'occupation bidimensionnelle est dotée d'un repère
25 cartésien (X,Y) centré sur le véhicule, et comprenant une pluralité de points correspondant chacun à la position de l'obstacle le plus proche du véhicule détecté par la caméra 11 sur un secteur angulaire prédéterminée.

Par exemple, si l'on souhaite obtenir une grille d'occupation
30 contenant 100 points pour une caméra présentant un angle de détection de 140°, chaque point correspondra à un secteur angulaire de 1,4°.

Le module de navigation 40 comprend un récepteur d'information de géo-positionnement par satellite 41 apte à déterminer la position du

véhicule, une cartographie numérique 42 et un système de calcul d'itinéraire 43.

Le récepteur d'information de géo-positionnement par satellite 41 est un récepteur utilisant le système GPS (Global Positioning System) qui
5 capte les signaux radio transmis par au moins trois satellites du système GPS et peut, en calculant les temps de propagation de ces signaux entre les satellites et lui, connaître sa distance par rapport à ceux-ci et, par trilatération, déterminer la position du véhicule placé en visibilité des satellites.

10 En variante, le récepteur de géo-positionnement par satellite 41 peut utiliser un autre système de géo-positionnement par satellite (GNSS), tel que par exemple le système GLONASS, le système BEIDOU ou encore le système GALILEO.

La cartographie numérique 42 référence l'ensemble des routes
15 constituant le réseau routier sous la forme de points plus ou moins espacés et reliés entre eux, en associant pour chacun de ses points des données complémentaires ADAS (pour Advanced Driving Assistance System) relatives à la classification de la route, à sa géométrie (courbure, pente, etc.), au nombre de voies qu'elle comporte ou bien
20 encore à la limitation de vitesse en vigueur.

Cette cartographie 42 est stockée dans une mémoire locale de type disque dur ou flash, ou bien sur un serveur distant. L'ensemble des informations qu'il contient peut-être mis à jour par des moyens de communication ou des moyens de lecture d'un support de données.

25 Le module de calcul d'itinéraire 43 comporte un calculateur apte à déterminer un itinéraire sur le réseau routier depuis un point de départ défini par l'utilisateur ou correspondant à la position actuelle du véhicule, et jusqu'à un point de destination sélectionné par l'utilisateur.

L'unité de pilotage 50 qui gère la conduite autonome du véhicule,
30 comporte au moins un calculateur associé à des moyens de stockage comprenant de la mémoire non volatile de type EEPROM ou FLASH et de la mémoire vive.

Lorsque le contexte évalué par le module d'évaluation du contexte environnemental de conduite 40 s'y prête (par exemple, en cas de trafic dense ou d'embouteillage lorsque le véhicule circule sur une route à chaussées séparées), l'unité de pilotage 50 est apte à commander le module d'actionnement 20 pour assurer une conduite entièrement autonome du véhicule.

En particulier, le contrôle du déplacement latéral du véhicule est piloté par un module d'assistance active de maintien de trajectoire 51 intégré à cette unité de pilotage.

10 Selon l'invention, la mémoire non volatile de l'unité de pilotage 50 stocke un processus de détermination sur une distance d'anticipation de la trajectoire d'un véhicule automobile en absence de marquage au sol.

On va maintenant décrire en détails et à l'appui de l'organigramme de la figure 3, les différentes étapes de ce processus qui est mis en œuvre de manière périodique (suivant une période prédéterminée 15 comprise de préférence entre 20 et 100 millisecondes et avantageusement égal à 40 millisecondes) lorsque le mode d'assistance à la conduite entièrement autonome est activé, en l'absence de marquages au sol et de données de géo-positionnement par satellite (par exemple lorsque le véhicule pénètre à l'intérieur d'un tunnel ou d'un 20 chenal de péage).

La première étape 100 de ce processus consiste à établir, à partir des données provenant des moyens de détection de l'environnement au devant du véhicule (c'est-à-dire en l'espèce, de la caméra 11) et sur une 25 distance de détection comprise par exemple entre 50 et 200 mètres, une grille d'occupation bidimensionnelle contenant une pluralité de points délimitant l'espace libre au devant dudit véhicule.

Cette grille d'occupation est représentée dans un espace affine plan muni d'un repère cartésien centré sur le véhicule et dont l'axe 30 longitudinal est confondu avec celui du véhicule.

La figure 2 illustre un exemple d'une telle grille d'occupation réalisée sur une distance de détection de 100 mètres.

Le module d'assistance active de maintien de trajectoire 51 réalise ensuite une extrapolation de la trajectoire du véhicule sur la distance de 35 détection (étape 200).

De manière avantageuse et tel qu'illustré sur l'exemple de la figure 2, cette trajectoire extrapolée est en arc de cercle dont la courbure (et donc le rayon de ce cercle) est déterminée à partir de l'angle de braquage initial du volant (i.e. : l'angle de braquage du volant à l'origine du repère, c'est-à-dire à $X=0$) ou de la vitesse initiale de lacet (i.e. : la vitesse de lacet à l'origine du repère, c'est-à-dire à $X=0$) et en supposant que la cinématique du véhicule épouse un modèle numérique simple de type bicyclette.

En variante et afin de faciliter les calculs, la trajectoire extrapolée pourra correspondre simplement à l'axe du véhicule, c'est-à-dire à l'axe longitudinal du repère de la grille d'occupation.

Le processus sépare ensuite les points de la grille d'occupation en deux séries de points contenant respectivement les points situés de part et d'autre de la trajectoire extrapolée (étape 300).

Sur l'exemple de la figure 2, les points situés à gauche de la trajectoire extrapolée T_e correspondront ainsi à la première série, tandis que ceux situés à sa droite correspondront à la seconde série.

Un filtrage est ensuite effectué sur chacune des deux séries de points de la grille d'occupation afin de supprimer ou d'ajuster la position de ceux ne correspondant pas à une limite de la voie de circulation (étape 400).

Cette étape de filtrage est effectuée en deux sous-étapes successives 410 et 420.

La première sous-étape de filtrage 410 consiste, pour chacune des deux séries, à supprimer les groupes de points successifs dont les composantes longitudinales présentent un écart inférieur à un delta prédéterminé compris par exemple entre 20 et 80 cm, ces groupes de points pouvant par exemple correspondre au fond de l'espace libre, au devant ou à l'arrière d'un véhicule.

Ainsi, si on prend pour exemple la première série de la grille d'occupation de la figure 2, les points 10 à 14 seront supprimés.

La seconde sous-étape de filtrage 420 consiste, pour chacune des deux séries, à comparer successivement deux à deux dans le sens longitudinal et en partant du niveau du véhicule (c'est-à-dire de l'axe

latéral Y du repère de la grille), l'écartement latéral des points de cette série vis-à-vis de l'axe longitudinal X du véhicule et du repère.

Pour chaque couple de points comparés, si l'écartement latéral du second point vis-à-vis de l'axe longitudinal X est inférieur ou égal à celui du premier point, alors la position de ce second point ne sera pas
5 modifiée.

Au contraire, si l'écartement latéral de ce second point vis-à-vis de l'axe longitudinal X est supérieur à celui du premier point, alors ce second point sera ramené latéralement vers cet axe longitudinal X au
10 niveau du premier point.

Il est à noter qu'à chaque nouvelle comparaison de couple de points, c'est la position actualisée du premier point suite à la comparaison précédente qui sera prise en compte.

Ainsi, si on prend pour exemple la première série de la grille
15 d'occupation de la figure 2, la position du point 2 (respectivement 3) ne sera pas modifiée car ce dernier se situe plus près de l'axe longitudinal X que le point 1 (respectivement 2).

Le point 4, se trouvant initialement plus éloigné de l'axe longitudinal X que le point 3, sera quant à lui ramené latéralement à la
20 même ordonnée que ce point 3 comme indiqué par la flèche.

Il en sera de même pour le point 5 (respectivement 6, 7, 8 et 9) se trouvant initialement plus éloigné de l'axe longitudinal X que le point 4 actualisé (respectivement 5, 6, 7 et 8).

Enfin, les points 15 à 21 se trouvant initialement chacun plus
25 proche ou à égale distance de l'axe longitudinal X que le point précédent correspondant ne seront pas déplacés.

De manière avantageuse et afin de limiter l'amplitude des pertes de données, le nombre de points successifs ramenés latéralement est limité à une fenêtre longitudinale maximale f comprise par exemple entre
30 5 et 50 mètres.

Dans l'exemple de la figure 2, cette fenêtre longitudinale maximale F s'étend sur 40 mètres ce qui n'a pas d'impact sur la première série de points car l'écart longitudinal e_1 entre les points 4 et 9 est inférieur à cette distance.

Par contre, sur la seconde série de points, le point 13 et les suivants 14, 15 ne seront pas ramenés latéralement au niveau du point 6 et des points 7 à 12 actualisés car l'écart longitudinal e_2 entre les points 7 à 13 est supérieur à cette fenêtre longitudinale maximale F.

5 La position latérale du point 13 demeurant inchangée, celle du point 14 le restera également car ce dernier se situe plus près de l'axe longitudinal X que ce point 13.

Celle du point 15 ne sera non plus modifiée pour la même raison (ce dernier se situant plus près de l'axe longitudinal X que ce point 14).

10 Une fois l'étape de filtrage terminée, le module d'assistance active de maintien de trajectoire 51 établit sur la distance de détection, les profils de deux lignes de démarcation virtuelles délimitant la voie de circulation du véhicule à partir des deux séries de points (étape 500).

Plus précisément, le profil des deux lignes de démarcation est
15 obtenu en les approximant chacune par une fonction polynômiale au troisième degré correspondante dans un espace affine plan muni d'un repère cartésien (X, Y) centré sur le véhicule :

$$Y = \frac{1}{6} (\text{dérivée initiale de la courbure}) X^3 + \frac{1}{2} (\text{courbure initiale}) X^2 + (\text{cap initial}) X + Y_0$$

20

où :

- X et Y correspondent respectivement aux composantes longitudinale et latérale d'un point appartenant à cette ligne de démarcation ;

25 - la dérivée initiale de la courbure correspond à la valeur de la dérivée de la courbure à l'origine du repère, c'est-à-dire au niveau du véhicule à X=0 ;

- la courbure initiale correspond à la valeur de la dérivée de la courbure à l'origine du repère, c'est-à-dire au niveau du véhicule à
30 X=0 ;

- le cap (ou angle de lacet) initial correspond à la valeur du cap à l'origine du repère, c'est-à-dire au niveau du véhicule à X=0 ; et

- Y_0 correspondant à la position latérale initiale de la ligne de démarcation à l'origine du repère, c'est-à-dire au niveau du véhicule à $X=0$.

5 Les paramètres de chacune des deux fonctions correspondant aux deux lignes de démarcation (à savoir, la position latérale initiale Y_0 , le cap initial, la courbure initiale et la dérivée initiale de la courbure) sont déterminés en utilisant la méthode des moindres carrés à partir des points de la série correspondante.

10 Sur l'exemple de la figure 2, les profils correspondants à ces deux lignes de démarcation sont référencés L_1 et L_2 .

A partir des profils de ces deux lignes de démarcation de la voie de circulation, le processus détermine enfin la trajectoire que va réellement suivre le véhicule sur une distance d'anticipation
15 prédéterminée supérieure ou égale à la distance de détection (étape 600), en faisant par exemple en sorte que ce véhicule demeure en permanence centré sur cette voie de circulation.

Cette distance d'anticipation sera par exemple comprise entre 100 et 200 m.

20 Selon des variantes de réalisation, cette distance d'anticipation peut également varier en fonction de la vitesse du véhicule et correspondre par exemple à la distance parcourue par ce véhicule pendant une durée prédéfinie comprise avantageusement entre 2 et 4 secondes et de préférence égale à 3 secondes.

25 D'une manière générale, on rappelle que la présente invention ne se limite pas aux formes de réalisation décrites et représentées, mais qu'elle englobe toute variante d'exécution à la portée de l'homme du métier.

REVENDEICATIONS

- 1.** Procédé de détermination de la trajectoire d'un véhicule automobile, circulant sur une voie de circulation, en absence de marquage au sol, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
- établissement, à partir des données provenant de moyens de détection (11) de l'environnement au devant du véhicule et sur une distance de détection, d'une grille d'occupation bidimensionnelle contenant une pluralité de points délimitant l'espace libre au devant dudit véhicule (100) ;
 - réalisation d'une extrapolation de la trajectoire dudit véhicule (T_e) sur ladite distance de détection (200) ;
 - séparation des points de ladite grille d'occupation en deux séries de points contenant respectivement les points situés de part et d'autre de la trajectoire extrapolée (300) ;
 - filtrage des deux séries de points de ladite grille d'occupation afin de supprimer ou d'ajuster la position de ceux ne correspondant pas à une limite de la voie de circulation (400) ;
 - établissement, sur ladite distance de détection, des profils (L_1, L_2) des deux lignes de démarcation virtuelles délimitant la voie de circulation à partir des deux dites séries de points (500) ; et
 - détermination de la trajectoire dudit véhicule sur une distance d'anticipation supérieure ou égale à ladite distance de détection à partir des profils des dites lignes de démarcation (600).
- 2.** Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite distance de détection est comprise entre 50 et 200 mètres.
- 3.** Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite étape de filtrage (400) comporte une sous-étape (410) consistant, pour chacune des deux dites séries, à supprimer les groupes de points successifs dont les composantes longitudinales présentent un écart inférieur à un delta prédéterminé.
- 4.** Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit delta prédéterminé est compris entre 20 et 80 cm.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ladite étape de filtrage (400) comporte une sous-étape (420) consistant, pour chacune des deux séries, à comparer successivement deux à deux dans le sens longitudinal et en partant du niveau dudit véhicule, l'écartement latéral des points de cette série vis-à-vis de l'axe longitudinal dudit véhicule, le second point de chaque couple de points comparés étant ramené latéralement au niveau du premier point lorsque l'écartement latéral dudit second point vis-à-vis dudit axe longitudinal est supérieur à celui dudit premier point.

10 **6.** Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le nombre de points successifs ramenés latéralement est limité à une fenêtre longitudinale maximale (F).

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que ladite fenêtre longitudinale maximale (F) est comprise entre 5 et 50
15 mètres.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que ladite extrapolation de la trajectoire dudit véhicule (T_e) est déterminée à partir de l'angle initial de braquage du volant ou de la vitesse initiale de lacet.

20 **9.** Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le profil de chacune des dites lignes de démarcation (L_1 , L_2) est obtenu en les approximant chacune par une fonction polynomiale au troisième degré correspondante dans un espace affine plan.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que les
25 paramètres de chacune des dites fonctions polynomiales sont déterminés à partir des points de la série correspondante.

Fig.1

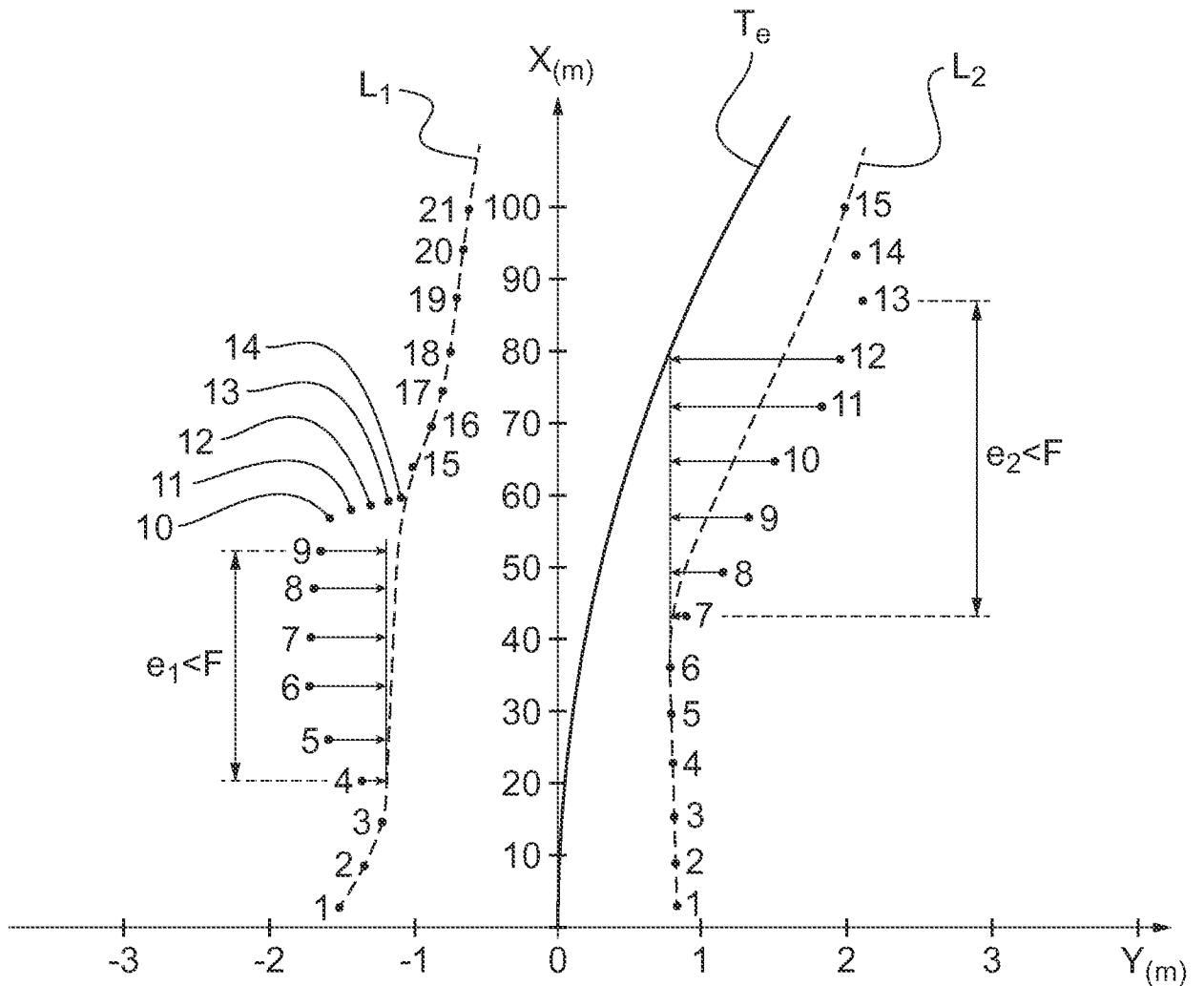
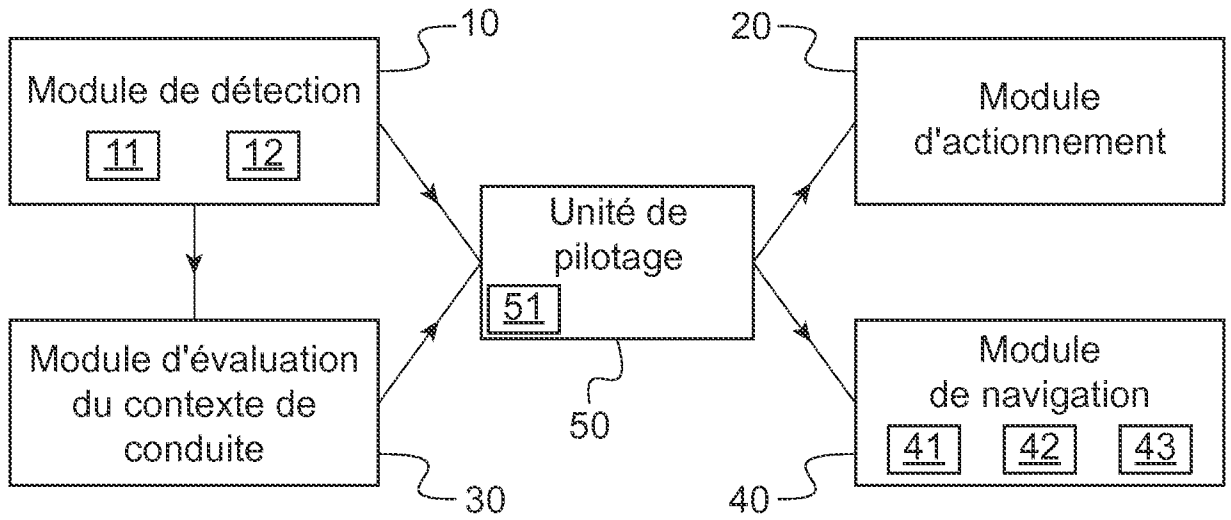


Fig.2

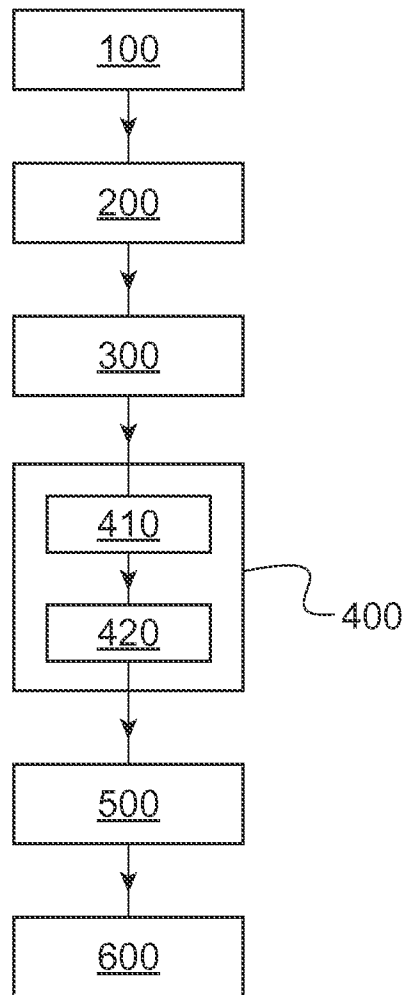


Fig.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2019/050107

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>B60W 30/12</i> (2006.01)i; <i>B60W 50/00</i> (2006.01)i; <i>G06K 9/00</i> (2006.01)i; <i>B60W 40/10</i> (2012.01)i; <i>G08G 1/16</i> (2006.01)i; <i>B60W 40/04</i> (2006.01)i		
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) B60W; G06K; 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	WO 2010127650 A1 (CONTI TEMIC MICROELECTRONIC [DE]; CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]); 11 November 2010 (2010-11-11)	1,2,4,6,7
Y	claims 1,2,3,7,8,10 figures 1,2 pages 4-7	8-10
Y	DE 102008036009 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 01 October 2009 (2009-10-01) paragraph [0018]; claims 1,2,3,4,5	8
A	EP 3179270 A1 (DELPHI TECH INC [US]) 14 June 2017 (2017-06-14) paragraphs [0001], [0008] - [0009], [0018] - [0019] figures 1,2	1-10
Y	US 2008291276 A1 (RANDLER MARTIN [DE]) 27 November 2008 (2008-11-27)	8
A	paragraphs [0004] - [0005], [0015] - [0016], [0027] - [0032]	5
Y	US 2013173232 A1 (MEIS URBAN [DE] ET AL) 04 July 2013 (2013-07-04) paragraphs [0017], [0026]	9,10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 26 February 2019		Date of mailing of the international search report 14 March 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Laiou, M Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2019/050107

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102013002889 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 21 August 2014 (2014-08-21) paragraphs [0004] - [0008]	1-10
<hr/>		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2019/050107

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2010127650	A1	11 November 2010	DE 112010000146 A5	06 June 2012
				WO 2010127650 A1	11 November 2010
DE	102008036009	A1	01 October 2009	NONE	
EP	3179270	A1	14 June 2017	CN 106853825 A	16 June 2017
				EP 3179270 A1	14 June 2017
				US 2017160744 A1	08 June 2017
US	2008291276	A1	27 November 2008	DE 10349631 A1	19 May 2005
				EP 1680317 A1	19 July 2006
				US 2008291276 A1	27 November 2008
				WO 2005039957 A1	06 May 2005
US	2013173232	A1	04 July 2013	DE 102010020984 A1	20 October 2011
				DE 112011100146 A5	20 September 2012
				EP 2561419 A1	27 February 2013
				JP 2013530435 A	25 July 2013
				US 2013173232 A1	04 July 2013
				WO 2011131165 A1	27 October 2011
DE	102013002889	A1	21 August 2014	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2019/050107

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B60W30/12 B60W50/00 G06K9/00 B60W40/10 G08G1/16 B60W40/04 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) B60W G06K 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	WO 2010/127650 A1 (CONTI TEMIC MICROELECTRONIC [DE]; CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE];) 11 novembre 2010 (2010-11-11) revendications 1,2,3,7,8,10 figures 1,2 pages 4-7	1,2,4,6,7
Y	----- DE 10 2008 036009 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 1 octobre 2009 (2009-10-01) alinéa [0018]; revendications 1,2,3,4,5	8-10
Y	----- DE 10 2008 036009 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 1 octobre 2009 (2009-10-01) alinéa [0018]; revendications 1,2,3,4,5	8
A	----- EP 3 179 270 A1 (DELPHI TECH INC [US]) 14 juin 2017 (2017-06-14) alinéas [0001], [0008] - [0009], [0018] - [0019] figures 1,2 ----- -/--	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> 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
26 février 2019		14/03/2019
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Laiou, M

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 2008/291276 A1 (RANDLER MARTIN [DE]) 27 novembre 2008 (2008-11-27)	8
A	alinéas [0004] - [0005], [0015] - [0016], [0027] - [0032] -----	5
Y	US 2013/173232 A1 (MEIS URBAN [DE] ET AL) 4 juillet 2013 (2013-07-04)	9,10
A	alinéas [0017], [0026] ----- DE 10 2013 002889 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 21 août 2014 (2014-08-21)	1-10
	alinéas [0004] - [0008] -----	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2019/050107

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2010127650 A1	11-11-2010	DE 112010000146 A5 WO 2010127650 A1	06-06-2012 11-11-2010

DE 102008036009 A1	01-10-2009	AUCUN	

EP 3179270 A1	14-06-2017	CN 106853825 A EP 3179270 A1 US 2017160744 A1	16-06-2017 14-06-2017 08-06-2017

US 2008291276 A1	27-11-2008	DE 10349631 A1 EP 1680317 A1 US 2008291276 A1 WO 2005039957 A1	19-05-2005 19-07-2006 27-11-2008 06-05-2005

US 2013173232 A1	04-07-2013	DE 102010020984 A1 DE 112011100146 A5 EP 2561419 A1 JP 2013530435 A US 2013173232 A1 WO 2011131165 A1	20-10-2011 20-09-2012 27-02-2013 25-07-2013 04-07-2013 27-10-2011

DE 102013002889 A1	21-08-2014	AUCUN	
