

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

22 Date de dépôt : 05.12.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 07.06.24 Bulletin 24/23.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : Renault s.a.s Société par actions sim-
plifiées — FR.

72 Inventeur(s) : CAMARDA Federico et PAPAMICHAIL
Chrysanthi.

73 Titulaire(s) : Renault s.a.s Société par actions simpli-
fiées.

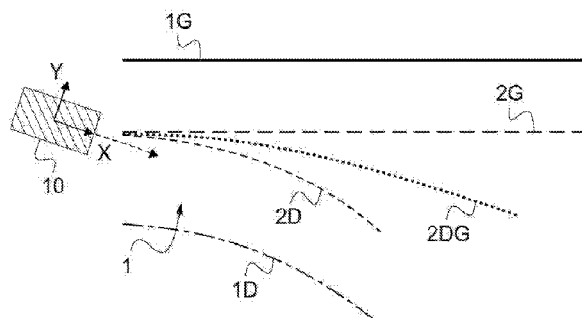
74 Mandataire(s) : Jacobacci Coralie Harle.

54 Procédé de détection d'une ligne centrale d'une voie de circulation et de pilotage d'un véhicule automobile.

57 L'invention concerne un procédé de pilotage d'un vé-
hicule automobile (10) circulant sur une route comprenant
au moins une voie de circulation (1), le procédé comprenant
des étapes, mises en œuvre en boucle à des pas de temps
successifs par une unité électronique et/ou informatique:
a) de tentative d'acquisition d'informations caractérisant
deux lignes de bord (1D, 1G) délimitant ladite voie de cir-
culation, b) si les informations ont été acquises, de caracté-
risation d'au moins une ligne centrale de ladite voie de
circulation en fonction desdites informations, et c) de dé-
termination d'une consigne de pilotage d'un actionneur de
direction du véhicule automobile, en fonction de ladite ligne
centrale.

Selon l'invention, si, lors de la mise en œuvre de l'étape
a) à un pas de temps courant, les informations caractérisant
l'une au moins des deux lignes de bord n'ont pas pu être ac-
quises, à l'étape b), ladite ligne centrale est caractérisée en
fonction des informations acquises à un pas de temps pré-
cédent.

Figure pour l'abrégi : Fig.2



Description

Titre de l'invention : Procédé de détection d'une ligne centrale d'une voie de circulation et de pilotage d'un véhicule automobile

Domaine technique de l'invention

- [0001] La présente invention concerne de manière générale les aides au pilotage.
- [0002] Elle s'applique plus particulièrement aux voitures et autres engins motorisés circulant sur routes, mais s'applique également à d'autres domaines tels que la robotique.
- [0003] L'invention concerne un procédé de pilotage d'un véhicule automobile circulant sur une route comprenant au moins une voie de circulation, ce procédé comprenant des étapes, mises en œuvre en boucle à des pas de temps successifs par une unité électronique et/ou informatique :
- a) de tentative d'acquisition d'informations caractérisant deux lignes de bord délimitant ladite voie de circulation,
 - b) si les informations ont été acquises, de caractérisation d'au moins une ligne centrale de ladite voie de circulation en fonction desdites informations, et
 - c) de détermination d'une consigne de pilotage d'un actionneur de direction du véhicule automobile, en fonction de ladite ligne centrale.
- [0004] L'invention concerne également un véhicule automobile adapté à mettre en œuvre un tel procédé.

Etat de la technique

- [0005] Dans un souci de sécurisation des véhicules automobiles, on équipe actuellement ces derniers de systèmes d'aide à la conduite voire de systèmes de conduite hautement automatisée.
- [0006] Il s'agit typiquement de systèmes de maintien au centre de la voie (plus connus sous l'acronyme anglais de LCA pour « Lane Centering Assist »), de systèmes de régulation de vitesse adaptative...
- [0007] Nombre de ces systèmes ont besoin, pour fonctionner, de connaître la position de la ligne centrale de la voie de circulation empruntée par le véhicule, voire aussi les positions des lignes centrales d'autres voies de circulation (par exemple celle vers laquelle le véhicule se dirige lorsqu'il change de voie).
- [0008] Actuellement, il est connu d'utiliser un capteur, tel qu'une caméra, qui embarque des moyens de traitement d'images afin de déterminer les positions des lignes de bord délimitant chaque voie de circulation de la route empruntée par le véhicule. Un calculateur peut alors, sur la base de ces positions, déterminer la position de la ligne centrale de chaque voie de circulation.
- [0009] L'inconvénient est qu'en cas de défaut de détection de l'une au moins des deux

lignes bordant une voie de circulation, le calculateur ne sera plus en mesure de caractériser la ligne centrale.

[0010] Dans cette éventualité, la solution la plus commune consiste à désactiver les systèmes d'aide à la conduite précités afin d'éviter qu'ils ne soient sources d'accidents. On comprend que cette solution s'avère toutefois inconfortable pour le conducteur, puisque ce dernier est alors forcé de reprendre en main le pilotage du véhicule puis de réactiver manuellement, dès que cela est à nouveau possible, les systèmes d'aide à la conduite.

[0011] Une autre solution consiste à déterminer la position de la ligne centrale compte tenu de la position GPS du véhicule et d'une cartographie à jour des lieux, de façon à ne pas désactiver les systèmes d'aide à la conduite. Malheureusement, cette solution s'avère trop imprécise pour permettre de mettre en œuvre ces systèmes de façon aussi sécurisée que souhaité.

Présentation de l'invention

[0012] Afin de remédier à l'inconvénient précité de l'état de la technique, la présente invention propose, en cas de non-détection de l'une au moins des deux lignes bordant la voie de circulation, de caractériser la ligne centrale compte tenu des informations relatives aux lignes de bord qui avaient été obtenues plus tôt.

[0013] Plus particulièrement, on propose selon l'invention un procédé tel que défini dans l'introduction, dans lequel si, lors de la mise en œuvre de l'étape a) à un pas de temps courant, les informations caractérisant l'une au moins des deux lignes de bord n'ont pas pu être acquises, à l'étape b), ladite ligne centrale est caractérisée en fonction des informations acquises à un pas de temps précédent.

[0014] Ainsi, grâce à l'invention, la position de la ligne centrale reste disponible même en cas de non-détection passagère de l'une ou des deux lignes de bord délimitant la voie de circulation. Dès lors, les fonctions qui s'appuient sur cette position (fonction LCA, LKA...) peuvent rester activées plus longtemps, si bien que le conducteur n'aura pas à les réactiver dès que, pour une raison ou une autre, les lignes de bord n'ont pas pu être détectées. Si la situation perdure, cette solution permet en outre une désactivation plus douce de ces fonctions, ce qui permettra notamment d'avertir le conducteur en avance afin de lui laisser le temps de s'imprégner de son environnement avant de reprendre en main la conduite du véhicule.

[0015] Un autre avantage de la solution proposé est qu'elle n'implique aucun surcoût puisqu'elle s'appuie sur des données déjà disponibles pour la mise œuvre standard de la détection des lignes de bord d'une voie de circulation. Elle ne s'appuie en outre sur aucune donnée tierce nécessitant une connectivité avec d'autres véhicules ou des infrastructures routière.

[0016] D'autres caractéristiques avantageuses et non limitatives du procédé conforme à l'invention, prises individuellement ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles, sont les suivantes :

- si, à l'étape a), les informations caractérisant les deux lignes de bord ont été acquises, il est prévu à l'étape b) des sous-étapes de :

- ⌘ acquisition de données relatives à la posture et/ou au déplacement du véhicule automobile sur la route,

- ⌘ création d'au moins deux lignes centrales candidates situées entre les deux lignes de bord, au cours de laquelle ladite unité électronique et/ou informatique calcule des coefficients caractérisant lesdites au moins deux lignes centrales candidates en fonction des informations acquises à l'étape a), et

- ⌘ sélection, en tant que ligne centrale, d'une des lignes centrales candidates en fonction des données acquises ;

- si, lors de la mise en œuvre de l'étape a) à un pas de temps courant, les informations caractérisant une seule des deux lignes de bord ont été acquises, à savoir la ligne de bord délimitant un côté droit ou respectivement gauche de la voie de circulation, à l'étape b), la ligne centrale est déduite de la ligne centrale candidate qui a été créée au pas de temps précédent et qui est celle située le plus à droite ou respectivement le plus à gauche de la voie de circulation ;

- si, lors de la mise en œuvre de l'étape a) à un pas de temps courant, aucune information caractérisant les lignes de bord n'a été acquise et si les informations caractérisant les deux lignes de bord ont pu être acquises au pas de temps précédent, l'une des lignes centrales candidates créées au pas de temps précédent est sélectionnée et la ligne centrale est déduite de la ligne centrale candidate sélectionnée ;

- il est prévu de calculer, pour chacune des lignes centrales candidates créées au pas de temps précédent, une probabilité d'existence en fonction au moins de matrices de covariance associées aux lignes centrales candidates, puis la ligne centrale candidate sélectionnée est celle qui a la plus grande probabilité d'existence ;

- si, lors de la mise en œuvre de l'étape a) à un pas de temps courant, aucune information caractérisant les lignes de bord n'a été acquise et si, au pas de temps précédent, les informations caractérisant l'une au moins des deux lignes de bord n'ont pas pu être acquises, la ligne centrale candidate sélectionnée au pas de temps précédent est sélectionnée au pas de temps courant ;

- les coefficients caractérisant une partie au moins des lignes centrales candidates sont calculés en fonction uniquement des informations caractérisant une seule des deux lignes de bord et d'une largeur de la voie de circulation ;

- si, lors de la mise en œuvre de l'étape a) au pas de temps courant, les informations caractérisant l'une au moins des deux lignes de bord n'ont pas pu être acquises, à

l'étape b), après que la ligne centrale a été caractérisée, il est prévu des sous étapes de :

- ⌘ acquisition de données relatives au déplacement du véhicule automobile entre le pas de temps précédent et le pas de temps courant,
- ⌘ modification de la ligne centrale en exécutant un calcul de changement de repère en fonction des données acquises ;
- lors de la sous-étape de modification, une partie de la ligne centrale est supprimée, ladite partie étant celle ayant été dépassée par le véhicule automobile au pas de temps courant.

[0017] L'invention propose également un véhicule automobile comportant des moyens d'acquisition d'informations caractérisant deux lignes de bord d'une voie de circulation d'une route empruntée par le véhicule automobile et au moins un actionneur de pilotage du véhicule automobile, ainsi qu'un calculateur adapté à mettre en œuvre un procédé tel que précité.

[0018] Bien entendu, les différentes caractéristiques, variantes et formes de réalisation de l'invention peuvent être associées les unes avec les autres selon diverses combinaisons dans la mesure où elles ne sont pas incompatibles ou exclusives les unes des autres.

Description détaillée de l'invention

[0019] 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.

[0020] Sur les dessins annexés :

[0021] [Fig.1] est une vue schématique d'un véhicule automobile adapté à mettre en œuvre un procédé conforme à la présente invention ;

[0022] [Fig.2] est une vue schématique de dessus du véhicule automobile de la [Fig.1], sur laquelle apparaissent des lignes centrales et de bord d'une voie de circulation ;

[0023] [Fig.3] est un schéma-bloc illustrant les différentes étapes d'un procédé conforme à la présente invention ;

[0024] [Fig.4] est une vue schématique de dessus du véhicule automobile de la [Fig.1], représenté en deux positions successives le long de la voie de circulation de la [Fig.2].

[0025] Sur la [Fig.1], on a représenté un véhicule 10 automobile adapté à mettre en œuvre l'invention.

[0026] Il s'agit ici d'une voiture. En variante, il pourrait s'agir d'un autre type de véhicule (camion, moto...).

[0027] Ici, ce véhicule 10 comporte classiquement un habitacle dans lequel se trouvent notamment un siège pour le conducteur 20 du véhicule, une planche de bord avec un écran d'affichage, et un volant 12.

[0028] Ce véhicule 10 comporte un groupe motopropulseur, un système de freinage et un

système de direction permettant de faire tourner le véhicule (non visibles sur la figure). Classiquement, le système de direction comporte un actionneur de direction assistée pilotable électroniquement, le groupe motopropulseur comporte un actionneur de commande de moteur pilotable électroniquement, et le système de freinage comporte un actionneur de freinage pilotable électroniquement.

- [0029] Le véhicule 10 comporte par ailleurs une unité électronique et/ou informatique de traitement (ci-après appelée calculateur 11) comprenant au moins un microprocesseur ou microcontrôleur, au moins une mémoire et des interfaces d'entrée et de sortie.
- [0030] Grâce à ses interfaces d'entrée, le calculateur 11 est adapté à recevoir différentes données d'entrée, qui proviennent de capteurs ou de calculateurs tiers.
- [0031] Parmi ces capteurs, il est prévu au moins un capteur permettant de détecter les bords de la route, par exemple :
 - une caméra frontale, et/ou
 - un télédéetecteur RADAR ou LIDAR.
- [0032] Grâce à ses interfaces de sortie, le calculateur 11 est adapté à commander l'écran d'affichage, l'actionneur de direction assistée, l'actionneur de commande de moteur, et l'actionneur de freinage.
- [0033] Ainsi, le calculateur 11 est adapté à mettre en œuvre des fonctions d'aide à la conduite et/ou des fonctions de conduite automatisée (dans lesquelles le véhicule peut évoluer dans la circulation de façon autonome, sans intervention du conducteur).
- [0034] Grâce à sa mémoire, le calculateur 11 mémorise une application informatique, constituée de programmes d'ordinateur comprenant des instructions dont l'exécution par le calculateur permet la mise en œuvre du procédé décrit ci-après.
- [0035] Sur la [Fig.2], on a représenté le véhicule automobile 10 vu de dessus, alors qu'il emprunte une voie de circulation 1 d'une route.
- [0036] Dans l'exemple ici considéré à titre illustratif, cette route est du type « autoroute ». Seule une des voies de circulation 1 de cette autoroute est ici représentée, à savoir celle empruntée par le véhicule automobile 10.
- [0037] Sur cette figure, on observe que la voie de circulation 1 est délimitée par deux lignes de bord de voie, à savoir des lignes de bord gauche 1G et droite 1D (ici, les termes droit et gauche sont utilisés en considérant la direction d'avance du véhicule). Dans cet exemple particulier, la voie de circulation 1 s'élargit puisque le véhicule se trouve au niveau d'une sortie d'autoroute.
- [0038] Bien entendu, le procédé décrit ci-après s'appliquera à toute autre situation de circulation.
- [0039] Les lignes de bord gauche 1G et droite 1D peuvent être formées par des marquage routiers apposés sur la route (ligne blanche continue, ligne discontinue...), par des barrières de sécurité, par des accotements en relief ou par tout autre élément distinctif.

- [0040] Sur cette [Fig.2], on a également représenté un repère (X, Y) attaché au véhicule automobile 10, qui sera celui considéré pour les calculs développés ci-après. Ce repère comporte une abscisse qui s'étend selon l'axe longitudinal du véhicule, vers l'avant, et une ordonnée qui s'étend vers la gauche du véhicule. Son origine est située par exemple au niveau du centre de gravité du véhicule automobile 10 ou au niveau du centre de son essieu arrière.
- [0041] Sur la [Fig.3], on a illustré le procédé que le calculateur 11 est adapté à mettre en œuvre de façon à caractériser la ligne centrale de la voie de circulation 1.
- [0042] On notera que cette ligne centrale peut être définie comme une ligne virtuelle qui est sensiblement positionnée au centre de la voie de circulation 1, entre les lignes de bord droite 1D et gauche 1G, et qui sera prise en compte pour piloter le véhicule automobile de façon automatisée.
- [0043] Comme cela apparaîtra bien à la suite de la lecture de cet exposé, cette ligne centrale ne sera pas forcément centrale au sens géométrique du terme. Il s'agira plutôt d'une ligne proche de cette ligne centrale géométrique.
- [0044] Ici, la voie de circulation 1 considérée sera la voie sur laquelle le véhicule 10 circule. Bien entendu, il pourrait s'agir d'une autre voie, notamment d'une voie adjacente vers laquelle le véhicule souhaiterait se diriger (par exemple lors d'un changement de voie).
- [0045] Le procédé selon l'invention comporte plusieurs étapes successives, l'ensemble de ces étapes étant répété en boucle à intervalles réguliers de façon à régulièrement mettre à jour les forme et position de cette ligne centrale lorsque le véhicule évolue le long de la route.
- [0046] En d'autres termes, le procédé permet de caractériser la ligne centrale en boucle, avec un pas de temps régulier de quelques millisecondes, 40 ms par exemple.
- [0047] Les étapes détaillées de ce procédé sont les suivantes.
- [0048] On pourra dans cet exemple considérer que le procédé est mis en œuvre à un instant t , et qu'il était déjà mis en œuvre à des instants précédents ($t-1$, $t-2$...).
- [0049] Au cours de la première étape E0, le calculateur 11 tente d'acquérir des informations caractérisant les deux lignes de bord gauche 1G et droite 1D.
- [0050] Ces informations peuvent être fournies directement par un capteur ou être pré-traitées.
- [0051] De manière préférentielle, seules les informations mesurées par les capteurs du véhicule sont ici employées pour détecter ces lignes de bord gauche 1G et droite 1D. Aucune information reçue d'infrastructures routières ou de véhicules tiers n'est par exemple utilisée.
- [0052] Ici, chaque ligne de bord gauche 1G et droite 1D est modélisée sous forme analytique.
- [0053] A titre d'exemple, on pourrait prévoir que ces lignes soient modélisées sous une

forme polynomiale. Toutefois, ici, elles sont modélisées sous forme de clothoïde, cette forme étant privilégiée car fournissant de meilleurs résultats (pour un nombre identique de coefficients pris en compte).

[0054] Une telle clothoïde est définie comme présentant une courbure c qui dépend de sa longueur, ce que l'on peut écrire :

[0055] [Math.1]

$$c(l) = c_0 + c_1 l$$

[0056] Dans cette équation :

- c est donc l'équation de la clothoïde,
- l est l'abscisse curviligne de l'arc de la clothoïde, qui varie entre 0 compris et L compris,
- L est la longueur de l'arc de la clothoïde,
- c_0 est la courbure à l'origine de l'arc, et
- c_1 est le taux de variation de courbure de l'arc.

[0057] En d'autres termes, une clothoïde peut être définie par six coefficients que sont :

- x_0 , l'abscisse du point d'origine de la clothoïde dans le repère (X, Y) ,
- y_0 l'ordonnée de ce point d'origine,
- Ψ_0 qui est l'angle de cap de la clothoïde à l'origine de l'arc,
- L ,
- c_0 , et
- c_1 .

[0058] Dans la suite, chaque clothoïde sera définie par l'ensemble C de ces six coefficients, ce que l'on pourra noter de la façon suivante : $C(x_0, y_0, \Psi_0, c_0, c_1, L)$.

[0059] La clothoïde caractérisant la forme de la ligne de bord gauche 1G sera alors définie par l'ensemble $C_g(x_{0g}, y_{0g}, \Psi_{0g}, c_{0g}, c_{1g}, L_g)$ tandis que la clothoïde caractérisant la forme de la ligne de bord droite 1D sera définie par l'ensemble $C_d(x_{0d}, y_{0d}, \Psi_{0d}, c_{0d}, c_{1d}, L_d)$.

[0060] Pour information, l'angle de cap le long de la clothoïde peut s'écrire de la manière suivante :

[0061] [Math.2]

$$\Psi(l) = \Psi_0 + \int_0^l c(u) du = \Psi_0 + c_0 l + \frac{c_1}{2} l^2$$

[0062] Les coordonnées cartésiennes (x, y) d'un point situé le long de la clothoïde peuvent s'écrire de la manière suivante :

[0063] [Math.3]

$$\begin{cases} x(l) = x_0 + \int_0^l \cos(\Psi(u)) du \\ y(l) = y_0 + \int_0^l \sin(\Psi(u)) du \end{cases}$$

- [0064] Lors de cette première étape E0, on peut envisager que le calculateur 11 reçoive les deux ensembles C_g , C_d de l'un des capteurs embarqués dans le véhicule (par exemple de la caméra si cette dernière est équipée d'un processeur adapté à réaliser les opérations nécessaires à la détermination des coefficients recherchés).
- [0065] En variante, le calculateur 11 pourrait recevoir les données relevées par plusieurs des capteurs du véhicule, fusionner ces données, et en déduire les coefficients recherchés.
- [0066] Encore en variante, le calculateur pourrait recevoir des coefficients définissant les deux lignes de bord droite 1D et gauche 1G sous formes polynomiales (par exemple sous la forme de coefficients de polynômes d'ordre 3). Dans cette variante, comme cela est représenté en pointillés sur la [Fig.3], l'étape E0 sera suivie d'une étape E2 au cours de laquelle le calculateur devra transformer ces coefficients de façon à trouver, par calcul, les valeurs des six coefficients recherchés. Un tel calcul est bien connu de l'Homme du métier et ne sera donc pas ici fourni.
- [0067] Lors de l'étape E0, en plus des coefficients précités, le calculateur 11 reçoit les deux matrices de variance-covariance (ci-après appelées matrices de covariance) associées respectivement aux coefficients des deux lignes de bord droite 1D et gauche 1G. Chaque matrice de covariance permet de tenir compte de l'incertitude dans la détection de chaque ligne de bord de voie par le ou les capteurs.
- [0068] Ces matrices sont par exemple fournies par le constructeur des capteurs employés. En variante, elles peuvent être déterminées lors d'une campagne de test des capteurs et enregistrées dans la mémoire du calculateur. Les coefficients de ces matrices sont de préférence invariables.
- [0069] On notera ici que si plusieurs capteurs sont utilisés pour déterminer les coefficients caractérisant une ligne de bord, leurs incertitudes seront associées entre elles afin d'obtenir la matrice de covariance d'une ligne détectée.
- [0070] Enfin, lors de l'étape E0, le calculateur 11 acquiert des données relatives à la posture et/ou à la cinématique du véhicule automobile 10 dans sa voie de circulation 1. Il s'agit ici de données cinématiques qui sont préférentiellement obtenues grâce aux seuls capteurs embarqués dans le véhicule automobile 10.
- [0071] Ici, ces données comprennent des valeurs de :
- vitesse V du véhicule automobile par rapport au sol, exprimée en m/s,
 - accélération longitudinale a_x du véhicule automobile selon l'axe X, exprimée en m/s²,
 - accélération latérale a_y du véhicule automobile selon l'axe Y, exprimée en m/s²,
 - vitesse de lacet du véhicule automobile, exprimée en rad/s,
 - accélération en lacet du véhicule automobile, exprimée en rad/s²,
 - angle de la roue avant du véhicule automobile, exprimée en rad,
 - angle de la roue arrière du véhicule automobile, exprimée en rad, et

- courbure instantanée $c_{0,ego}$ de la trajectoire du véhicule automobile (cette courbure étant ici définie par l'inverse du rayon de courbure, exprimé en m^{-1}).

- [0072] La seconde étape E4 consiste, pour le calculateur 11, à déterminer le nombre N de ligne(s) de bord ayant pu être caractérisée(s) sous forme de clothoïde(s).
- [0073] Ici, on considérera que ce nombre N peut être égal à 0 ou 1 ou au moins 2.
- [0074] Si ce nombre N est au moins égal à 2, ce qui signifie que la ligne de bord droite 1D et la ligne de bord gauche 1G ont a priori toutes deux été détectées, le procédé se poursuit en une étape E6.
- [0075] Si ce nombre N est égal à 1, ce qui signifie que seule la ligne de bord droite 1D ou la ligne de bord gauche 1G a été détectée, le procédé se poursuit en une étape E12.
- [0076] Enfin, si ce nombre N est égal à 0, ce qui signifie qu'aucune des lignes de bord droite 1D et gauche 1G n'a pu être détectée, le procédé se poursuit en une étape E14.
- [0077] Considérons tout d'abord le cas dans lequel les deux lignes de bord ont été détectées, ce qui sera en pratique le cas le plus fréquent.
- [0078] Alors, au cours d'une étape E6, le calculateur 11 ordonne les lignes de bord par leur ordonnée (i.e. de la plus à droite à la plus à gauche).
- [0079] Ces lignes de bord sont associées par paire(s) délimitant les voies de circulation, compte tenu de leurs ordonnées et de leurs longueurs, comme cela est décrit par exemple dans le document FR3106918.
- [0080] Puis, au cours d'une étape E10, le calculateur poursuit le procédé en construisant plusieurs lignes centrales candidates (voir [Fig.2]).
- [0081] L'idée ici consiste à construire au moins deux lignes centrales candidates, de façon à pouvoir ensuite sélectionner la meilleure compte-tenu des conditions selon lesquelles le véhicule automobile 10 circule sur sa voie.
- [0082] Ici, trois lignes centrales candidates sont construites. En variante, ce nombre pourrait être plus restreint (égal à deux) ou plus grand.
- [0083] Chacune de ces lignes est modélisée par une clothoïde.
- [0084] L'une de ces lignes centrales candidates (dite ligne candidate gauche 2G) est créée sur la base uniquement de la ligne de bord gauche 1G et de la largeur de la voie. En d'autres termes, cette ligne candidate gauche 2G est définie par un ensemble de six coefficients dont les valeurs sont déduites des valeurs des coefficients de la clothoïde représentative de la ligne gauche 1G et de la valeur de la largeur de la voie.
- [0085] Une autre de ces lignes centrales candidates (dite ligne candidate droite 2D) est créée sur la base uniquement de la ligne de bord de voie droite 1D et de la largeur de la voie.
- [0086] Enfin, la troisième de ces lignes centrales candidates (dite ligne candidate intermédiaire 2DG) est créée sur la base tant de la ligne droite 1D que de la ligne gauche 1G.
- [0087] En variante, ces trois lignes pourraient être modélisées autrement. Typiquement, les

trois lignes pourraient toutes être calculées en fonction des formes des deux lignes de bord de voie.

[0088] Dans le mode de réalisation ici considéré, la ligne candidate gauche 2G est le résultat d'une opération de translation de la clothoïde définissant la ligne de bord gauche 1G, sur la moitié de la largeur de la voie et vers le centre de celle-ci. De la même manière, la ligne candidate droite 2D est le résultat d'une opération de translation de la clothoïde définissant la ligne de bord droite 1D, sur la moitié de la largeur de la voie et vers le centre de celle-ci.

[0089] Ainsi peut-on écrire que :

- la ligne candidate gauche 2G est définie par l'ensemble de coefficients $C_{gg}(x_{0g}, (y_{0g} + y_{0d})/2, \Psi_{0g}, c_{0g}, c_{1g}, L_g)$, et que

- la ligne candidate droite 2D est définie par l'ensemble de coefficients $C_{dd}(x_{0d}, (y_{0g} + y_{0d})/2, \Psi_{0d}, c_{0d}, c_{1d}, L_d)$.

[0090] La ligne candidate intermédiaire 2DG pourrait quant à elle être obtenue de diverses manières. Ici, une opération de type barycentrique est employée. Ainsi, on peut considérer que cette ligne est définie par l'ensemble de coefficients $C_{dg}((x_{0g} + x_{0d})/2, (y_{0g} + y_{0d})/2, (\Psi_{0g} + \Psi_{0d})/2, (c_{0g} + c_{0d})/2, (c_{1g} + c_{1d})/2, (L_g + L_d)/2)$.

[0091] Ces trois lignes candidates étant définies, le calculateur 11 calcule la matrice de covariance de chaque ligne candidate. Chaque matrice de covariance est ici calculée en fonction des coefficients de la clothoïde associés à cette ligne candidate et en fonction de la ou des matrices de covariance associées aux lignes de bord droite 1D et gauche 1G (selon que l'une ou les deux lignes ont été considérées pour définir la ligne candidate en question).

[0092] Dans l'exemple illustré sur la [Fig.2] où le véhicule automobile 10 se trouve au niveau d'une sortie d'autoroute, la ligne candidate gauche 2G semble la plus appropriée si le véhicule reste sur l'autoroute alors que la ligne candidate droite 2D semble la plus appropriée si le véhicule sort de l'autoroute.

[0093] A ce stade, le calculateur cherche donc à sélectionner la ligne candidate la plus appropriée à la situation.

[0094] Pour cela, une opération préliminaire de filtrage pourrait éventuellement être mise en œuvre afin de mettre de côté la ou les lignes candidates absurdes (par exemple une ligne candidate qui se rapprocherait trop de l'une des lignes de bord de voie).

[0095] Ensuite, le calculateur calcule un paramètre qui permettra de sélectionner la meilleure ligne candidate, compte tenu des données relatives au véhicule automobile 10.

[0096] Ce paramètre est de préférence une distance statistique. Il s'agit plus précisément ici d'une distance de Mahalanobis d_M .

[0097] La méthode utilisée consiste alors, pour le calculateur 11, à calculer la distance de

Mahalanobis d_M entre chaque ligne candidate et le véhicule automobile 10 (à l'instant t_0 courant, au niveau du véhicule automobile 10).

[0098] Pour cela, le calculateur réalise le calcul suivant :

[0099] [Math.4]

$$d_M = \sqrt{(u - v)^T \cdot (Su + Sv) \cdot (u - v)}$$

[0100] Dans cette équation, u est un premier vecteur relatif à la ligne candidate considérée et Su est sa matrice de covariance. De la même manière, v est un second vecteur relatif au véhicule automobile 10 et Sv est sa matrice de covariance.

[0101] Préférentiellement, les vecteurs comportent un même nombre de coefficients, compris entre deux et six. Ici, seuls deux coefficients seront employés puisqu'il a été observé que les résultats demeureraient très fiables avec deux coefficients seulement.

[0102] L'un des coefficients de chaque vecteur est un angle de cap (un tel angle donnant en effet une bonne indication de l'intention du conducteur), tandis que l'autre coefficient est une courbure (l'angle de cap ne suffisant pas à indiquer cette intention si la route et la trajectoire du véhicule sont courbés).

[0103] Ici, le premier vecteur u est donc défini par :

[0104] $u = [\Psi_0, c_0]^T$

[0105] Le second vecteur v est défini par :

[0106] $v = [\theta, c_{0, ego}]^T$.

[0107] θ est l'angle de cap du véhicule automobile 10 et est égal soit à l'angle de braquage des roues avant, soit à la différence entre l'angle de braquage des roues avant et l'angle de braquage des roues arrière si ce dernier est non nul.

[0108] On notera que le premier vecteur u présentera des valeurs différentes d'une ligne candidate à l'autre.

[0109] On notera ici que la matrice de covariance Su sera déduite de la matrice de covariance attachée à la ligne candidate considérée.

[0110] La matrice de covariance Sv sera quant à elle lue (ses coefficients sont stockés dans la mémoire du calculateur et dépendent du type du capteur et de la méthode de détermination de l'incertitude du ou des capteurs utilisés - si plusieurs capteurs sont utilisés en combinaison). Cette matrice de covariance est donc déterminée de manière analogue à celles associées aux deux lignes de bord de voie. Ainsi, ici encore, si plusieurs capteurs sont utilisés en combinaison, il est possible d'associer entre elles les incertitudes liées à chaque capteur.

[0111] Lors de cette opération, la distance de Mahalanobis est alors calculée pour chacune des lignes candidates, à l'instant courant t .

[0112] La ligne candidate pour laquelle la distance de Mahalanobis ainsi calculée est la plus faible est ensuite sélectionnée.

- [0113] Dans l'exemple illustré sur la [Fig.2], il s'agit de la ligne candidate droite 2D, ce qui apparait préférable dans la mesure où le véhicule roule en direction de la sortie d'autoroute.
- [0114] A l'issue de cette étape E8, la ligne candidate droite 2D, intermédiaire 2DG ou gauche 2G sélectionnée et son ensemble de coefficients C_{gg} , C_{dg} , C_{dd} sont stockées dans la mémoire du calculateur 11 au cours d'une étape E10.
- [0115] En pratique, au cours de ces étape E10, les ensembles de coefficients caractérisant toutes les lignes candidates et les lignes de bord sont stockées dans la mémoire du calculateur, ainsi que les données relatives à la posture et/ou à la cinématique du véhicule automobile 10 dans sa voie de circulation 1. Elles sont ainsi disponibles à un instant futur, en cas de besoin.
- [0116] On peut maintenant envisager le cas où une, voire les deux ligne(s) de bord de la voie de circulation 1 n'a ou n'ont pas pu être détectée(s).
- [0117] Cette perte de détection peut arriver par exemple si, compte tenu de la fréquence d'échantillonnage de la caméra, aucune nouvelle ligne n'a été calculée depuis le dernier instant $t-1$ d'échantillonnage. Elle peut également arriver en cas de problème sur le capteur (ici la caméra) ou sur le réseau CAN permettant de connecter le capteur au calculateur. Elle peut aussi arriver si l'une et/ou l'autre des lignes de bord n'est pas visible, par exemple car elle est cachée par un camion que le véhicule 10 doublerait.
- [0118] Pour commencer, on peut considérer le cas où exactement une des deux lignes de bord droite 1D ou gauche 1G a été détectée.
- [0119] Dans cette éventualité, au cours d'une étape E12, le calculateur détermine si la ligne de bord de voie qui a été détectée est la ligne de bord gauche 1G ou droite 1D.
- [0120] S'il s'agit de la ligne de bord droite 1D, le calculateur 11 retrouve dans sa mémoire l'ensemble de coefficients caractérisant la ligne centrale candidate droite 2D déterminée à l'instant d'échantillonnage précédent $t-1$, et il le sélectionne comme ensemble de coefficients caractérisant la nouvelle ligne centrale.
- [0121] A contrario, s'il s'agit de la ligne de bord gauche 1G, le calculateur 11 retrouve dans sa mémoire l'ensemble de coefficients caractérisant la ligne centrale candidate gauche 2G déterminée à l'instant d'échantillonnage précédent $t-1$, et il le sélectionne comme ensemble de coefficients caractérisant la nouvelle ligne centrale.
- [0122] On peut maintenant considérer le cas où aucune des deux lignes de bord droite 1D et gauche 1G n'a pu être détectée depuis l'instant d'échantillonnage précédent $t-1$.
- [0123] Alors, à l'étape E14, le calculateur procède de l'une ou l'autre des deux façons suivantes.
- [0124] Le premier cas est celui où, à l'instant d'échantillonnage précédent $t-1$, les deux lignes de bord de voie avaient pu être détectées.
- [0125] Dans ce cas, le calculateur retrouve dans sa mémoire les ensembles de coefficients

caractérisant les lignes centrales candidates droite et gauche 2D, 2G déterminées à l'instant d'échantillonnage précédent $t-1$.

- [0126] Il sélectionne alors l'un ou l'autre de ces lignes pour caractériser la nouvelle ligne centrale. Il pourrait typiquement sélectionner la même que celle qui avait été sélectionnée à l'instant d'échantillonnage précédent $t-1$.
- [0127] Toutefois, de préférence, il sélectionne celle qui a la meilleure probabilité d'existence P_e . Cette probabilité d'existence P_e est calculée en fonction au moins des matrices de covariance des deux lignes centrales candidates droite et gauche 2D, 2G. Elle quantifie la confiance que l'on peut avoir dans la qualité de la détermination de cette ligne candidate. Elle est par exemple d'autant plus grande que le contraste entre le marquage au sol et le reste de la route est grand.
- [0128] Le second cas est celui où, à l'instant d'échantillonnage précédent $t-1$, aucune ou une seule des deux lignes de bord droite 1D et gauche 1G avait pu être acquise.
- [0129] Dans ce cas, le calculateur retrouve dans sa mémoire l'ensemble de coefficients caractérisant la ligne centrale candidate qui a été sélectionnée à l'instant d'échantillonnage précédent $t-1$, et il la sélectionne comme nouvelle ligne centrale.
- [0130] Les étapes E10, E12 et E14 se poursuivent ensuite en une étape E16.
- [0131] Cette étape E16 consiste à contrôler que la ligne centrale sélectionnée est bien exprimée dans un repère convenable.
- [0132] En pratique, lorsque l'étape E16 suit l'étape E10 (puisque les deux lignes de bord avaient bien été détectées), on considère que les coefficients caractérisant la ligne centrale sont bien exprimés dans le repère du véhicule automobile 10 à l'instant courant t , et qu'ils sont donc utilisables.
- [0133] En revanche, lorsque l'étape E16 suit l'étape E12 ou E14 (puisque l'une au moins des deux lignes de bord n'a pas pu être détectée), on considère que les coefficients caractérisant la ligne centrale sont exprimés dans le repère du véhicule automobile 10 à l'instant d'échantillonnage précédent $t-1$, si bien qu'il convient de les corriger afin de les exprimer dans le repère du véhicule automobile 10 à l'instant d'échantillonnage courant t .
- [0134] En effet, entre l'instant d'échantillonnage précédent $t-1$ et l'instant courant t , le véhicule automobile 10 s'est déplacé, ce qui est illustré sur la [Fig.4].
- [0135] Ce déplacement est ici caractérisé par trois données, à savoir un déplacement longitudinal dx , un déplacement latéral dy et un changement de cap $d\Psi$. On notera que ces données pourraient s'exprimer dans le repère du véhicule à l'instant courant t . On considérera toutefois ici qu'elles sont exprimées dans le repère attaché au véhicule automobile à l'instant d'échantillonnage précédent $t-1$.
- [0136] Lors de cette étape E16, il est ici proposé d'adapter la position et l'orientation de la ligne centrale en fonction du déplacement du véhicule.

- [0137] L'expression de la ligne centrale sous la forme d'une clothoïde permet de simplifier ces calculs. On peut en effet effectuer ce changement de repère en exécutant les calculs suivants :
- [0138] $(x_{0,t} ; y_{0,t}) = [\cos(d\Psi) \sin(d\Psi) ; -\sin(d\Psi) \cos(d\Psi)] ((x_{0,t-1} ; y_{0,t-1}) - (dx ; dy))$
- [0139] $\Psi_{0,t} = \Psi_{0,t-1} - d\Psi$
- [0140] $c_{0,t} = c_{0,t-1}$
- [0141] $c_{1,t} = c_{1,t-1}$
- [0142] $L_t = L_{t-1}$
- [0143] Enfin, lors de cette étape E16, il est également prévu de supprimer la partie de la ligne centrale sélectionnée qui a été dépassée par le véhicule (sa longueur L s'en trouve donc modifiée).
- [0144] Ainsi, quelle que soit la situation, le procédé permet de caractériser à l'étape E16 la ligne centrale de la voie de circulation, au moyen d'un ensemble de coefficients caractérisant cette ligne sous forme de clothoïde dans le repère attaché au véhicule automobile à l'instant courant t.
- [0145] Par conséquent, au cours d'une ultime étape E18, le calculateur 11 peut émettre sur le réseau CAN du véhicule cet ensemble de coefficients.
- [0146] Lors de cette étape, cet ensemble est également stocké dans la mémoire du calculateur (ce qui est illustré sur la [Fig.3] par la flèche en pointillés).
- [0147] On comprend ainsi que grâce à ce procédé, les coefficients caractérisant la ligne centrale (sa forme et sa position) restent disponibles quelques instants supplémentaires après que les coefficients caractérisant l'une au moins des deux lignes de bord droite 1D et gauche 1G n'ont pas pu être acquis.
- [0148] Dès lors, ce procédé permet de prolonger les fonctions de pilotage du véhicule quelques instants de plus, mais pas indéfiniment si les lignes de bord droite 1D et gauche 1G restent indétectables. L'idée est essentiellement d'éviter de désactiver ces fonctions de pilotage lorsque les lignes de bord sont indétectables quelques instants seulement.
- [0149] A ce sujet, il est possible d'utiliser une temporisation afin de limiter la durée pendant laquelle la ligne centrale est reconstruite.
- [0150] Quoiqu'il en soit, la ligne centrale sélectionnée peut ensuite être utilisée de façon à piloter les actionneurs du véhicule, par exemple la fonction LCA de centrage du véhicule dans sa voie de circulation.
- [0151] Pour cela, les coefficients la caractérisant peuvent être utilisés pour déterminer une consigne de braquage des roues directrices du véhicule automobile (à transmettre à l'actionneur de direction assistée), par exemple selon une méthode telle que celle décrite dans le document FR3082162.
- [0152] En variante ou en complément, la ligne centrale sélectionnée pourrait également être

utilisée pour mettre en œuvre d'autres fonctions d'aide à la conduite du véhicule, par exemple les fonctions LKA de maintien du véhicule dans sa voie de circulation, de freinage d'urgence, d'évitement, de dépassement d'un véhicule tiers, de régulateur de vitesse adaptatif, d'avertissement de collision....

- [0153] En outre, la ligne centrale pourra être affichée sur l'écran d'affichage du véhicule automobile, en superposition d'une image déjà affichée de ce véhicule et de son environnement. Cela permettra au conducteur de mieux appréhender les réactions du véhicule automobile.
- [0154] La présente invention n'est nullement limitée au mode de réalisation décrit et représenté, mais l'homme du métier saura y apporter toute variante conforme à l'invention.
- [0155] A titre d'exemple, le procédé pourrait être employé pour déterminer la forme de la ligne centrale d'une voie de circulation adjacente à celle empruntée par le véhicule automobile.
- [0156] L'invention s'applique également au domaine de la robotique et à tout autre domaine dans lequel un objet doit suivre une trajectoire particulière sur une route (cette route étant ici entendue dans son acception la plus générale, comme une zone de circulation pour le robot).

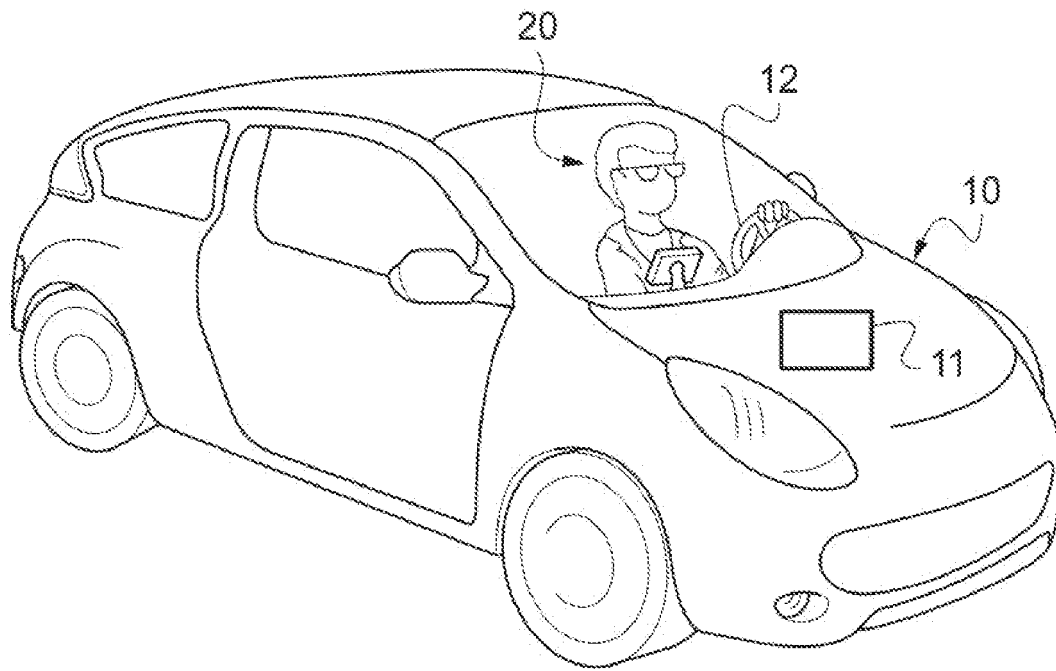
Revendications

- [Revendication 1] Procédé de pilotage d'un véhicule automobile (10) circulant sur une route comprenant au moins une voie de circulation (1), le procédé comprenant des étapes, mises en œuvre en boucle à des pas de temps (t-1, t) successifs par une unité électronique et/ou informatique (11) :
- a) de tentative d'acquisition d'informations caractérisant deux lignes de bord (1D, 1G) délimitant ladite voie de circulation (1),
 - b) si les informations ont été acquises, de caractérisation d'au moins une ligne centrale de ladite voie de circulation (1) en fonction desdites informations, et
 - c) de détermination d'une consigne de pilotage d'un actionneur de direction du véhicule automobile (10), en fonction de ladite ligne centrale,
- caractérisé en ce que si, lors de la mise en œuvre de l'étape a) à un pas de temps (t) courant, les informations caractérisant l'une au moins des deux lignes de bord (1D, 1G) n'ont pas pu être acquises, à l'étape b), ladite ligne centrale est caractérisée en fonction des informations acquises à un pas de temps (t-1) précédent.
- [Revendication 2] Procédé de pilotage selon la revendication 1, dans lequel si, à l'étape a), les informations caractérisant les deux lignes de bord (1D, 1G) ont été acquises, il est prévu à l'étape b) des sous-étapes de :
- acquisition de données relatives à la posture et/ou au déplacement du véhicule automobile (10) sur la route,
 - création d'au moins deux lignes centrales candidates (2D, 2G, 2DG) situées entre les deux lignes de bord (1D, 1G), au cours de laquelle ladite unité électronique et/ou informatique (11) calcule des coefficients caractérisant lesdites au moins deux lignes centrales candidates (2D, 2G, 2DG) en fonction des informations acquises à l'étape a), et
 - sélection, en tant que ligne centrale, d'une des lignes centrales candidates (2D, 2G, 2DG) en fonction des données acquises.
- [Revendication 3] Procédé de pilotage selon la revendication 2, dans lequel si, lors de la mise en œuvre de l'étape a) à un pas de temps (t) courant, les informations caractérisant une seule des deux lignes de bord (1D, 1G) ont été acquises, à savoir la ligne de bord délimitant un côté droit ou respectivement gauche de la voie de circulation (1), à l'étape b), la ligne centrale est déduite de la ligne centrale candidate (2D, 2G, 2DG) qui a été créée au pas de temps (t-1) précédent et qui est celle située le plus à

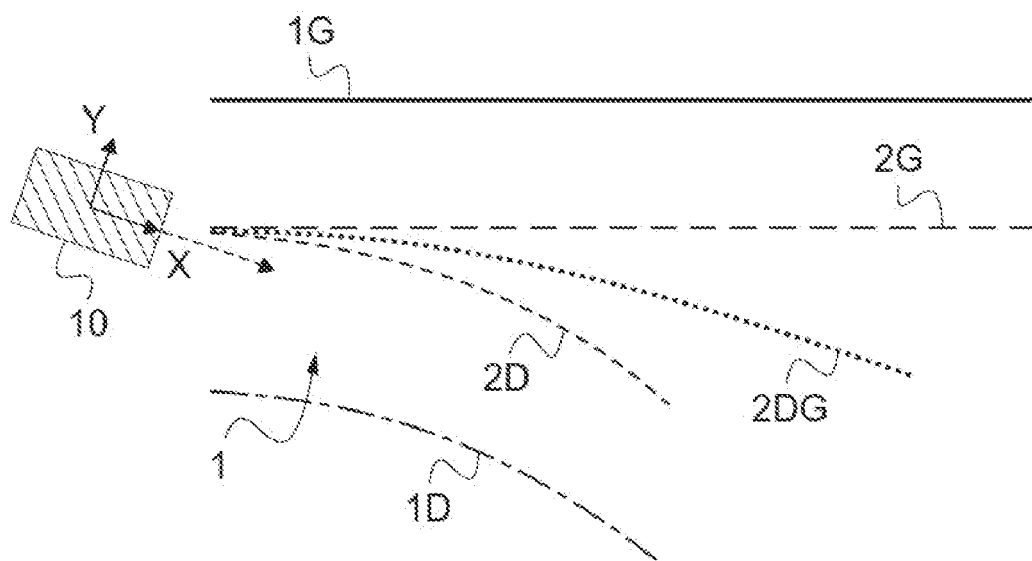
- droite ou respectivement le plus à gauche de la voie de circulation (1).
- [Revendication 4] Procédé de pilotage selon l'une des revendications 2 et 3, dans lequel si, lors de la mise en œuvre de l'étape a) à un pas de temps (t) courant, aucune information caractérisant les lignes de bord (1D, 1G) n'a été acquise et si les informations caractérisant les deux lignes de bord (1D, 1G) ont pu être acquises au pas de temps (t-1) précédent, l'une des lignes centrales candidates (2D, 2G, 2DG) créées au pas de temps (t-1) précédent est sélectionnée et la ligne centrale est déduite de la ligne centrale candidate (2D, 2G, 2DG) sélectionnée.
- [Revendication 5] Procédé de pilotage selon la revendication 4, dans lequel il est prévu de calculer, pour chacune des lignes centrales candidates (2D, 2G, 2DG) créées au pas de temps (t-1) précédent, une probabilité d'existence (P_e) en fonction au moins de matrices de covariance associées aux lignes centrales candidates (2D, 2G, 2DG), et dans lequel la ligne centrale candidate (2D, 2G, 2DG) sélectionnée est celle qui a la plus grande probabilité d'existence (P_e).
- [Revendication 6] Procédé de pilotage selon l'une des revendications 4 et 5, dans lequel si, lors de la mise en œuvre de l'étape a) à un pas de temps (t) courant, aucune information caractérisant les lignes de bord (1D, 1G) n'a été acquise et si, au pas de temps (t-1) précédent, les informations caractérisant l'une au moins des deux lignes de bord (1D, 1G) n'ont pas pu être acquises, la ligne centrale candidate sélectionnée au pas de temps (t-1) précédent est sélectionnée au pas de temps (t) courant.
- [Revendication 7] Procédé de pilotage selon l'une des revendications 2 à 6, dans lequel les coefficients caractérisant une partie au moins des lignes centrales candidates (2D, 2G) sont calculés en fonction uniquement des informations caractérisant une seule des deux lignes de bord (1D, 1G) et d'une largeur de la voie de circulation (1).
- [Revendication 8] Procédé de pilotage selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel si, lors de la mise en œuvre de l'étape a) au pas de temps (t) courant, les informations caractérisant l'une au moins des deux lignes de bord (1D, 1G) n'ont pas pu être acquises, à l'étape b), après que la ligne centrale a été caractérisée, il est prévu des sous étapes de :
- acquisition de données relatives au déplacement du véhicule automobile (10) entre le pas de temps (t-1) précédent et le pas de temps (t) courant,
 - modification de la ligne centrale en exécutant un calcul de changement de repère en fonction des données acquises.

- [Revendication 9] Procédé de pilotage selon la revendication 8, dans lequel, lors de la sous-étape de modification, une partie de la ligne centrale est supprimée, ladite partie étant celle ayant été dépassée par le véhicule automobile (10) au pas de temps (t) courant.
- [Revendication 10] Véhicule automobile (10) comportant des moyens d'acquisition d'informations caractérisant deux lignes de bord (1D, 1G) d'une voie de circulation d'une route empruntée par le véhicule automobile (10) et au moins un actionneur de pilotage du véhicule automobile (10), caractérisé en ce qu'il comporte un calculateur (11) adapté à mettre en œuvre un procédé conforme à l'une des revendications 1 à 9.

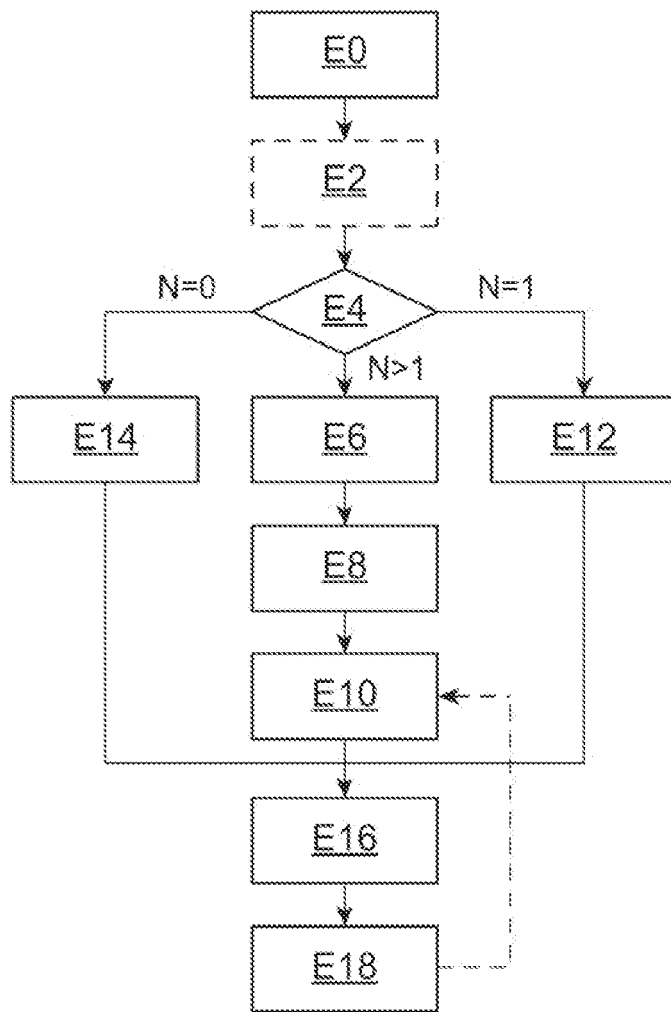
[Fig. 1]



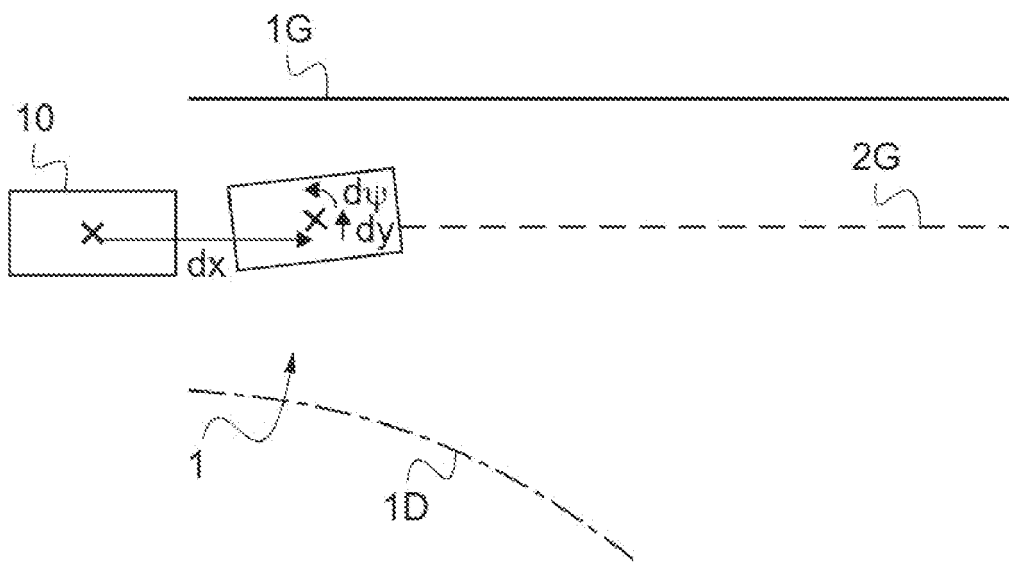
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 913500
FR 2212749

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	DE 10 2019 002595 A1 (DAIMLER AG [DE]) 17 octobre 2019 (2019-10-17) * figures 1, 2 * * revendications 1, 2 * * alinéas [0027] - [0036] * -----	1, 10	B60W30/12 B60W50/02 B60W10/20 B60W60/00 G05D1/02 G01S13/86 G01S17/93 G06V20/56
Y	US 2022/383646 A1 (HOSOYA TOMOYUKI [JP] ET AL) 1 décembre 2022 (2022-12-01) * alinéas [0051] - [0053], [0058], [0062], [0067] * -----	1, 10	
Y	US 9 063 548 B1 (FERGUSON DAVID IAN [US] ET AL) 23 juin 2015 (2015-06-23) * figure 4A * * colonne 13, lignes 26-56 * -----	1, 10	
A, D	FR 3 106 918 A1 (RENAULT SAS [FR]; NISSAN MOTOR [JP]) 6 août 2021 (2021-08-06) * alinéas [0055], [0058], [0059], [0085], [0090], [0099] * -----	2-9	
A	FR 3 120 223 A1 (PSA AUTOMOBILES SA [FR]) 2 septembre 2022 (2022-09-02) * revendications 1, 2, 3 * -----	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B60W G06V
A	US 2019/256092 A1 (SATO KO [JP] ET AL) 22 août 2019 (2019-08-22) * alinéa [0031] * -----	1-10	
A	US 2022/161794 A1 (KAKEDA TAKAFUMI [JP] ET AL) 26 mai 2022 (2022-05-26) * alinéas [0049], [0054] - [0055] * -----	1-10	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
2 juillet 2023		Laiou, M	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2212749 FA 913500**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **02-07-2023**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 102019002595 A1	17-10-2019	AUCUN	
US 2022383646 A1	01-12-2022	CN 115402308 A	29-11-2022
		JP 2022182094 A	08-12-2022
		US 2022383646 A1	01-12-2022
US 9063548 B1	23-06-2015	AUCUN	
FR 3106918 A1	06-08-2021	AUCUN	
FR 3120223 A1	02-09-2022	AUCUN	
US 2019256092 A1	22-08-2019	BR 112019000126 A2	09-04-2019
		CA 3029782 A1	11-01-2018
		CN 109415059 A	01-03-2019
		EP 3483022 A1	15-05-2019
		JP 6724988 B2	15-07-2020
		JP WO2018008317 A1	06-06-2019
		KR 20190017033 A	19-02-2019
		MY 194196 A	21-11-2022
		RU 2712474 C1	29-01-2020
		US 2019256092 A1	22-08-2019
		WO 2018008317 A1	11-01-2018
US 2022161794 A1	26-05-2022	CN 114537386 A	27-05-2022
		JP 7225185 B2	20-02-2023
		JP 2022084303 A	07-06-2022
		US 2022161794 A1	26-05-2022