

⑤④ Procédé et dispositif de contrôle d'un système de guidage latéral d'un véhicule.

②② Date de dépôt : 31.01.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *PSA AUTOMOBILES SA Société
par actions simplifiée (SAS) — FR.*

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 04.08.23 Bulletin 23/31.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 15.12.23 Bulletin 23/50.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : GOURIET PASCAL.

⑦③ Titulaire(s) : PSA AUTOMOBILES SA Société par
actions simplifiée (SAS).

⑦④ Mandataire(s) :



Description

Titre de l'invention : Procédé et dispositif de contrôle d'un système de guidage latéral d'un véhicule

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne les procédés et dispositifs de contrôle d'un système de guidage latéral d'un véhicule, par exemple d'un véhicule automobile. L'invention vise notamment un système de changement semi-automatique de voie de circulation, système dénommé dans la littérature par l'acronyme SALC (de l'anglais « Semi Active Lateral Control »), d'un tel véhicule. La présente invention concerne également un procédé et un dispositif de détermination d'un niveau de confiance d'un modèle de lignes représentant une zone de route sur laquelle circule un tel véhicule. La présente invention concerne également un procédé et un dispositif de contrôle d'un véhicule, notamment un véhicule autonome.

Arrière-plan technologique

[0002] Certains véhicules contemporains sont équipés de fonctions ou système(s) ou d'aide à la conduite, dit ADAS (de l'anglais « Advanced Driver-Assistance System » ou en français « Système avancé d'aide à la conduite »).

[0003] Parmi ces systèmes, le système de changement semi-automatique de voie de circulation, dit système SALC (de l'anglais « Semi-Automatic Lane Change ») a pour fonction première d'assister le conducteur d'un véhicule lorsque le conducteur souhaite changer de voie de circulation. A la détection de l'activation des clignotants d'un côté du véhicule pour indiquer son intention de changer de voie depuis une voie de circulation courante vers une voie de circulation cible du côté où les clignotants ont été activés par le conducteur, le système SALC opère le changement de voie après avoir effectués quelques contrôles, notamment sur les lignes qu'il détecte sur la zone de route concernée.

[0004] Ces contrôles s'avèrent cependant insuffisants pour couvrir toutes les situations de vie ou de roulage du véhicule, certaines situations où le changement de voie devrait être interdit ou inhibé restant autorisé par le système SALC.

[0005] D'autres fonctions de guidage latéral d'un véhicule sont possibles, par exemple pour maintenir un véhicule sur une voie de circulation courante, notamment en indiquant à un conducteur lorsque la trajectoire du véhicule dévie de la voie de circulation courante, voire même en corrigeant automatiquement la direction du véhicule.

[0006] De manière générale, ces fonctions de guidage latéral reposent sur des contrôles réalisés à partir de données caméra (ou données vidéo), mais un problème se pose en ce que la qualité des données caméra collectées n'est pas toujours de bonne qualité, et

peut notamment être de qualité insuffisante lorsque les conditions météorologiques ou de visibilité sont défavorables ou lorsque les marquages au sol sont absents ou dégradés. Ces variations de la qualité des données caméra peuvent rendre difficiles la mise en œuvre d'une fonction de guidage latéral d'un véhicule.

Résumé de la présente invention

- [0007] L'un des objets de la présente invention est de résoudre au moins l'un des problèmes de l'arrière-plan technologique décrit précédemment.
- [0008] Un autre objet de la présente invention est d'améliorer le fonctionnement d'un système de guidage latéral d'un véhicule, tel que par exemple un système SALC ou autre. Le système objet de l'invention peut par exemple être un système de surveillance de non franchissement de ligne, système dénommé par l'acronyme LKA (de l'anglais « Lane Keeping Assist »), ou encore un système de maintien dans la voie, système dénommé par l'acronyme LPA (de l'anglais « Lane Positioning Assist »).
- [0009] Selon un premier aspect, la présente invention concerne un procédé de contrôle d'un système de guidage latéral d'un véhicule circulant dans une zone de route, ledit procédé comprenant :
 - [0010] - détermination, à partir de données caméra reçues depuis au moins une caméra embarquée dans ledit véhicule, de données de ligne représentant sous forme de polynômes des délimitations de la zone de route, les données de ligne comprenant pour chaque délimitation :
 - [0011] ● un indicateur de qualité indiquant une qualité de détection de marquages correspondant à la délimitation,
 - [0012] ● un indicateur d'existence indiquant une probabilité d'existence dans la zone de route du polynôme de ladite délimitation, et
 - [0013] ● un indicateur d'opérabilité, fonction de conditions de visibilité, indiquant si ladite au moins une caméra est opérationnelle ;
 - [0014] - génération, à partir des données de lignes, d'un modèle de lignes représentatif de lignes correspondant aux délimitations de la zone de route ;
 - [0015] - détermination, en fonction de l'indicateur de qualité, de l'indicateur d'existence et de l'indicateur d'opérabilité des délimitations, d'au moins un indicateur de confiance représentatif d'un niveau de confiance du modèle de lignes généré ; et
 - [0016] - contrôle du système de guidage latéral en fonction dudit au moins un indicateur de confiance.
- [0017] Le procédé de contrôle est par exemple mis en œuvre par un dispositif de contrôle pour contrôler le système de guidage latéral.
- [0018] Déterminer au moins un indicateur de confiance permet d'évaluer un niveau de confiance dans le modèle de lignes généré par le système de guidage latéral pour une zone de route dans laquelle circule un véhicule et ainsi de contrôler ledit système de

guidage latéral en fonction de ce niveau de confiance. Il est ainsi possible d'adapter le contrôle du système de guidage latéral en fonction du niveau de confiance qui est déterminé pour le modèle de lignes généré, et ainsi améliorer le fonctionnement dudit système. Pour ce faire, l'indicateur de confiance est déterminé en prenant en compte au moins les indicateurs précédemment cités, à savoir l'indicateur de qualité, l'indicateur d'existence et l'indicateur d'opérabilité qui sont définis dans les données de ligne pour respectivement chaque délimitation de la zone de route considérée. Il est ainsi possible par exemple d'inhiber ou bloquer le système de guidage latéral si ledit au moins un indicateur de confiance ne remplit par une première condition déterminée, par exemple s'il n'est pas égal à une valeur déterminée (par exemple, la valeur '1'). De cette manière, si le niveau de confiance déterminé pour le modèle de lignes n'est pas suffisant, le système de guidage latéral peut être inhibé (ou bloqué).

- [0019] Selon un mode de réalisation particulier, ledit au moins un indicateur de confiance est un indicateur de confiance représentant un niveau de confiance pour au moins deux lignes dans le modèle de lignes.
- [0020] Selon un mode de réalisation particulier, ledit au moins un indicateur de confiance comprend deux indicateurs de confiance représentant des niveaux de confiance respectifs de deux lignes du modèle de lignes, situées de part et d'autre du véhicule dans la zone de route.
- [0021] Selon un mode de réalisation particulier, si au moins un dit indicateur de confiance indique un niveau de confiance ne satisfaisant pas une première condition, alors le contrôle du système de guidage latéral comprend un déclenchement d'au moins une action de contrôle.
- [0022] Selon un mode de réalisation particulier, ladite au moins une action de contrôle comprend une inhibition (ou blocage) du système de guidage latéral.
- [0023] Selon un mode de réalisation particulier, le système de guidage latéral est inhibé si au moins un indicateur de confiance est inférieur à une valeur seuil ICL pendant au moins une première durée.
- [0024] Selon un mode de réalisation particulier, après l'inhibition du système de guidage latéral, le contrôle du système de guidage latéral comprend une réactivation du système de guidage latéral si ledit au moins indicateur de confiance devient supérieur à la valeur seuil ICL pendant au moins une deuxième durée.
- [0025] Selon un mode de réalisation particulier, si pour au moins une délimitation de la zone de route, l'une au moins des conditions suivantes n'est pas remplie, alors ledit au moins un indicateur de confiance ne satisfait pas la première condition :
 - [0026] - l'indicateur de qualité indique une qualité de détection supérieure à une première valeur seuil ;
 - [0027] - l'indicateur d'existence indique une probabilité d'existence supérieure à une

deuxième valeur seuil ; et

- [0028] - l'indicateur d'opérabilité indique que ladite au moins une caméra est opérationnelle.
- [0029] Selon un mode de réalisation particulier, les données de ligne déterminées comprennent en outre, pour chaque délimitation de la zone de route, un indicateur de type de marquage indiquant un type de marquage correspondant à ladite délimitation,
- [0030] dans lequel ledit au moins indicateur de confiance est aussi déterminé en fonction de l'indicateur de type de marquage des délimitations. Par exemple, si pour au moins une délimitation de la zone de route, la condition suivante n'est pas remplie, alors ledit au moins un indicateur de confiance ne satisfait pas la première condition : l'indicateur de type de marquage indique que la délimitation correspond à un type de marquage prédéterminé.
- [0031] Selon un mode de réalisation particulier, les données de ligne déterminées comprennent en outre, pour chaque délimitation de la zone de route, un indicateur de distance longitudinale de validité indiquant une distance longitudinale, fonction d'une vitesse courante du véhicule, sur laquelle le polynôme de la délimitation est considéré valide, dans lequel ledit au moins indicateur de confiance est aussi déterminé en fonction de l'indicateur de distance longitudinale de validité des délimitations. Par exemple, si pour au moins une délimitation de la zone de route, la condition suivante n'est pas remplie, alors ledit au moins un indicateur de confiance ne satisfait pas la première condition : l'indicateur de distance longitudinale de validité indique une distance longitudinale du polynôme qui est inférieure à une troisième valeur seuil.
- [0032] Selon un mode de réalisation particulier, le procédé comprend :
- [0033] - détermination, à partir du polynôme de chaque délimitation, d'une variance de position de bord de la ligne correspondante dans le modèle de lignes ;
- [0034] dans lequel si, pour au moins une délimitation de la zone de route, la condition suivante n'est pas remplie, alors ledit au moins un indicateur de confiance ne satisfait pas la première condition : la variance de position de bord de ligne est inférieure ou égale à une quatrième valeur seuil.
- [0035] Selon un mode de réalisation particulier, le procédé comprend :
- [0036] - détermination, à partir du modèle de lignes, d'un facteur de proportionnalité entre une vitesse de lacet du véhicule et un angle de braquage du véhicule en fonction d'une vitesse courante du véhicule ;
- [0037] dans lequel si le facteur de proportionnalité excède une cinquième valeur seuil, alors ledit au moins un indicateur de confiance ne satisfait pas la première condition.
- [0038] Selon un deuxième aspect, la présente invention concerne un dispositif de contrôle de guidage latéral, le dispositif comprenant une mémoire associée à un processeur configuré pour la mise en œuvre des étapes du procédé de contrôle selon le premier aspect de la présente invention.

- [0039] A noter que les différents modes de réalisation mentionnés ci-avant en relation avec le procédé de contrôle de l'invention ainsi que les avantages associés s'appliquent de façon analogue au dispositif de contrôle de l'invention.
- [0040] Selon un troisième aspect, la présente invention concerne un véhicule, par exemple de type automobile, comprenant un dispositif tel que défini ci-dessus selon le deuxième aspect de la présente invention.
- [0041] Selon un quatrième aspect, la présente invention concerne un programme d'ordinateur qui comporte des instructions adaptées pour l'exécution des étapes du procédé de contrôle selon le premier aspect de la présente invention, ceci notamment lorsque le programme d'ordinateur est exécuté par au moins un processeur. Autrement dit, les différentes étapes du procédé de contrôle sont déterminées par des instructions de programmes d'ordinateurs. Ce programme d'ordinateur est configuré pour être mis en œuvre dans un dispositif de contrôle tel que défini ci-avant, ou plus généralement dans un ordinateur.
- [0042] Un tel programme d'ordinateur peut utiliser n'importe quel langage de programmation, et être sous la forme d'un code source, d'un code objet, ou d'un code intermédiaire entre un code source et un code objet, tel que dans une forme partiellement compilée, ou dans n'importe quelle autre forme souhaitable.
- [0043] Selon un cinquième aspect, la présente invention concerne un support d'enregistrement (ou support d'informations), lisible par un ordinateur (ou un processeur), sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour l'exécution des étapes du procédé de contrôle selon le premier aspect de la présente invention.
- [0044] D'une part, le support d'enregistrement peut être n'importe quel entité ou dispositif capable de stocker le programme. Par exemple, le support peut comporter un moyen de stockage, tel qu'une mémoire ROM, un CD-ROM ou une mémoire ROM de type circuit microélectronique, ou encore un moyen d'enregistrement magnétique ou un disque dur.
- [0045] D'autre part, ce support d'enregistrement peut également être un support transmissible tel qu'un signal électrique ou optique, un tel signal pouvant être acheminé via un câble électrique ou optique, par radio classique ou hertzienne ou par faisceau laser autodirigé ou par d'autres moyens. Le programme d'ordinateur selon la présente invention peut être en particulier téléchargé sur un réseau de type Internet.
- [0046] Alternativement, le support d'enregistrement peut être un circuit intégré dans lequel le programme d'ordinateur est incorporé, le circuit intégré étant adapté pour exécuter ou pour être utilisé dans l'exécution du procédé en question.

Brève description des figures

- [0047] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description des exemples de réalisation particuliers et non limitatifs de la présente invention ci-après, en référence aux figures 1 à 5 annexées, sur lesquelles :
- [0048] [Fig.1] illustre schématiquement un environnement d'un véhicule, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention ;
- [0049] [Fig.2] illustre schématiquement le véhicule de la [Fig.1], comprenant un dispositif de contrôle et un système de guidage latéral, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention ;
- [0050] [Fig.3] illustre schématiquement un modèle de lignes représentant une zone de route, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention ;
- [0051] [Fig.4] illustre schématiquement un dispositif de contrôle configuré pour contrôler un système de guidage latéral du véhicule représenté en figures 1 et 2, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention ;
- [0052] [Fig.5] illustre un diagramme différentes étapes d'un procédé de contrôle d'un système de guidage latéral du véhicule des figures 1-2, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention.

Description des exemples de réalisation

- [0053] Un procédé et un dispositif de contrôle d'un système de guidage latéral d'un véhicule vont maintenant être décrits dans ce qui va suivre en référence conjointement aux figures 1-5. Sauf indications contraires, les éléments communs ou analogues à plusieurs figures portent les mêmes signes de référence et présentent des caractéristiques identiques ou analogues, de sorte que ces éléments communs ne sont généralement pas à nouveau décrits par souci de simplicité.
- [0054] Les termes « premier(s) » (ou première(s)), « deuxième(s) », etc.) sont utilisés dans ce document par convention arbitraire pour permettre d'identifier et de distinguer différents éléments (tels que des opérations, des valeurs seuils, etc.) mis en œuvre dans les modes de réalisation décrits ci-après.
- [0055] Comme précédemment indiqué, l'invention vise notamment un procédé de contrôle d'un système de guidage latéral d'un véhicule, tel qu'un véhicule de type automobile ou autre, circulant dans une zone de route. Ce procédé est par exemple mis en œuvre par un dispositif de contrôle qui peut être externe ou faire partie du système de guidage latéral du véhicule.
- [0056] Selon un exemple particulier et non limitatif de réalisation de la présente invention, ce procédé comprend une détermination de données de ligne représentant sous forme de polynômes des délimitations de la zone de route. Ces données de ligne sont par exemple déterminées à partir de données caméra (ou données vidéo, ou données d'image) reçues depuis au moins une caméra embarquée dans le véhicule. De telles données de ligne peuvent en particulier être (ou être comprises dans) les données

caméra précitées, ou être déterminée par un traitement appliqué aux données caméra.

[0057] Les données de ligne ainsi déterminées comprennent, pour chaque délimitation de la zone de route, des indicateurs, à savoir : un indicateur de qualité indiquant une qualité de détection de marquages correspondant à la délimitation, un indicateur d'existence indiquant une probabilité d'existence dans la zone de route du polynôme de ladite délimitation, et un indicateur d'opérabilité, fonction de conditions de visibilité courantes, indiquant si ladite au moins une caméra est opérationnelle. Le dispositif de contrôle génère, à partir des données de ligne, un modèle de lignes représentatif de lignes correspondant aux délimitations de la zone de route. Au moins un indicateur de confiance (un ou des indicateurs de confiance) est en outre déterminé en fonction de l'indicateur de qualité, de l'indicateur d'existence et de l'indicateur d'opérabilité des délimitations de la zone de route, ledit au moins un indicateur de confiance étant représentatif d'un niveau de confiance du modèle de lignes généré. Le système de guidage latéral est contrôlé en fonction dudit au moins un indicateur de confiance.

[0058] Par exemple, le dispositif de contrôle peut déterminer un indicateur de confiance représentant un niveau de confiance pour au moins deux lignes dans le modèle de lignes, par exemple pour deux lignes situées de part et d'autre du véhicule circulant sur la zone de route (par exemple pour des lignes gauche et droite). En variante, le dispositif de contrôle peut déterminer deux (ou au moins deux) indicateurs de confiance représentant des niveaux de confiance respectifs de deux lignes du modèle de lignes, par exemple pour des lignes situées de part et d'autre du véhicule dans la zone de route (par exemple des lignes gauche et droite).

[0059] Ainsi, si au moins un tel indicateur de confiance indique un niveau de confiance ne satisfaisant pas une première condition déterminée, alors le contrôle du système de guidage latéral peut comprendre un déclenchement d'au moins une action de contrôle, telle que par exemple une inhibition (ou blocage) du système de guidage latéral, ce qui peut ainsi permettre de bloquer une fonction de guidage latéral (ou d'aide à la conduite) du système de guidage latéral si le niveau de confiance du modèle de lignes n'est pas suffisant. En particulier, le dispositif de contrôle détermine par exemple qu'un indicateur de confiance ne satisfait pas la première condition si, pour au moins une délimitation de la zone de route, l'un au moins parmi l'indicateur de qualité, l'indicateur d'existence et l'indicateur d'opérabilité ne satisfait pas une condition respective.

[0060] La [Fig.1] illustre schématiquement un environnement 1 dans lequel évolue un véhicule 10, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention.

[0061] La [Fig.1] illustre un véhicule 10, par exemple un véhicule automobile, circulant sur une zone de route 2, c'est-à-dire une portion de route de l'environnement 1. Selon

d'autres exemples, le véhicule 10 correspond à un car, un bus, un camion, un véhicule utilitaire ou une motocyclette, c'est-à-dire à un véhicule de type véhicule terrestre motorisé.

- [0062] Le véhicule 10 correspond à un véhicule circulant sous la supervision totale d'un conducteur ou circulant dans un mode autonome ou semi-autonome. Le véhicule 10 peut circuler selon un niveau d'autonomie égale à 0 ou selon un niveau d'autonomie allant de 1 à 5 par exemple, selon l'échelle définie par l'agence fédérale américaine qui a établi 5 niveaux d'autonomie allant de 1 à 5, le niveau 0 correspondant à un véhicule n'ayant aucune autonomie, dont la conduite est sous la supervision totale du conducteur, le niveau 1 correspondant à un véhicule avec un niveau d'autonomie minimal, dont la conduite est sous la supervision du conducteur avec une assistance minimale d'un système ADAS, et le niveau 5 correspondant à un véhicule complètement autonome.
- [0063] Les 5 niveaux d'autonomie de la classification de l'agence fédérale chargée de la sécurité routière sont :
- [0064] - niveau 0 : aucune automatisation, le conducteur du véhicule contrôle totalement les fonctions principales du véhicule (moteur, accélérateur, direction, freins) ;
- [0065] - niveau 1 : assistance au conducteur, l'automatisation est active pour certaines fonctions du véhicule, le conducteur gardant un contrôle global sur la conduite du véhicule ; le régulateur de vitesse fait partie de ce niveau, comme d'autres aides telles que l'ABS (système antiblocage des roues) ou l'ESP (électro-stabilisateur programmé) ;
- [0066] - niveau 2 : automatisation de fonctions combinées, le contrôle d'au moins deux fonctions principales est combiné dans l'automatisation pour remplacer le conducteur dans certaines situations ; par exemple, le régulateur de vitesse adaptatif combiné avec le centrage sur la voie permet à un véhicule d'être classé niveau 2, tout comme l'aide au stationnement (de l'anglais « Park assist ») automatique ;
- [0067] - niveau 3 : conduite autonome limitée, le conducteur peut céder le contrôle complet du véhicule au système automatisé qui sera alors en charge des fonctions critiques de sécurité ; la conduite autonome ne peut cependant avoir lieu que dans certaines conditions environnementales et de trafic déterminées (uniquement sur autoroute par exemple) ;
- [0068] - niveau 4 : conduite autonome complète sous conditions, le véhicule est conçu pour assurer seul l'ensemble des fonctions critiques de sécurité sur un trajet complet ; le conducteur fournit une destination ou des consignes de navigation mais n'est pas tenu de se rendre disponible pour reprendre le contrôle du véhicule ;
- [0069] - niveau 5 : conduite complètement autonome sans l'aide de conducteur dans toutes les circonstances.

- [0070] Selon un exemple particulier de réalisation, le véhicule 10 circule selon un mode semi-autonome ou autonome, c'est-à-dire avec un niveau d'autonomie supérieur ou égal à 2 selon la classification ci-dessus.
- [0071] Selon l'exemple de la [Fig.1], le véhicule 10 circule sur une zone (ou portion) de route 2 comprenant une pluralité de voies, à savoir une voie de circulation courante 20 sur laquelle circule le véhicule 10 et une voie de circulation adjacente 22 qui s'étend le long de la voie de circulation courante 20. La configuration de la zone de route 2 en termes notamment du nombre et de la forme des voies peut varier selon le cas.
- [0072] La configuration de la zone de route 2 considérée peut dépendre notamment des règles de circulation en vigueur pour la zone géographique dans laquelle se trouve la zone de route 2 considérée. Dans cet exemple, les véhicules circulent à droite, comme en France. L'invention ne se limite cependant pas à un tel exemple et s'étend à toutes les configurations de route, incluant celles où les véhicules circulent à gauche.
- [0073] Dans l'exemple représenté en [Fig.1], les voies 20 et 22 constituent des voies de circulation destinées à la circulation de véhicules, y compris le véhicule 10. D'autres types de voie sont toutefois possibles. L'une au moins des voies de la zone de route 2 peut ainsi constituer une bande d'arrêt d'urgence (notée BAU) prévue pour qu'un véhicule puisse s'arrêter sur le bord de la route en cas d'urgence (par exemple une panne) ou l'accotement de la chaussée.
- [0074] Dans l'exemple considéré, chacune des voies 20 et 22 est matérialisée ou délimitée de part et d'autre par des délimitations latérales (ou aussi ci-après « délimitations ») 32, 34 et 34 qui correspondent par exemple à des lignes de marquage au sol 20. Ainsi, la voie de circulation courante 20 est délimitée de part et d'autre (droite et gauche) par les délimitations 30 et 32 tandis que la voie de circulation adjacente est délimitée de part et d'autre (gauche et droite) par les délimitations 32 et 34. La délimitation centrale 32 est donc commune aux voies de circulation 20 et 22. Dans cet exemple, les délimitations 30, 32 et 34 sont formées par des marquages au sol. Plus précisément, les délimitations 30 et 34 sont formées par des lignes de marquage continues tandis que la délimitation centrale 32 est formée par une ligne de marque discontinue. D'autres types de délimitation sont toutefois possibles, telles que notamment des délimitations formées par des barrières de sécurité (ou glissières).
- [0075] Le nombre et le type des délimitations définissant les voies de circulation peut être adapter selon le cas. Dans l'exemple représenté en [Fig.1], seules deux voies sont présentes dans la zone de route 2. En variante, une pluralité de voies peuvent être situées à gauche et/ou à droite du véhicule 10 circulant sur la voie de circulation courante 20. Une pluralité de délimitations de voie, définissant les autres voies, sont alors positionnées à gauche et/ou à droite du véhicule 10 circulant sur la voie de circulation courante 20. Des mises en œuvre sont également possibles dans lesquelles la

zone de route 2 considérée ne comprend qu'une unique voie de circulation (à savoir la voie de circulation courante sur laquelle circule le véhicule 10).

- [0076] Les lignes de marquage au sol sont également appelées signalement horizontal et correspondent en un ensemble de lignes 30-34 tracées sur le sol. Les lignes de marquage au sol 30-34 peuvent être de plusieurs types, par exemple des lignes de rive ou des lignes médianes, avec des caractéristiques différentes. Les lignes de marquage au sol peuvent ainsi être de type ligne continue, ligne discontinue ou ligne mixte (comprenant une ligne continue et une ligne discontinue parallèle à la ligne continue). Une ligne discontinue peut également présenter des caractéristiques différentes, avec des longueurs d'espacement entre les traits variant d'un type de ligne discontinue à l'autre et/ou une longueur des traits variant d'un type à l'autre.
- [0077] La ligne discontinue 32 marque dans cet exemple la séparation entre la voie de circulation courante 20 et la voie de circulation adjacente 22. Cette ligne discontinue 32 est formée de traits d'une longueur déterminée (par exemple égale à 3 m) espacés les uns des autres d'un espacement d'une longueur déterminée (par exemple égale à 10 m). Une telle ligne discontinue 32 est représentative d'une ligne qui peut être franchie par le véhicule 10, c'est-à-dire qu'un changement de voie de circulation depuis la voie 20 vers la voie 22, et inversement, est autorisé.
- [0078] Comme représenté en [Fig.2], le véhicule 10 embarque un système de guidage latéral 19 configuré pour contrôler la position latérale du (c'est-à-dire pour guider latéralement le) véhicule 10 dans sa voie de circulation courante 20. Ce système de guidage constitue un système d'aide à la conduite, dit ADAS (de l'anglais « Advanced Driver-Assistance System » ou en français « Système d'aide à la conduite avancé »). Divers types de système d'aide à la conduite sont possibles. Le système de guidage latéral 19 peut par exemple être un système LKA de surveillance de non franchissement de ligne ou un système LPA de maintien dans la voie.
- [0079] Le système de guidage latéral 19 met en œuvre au moins une fonction de guidage latéral du véhicule 10, la nature de ce ou ces fonctions pouvant varier selon le cas. Le système de guidage latéral 19 peut par exemple être un système de changement semi-automatique de voie de circulation, dit système SALC (de l'anglais « Semi-Automatic Lane Change »). Un système SALC repose notamment sur la détection et la reconnaissance des lignes de marquage au sol pour autoriser ou non le changement de voie d'une voie de circulation courante vers une voie de circulation adjacente à cette voie de circulation courante, et lorsque le changement est autorisé, pour contrôler la manœuvre permettant au véhicule 10 de changer de voie. Le système de guidage latéral 19 peut également être configuré pour maintenir le véhicule 10 sur sa voie de circulation courante 20, notamment en indiquant à un utilisateur lorsque la trajectoire du véhicule 10 dévie de la voie de circulation courante 20, voire même en corrigeant automa-

tiquement la direction (ou position latérale) du véhicule 10.

[0080] Le véhicule 10 embarque en outre un dispositif de contrôle 14 couplé au système de guidage latéral 19. Le dispositif de contrôle 14 est configuré pour contrôler le système de guidage latéral 19 en mettant en œuvre un processus de contrôle comme décrit ci-après. Selon un exemple particulier, le dispositif de contrôle 14 est externe au système de guidage latéral 19. En variante, le dispositif de contrôle 14 est inclus dans le (ou fait partie du) système de guidage latéral 19.

[0081] Comme illustré en [Fig.2], le véhicule 10 peut en outre comprendre un certain nombre de capteurs, notamment une ou des caméras embarquées 12, qui sont couplés au dispositif de contrôle 14. On suppose dans cet exemple que le véhicule 10 est muni en particulier d'une caméra frontale 12 configurée pour inspecter la zone de route 2 dans laquelle circule le véhicule 10. Le dispositif de contrôle 14 est couplé à la caméra 12, en particulier pour recevoir des données caméra (ou données vidéo, ou donnée d'image) 16 générées par la caméra 12, ces données caméra représentant la zone de route 2 (par exemple une portion avant et/ou arrière de cette zone) dans laquelle circule le véhicule 10. Les données caméra 16 acquises par la caméra 12 comprennent des images permettant de détecter les délimitations de la zone de route 2, en particulier des marquages au sol dans l'exemple considéré ici. Un traitement d'image peut être appliqué, par exemple par la caméra 12 ou par le dispositif de contrôle 14, aux images fournies par la caméra 12 pour déterminer la présence de lignes au sol (ou marquages). Un exemple de traitement d'image pour détecter les lignes au sol est par exemple décrit dans le document WO2017194890A1.

[0082] Selon un exemple particulier, le véhicule 10 embarque en outre un ou plusieurs des capteurs suivants (non représentés) qui sont couplés au dispositif de contrôle 14 :

[0083] - un ou plusieurs radars à ondes millimétriques arrangés sur le véhicule 10, par exemple à l'avant, à l'arrière, sur chaque coin avant/arrière du véhicule ; chaque radar est adapté pour émettre des ondes électromagnétiques et pour recevoir les échos de ces ondes renvoyées par un ou plusieurs objets, dans le but de détecter des obstacles ou autres objets et leurs distances vis-à-vis du véhicule 10 ; et/ou

[0084] - un ou plusieurs LIDAR(s) (de l'anglais « Light Detection And Ranging », ou « Détection et estimation de la distance par la lumière » en français), un capteur LIDAR correspondant à un système optoélectronique composé d'un dispositif émetteur laser, d'un dispositif récepteur comprenant un collecteur de lumière (pour collecter la partie du rayonnement lumineux émis par l'émetteur et réfléchi par tout objet situé sur le trajet des rayons lumineux émis par l'émetteur) et d'un photodétecteur qui transforme la lumière collectée en signal électrique ; un capteur LIDAR permet ainsi de détecter la présence d'objets situés dans le faisceau lumineux émis et de mesurer la distance entre le capteur et chaque objet détecté.

- [0085] Le dispositif de contrôle 14 est configuré pour mettre en œuvre un processus de contrôle pour contrôler le système de guidage latérale 19 (appelé aussi ci-après « système de guidage 14 » ou « système 14 »), ou plus précisément pour contrôler une fonction de guidage latérale susceptible d'être mise en œuvre par le système de guidage latéral 14 pour guider latéralement le véhicule 10. On suppose dans cet exemple que le dispositif de contrôle 14 et le système de guidage latéral 19 sont embarqués dans le véhicule 10 bien que des variantes soient possibles où l'un au moins de ces éléments est externe au véhicule 10 et peut coopérer avec le véhicule 10 pour le contrôler (ou guider) latéralement. Comme indiqué ci-avant, le système de guidage latéral 19 est en particulier apte à mettre en œuvre une fonction de guidage latéral du véhicule 10, cette fonction pouvant être activée ou inhibée par le dispositif de contrôle 14 de façon sélective en fonction du cas considéré. Le dispositif de contrôle 14 peut par exemple prendre la forme d'un (ou comprendre un) calculateur, ou une combinaison de calculateurs. Un exemple de mise en œuvre du dispositif de contrôle 14 est décrit ultérieurement.
- [0086] Dans une première opération, le dispositif de contrôle 14 détermine des données de lignes 18 représentant sous formes de polynômes (ou sous forme de coefficients polynômiaux) des délimitations de la zone de route 2, à savoir les délimitations 30, 32 et 34 dans cet exemple. Ces données de lignes 18 peuvent être déterminées par le dispositif de contrôle 14 à partir de données caméra (ou données vidéo, ou données d'image) 16 reçues d'un ou plusieurs capteurs, notamment d'une ou plusieurs caméras embarquées dans le véhicule 10, telle que la caméra 12 dans cet exemple ([Fig.2]). Dans un premier exemple, les données de ligne 18 déterminées par le dispositif de contrôle 14 sont, ou comprennent, les données caméra 16 reçues.
- [0087] Le dispositif de contrôle 14 peut par exemple recevoir ces données caméra 16 via un ou plusieurs bus de communication du système embarqué du véhicule 10, par exemple un bus de communication de type bus de données CAN (de l'anglais « Controller Area Network » ou en français « Réseau de contrôleurs »), CAN FD (de l'anglais « Controller Area Network Flexible Data-Rate » ou en français « Réseau de contrôleurs à débit de données flexible »), FlexRay (selon la norme ISO 17458), Ethernet (selon la norme ISO/IEC 802-3) ou LIN (de l'anglais « Local Interconnect Network », ou en français « Réseau interconnecté local »).
- [0088] Selon un deuxième exemple, le dispositif de contrôle 14 détermine les données de ligne 18 par un traitement approprié réalisé sur les données caméra 16 transmise par la caméra 12.
- [0089] Comme déjà indiqué, les données de ligne 18 déterminées (ou obtenues) par le dispositif de contrôle 14 lors de la première opération définissent dans cet exemple les délimitations 30, 32 et 34 de la zone de route 2 sous la forme de polynômes (ou de co-

efficient polynômiaux). Un polynôme respectif (de degré 3) peut ainsi définir chaque délimitation 30-34, par exemple sous la forme suivante : $Dy = A3 * Dx^3 + A2 * Dx^2 + A1 * Dx + A0$ où Dy désigne une position latérale d'une délimitation correspondante par rapport au véhicule 10, Dx désigne une position longitudinale de cette délimitation par rapport au véhicule 10 et $A0$ - $A3$ sont des coefficients polynômiaux.

- [0090] Le coefficient $A0$ représente par exemple une distance entre le centre du véhicule 10 et chaque délimitation considérée. Le coefficient $A1$ représente par exemple un angle entre la trajectoire du véhicule 10 et une tangente à la voie de circulation (le cap). Le coefficient $A2$ représente par exemple un rayon de courbure et le coefficient $A3$ représente par exemple une dérivée de ce rayon de courbure. La forme des polynômes peut être adaptée selon le cas.
- [0091] Par ailleurs, les données de ligne 18 déterminées (ou obtenue) par le dispositif de contrôle 14 lors de la première opération peuvent comprendre d'autres informations (ou attributs), en particulier les indicateurs suivants pour chaque délimitation 30-34 de la zone de route 2 : un indicateur de qualité $IC1$, un indicateur d'existence $IC2$ et un indicateur d'opérabilité $IC3$. Autrement dit, chaque délimitation de voie identifiée dans les données de ligne 18 est associée respectivement à un indicateur de qualité $IC1$, un indicateur d'existence $IC2$ et un indicateur d'opérabilité $IC3$.
- [0092] De mêmes que les polynômes Dy précités, les indicateurs $IC1$, $IC2$ et $IC3$ peuvent être déterminés pour chaque délimitation à partir des données caméra 16 reçues de la caméra 12.
- [0093] Plus précisément, l'indicateur de qualité $IC1$ indique une qualité de détection de marquages correspondant à la délimitation correspondante. L'indicateur $IC1$ est par exemple représentatif de la qualité de détection d'une ligne de marquage définissant le bord d'une voie de la zone de route 2. Cet indicateur peut par exemple présenter une valeur parmi une pluralité de valeurs prédéfinies (telles que « qualité basse », « qualité moyenne », « qualité haute ») représentant des niveaux de qualité différents de la délimitation correspondante détectée dans la zone de route 2. L'indicateur de qualité $IC1$ doit par exemple être supérieure à un seuil pour que la fonction de guidage latéral du système de guidage 14 soit autorisée.
- [0094] L'indicateur d'existence $IC2$ indique une probabilité d'existence dans la zone de route 2 du polynôme Dy de la délimitation correspondante. Cet indicateur $IC2$ indique une probabilité que le polynôme Dy de la délimitation correspondante soit valide (ou applicable) sur une distance longitudinale donnée (suivant x) de la zone de route 2. Cette probabilité peut par exemple est représentée par une valeur en pourcentage fixée entre 0% et 100%. Une telle probabilité doit par exemple être supérieure à un seuil pour que la fonction de guidage latéral du système de guidage 14 soit autorisée.
- [0095] L'indicateur d'opérabilité $IC3$ indique si la ou les caméras avec lesquelles est couplé

le dispositif de contrôle 14, à savoir la caméra 12 dans cet exemple ([Fig.2]), sont opérationnelles. Cet indicateur d'opérabilité IC3 est par exemple fonction de conditions de visibilité, dans lesquelles la caméra 12 a acquis les données caméra 16.

[0096] Comme déjà indiqué, les données de ligne 18 peuvent être déterminées (ou obtenues) par le dispositif de contrôle 14 à partir de données caméra (ou données vidéo) 16 générées par la caméra 12. Ces données caméra 12, qui permettent de déterminer la topologie de la zone de route 2, peuvent poser problème dans la mesure où leur qualité peut varier fortement en fonction de leurs conditions d'acquisition, notamment selon les conditions de visibilité ou les conditions de météorologies, ou encore l'état des marquages au sol (absences locales de peintures sur la chaussée, traces inopinées sur la voie, etc.). Cet indicateur d'opérabilité IC3 doit par exemple indiquer que la caméra 12 est opérationnelle pour que la fonction de guidage latéral du système de guidage 19 soit autorisée.

[0097] Le dispositif de contrôle 14 peut en outre recevoir des données objets et/ou des données dynamique (non représentées). Les données objets sont par exemple reçues de radar(s) et/ou LIDAR(s) embarqués dans le véhicule 10, ces données étant représentatives d'objets susceptibles d'être détectés sur la chaussée ou à proximité de la chaussée de la zone de route 2. Ces données objets permettent notamment d'identifier des objets statiques (glissières, panneaux, etc.) et/ou des objets dynamique (autres véhicules par exemple pouvant circuler dans un même sens de circulation que le véhicule 10 ou d'un un sens différent). Les données dynamiques sont par exemple reçues d'un système de contrôle électronique de la trajectoire (dit aussi système ESP pour « Electronic Stability Program » en anglais) qui est embarqué dans le véhicule 10.

[0098] Dans une deuxième opération ([Fig.3]), le dispositif de contrôle 14 génère, à partir des données de ligne 18 (et notamment à partir des polynômes Dy des délimitations de route), un modèle de ligne MD1 représentatif de lignes correspondant aux délimitations de la zone de route 2. Ce modèle MD1 permet de modéliser sous forme de lignes les délimitations 30, 32 et 34 (ou au moins une partie d'entre elles) de la zone de route 2 dans laquelle circule le véhicule 10. Le modèle de lignes MD1 peut être généré de sorte à modéliser sous forme de ligne chaque délimitation de la zone de route 2 ou au moins une délimitation parmi celles identifiées dans les données de ligne 18. La [Fig.3] représente un exemple particulier de modèle de lignes MD1 comprenant deux lignes représentant les délimitations latérales gauche et droite 30, 32 de la voie de circulation courante 20. Le modèle de lignes MD1 peut ainsi représenter la topologie de la zone de route 2 dans laquelle circule le véhicule 10.

[0099] L'opération de génération de ce modèle de ligne MD1 peut comprendre notamment la reconnaissance et la classification des délimitations définies par chaque polynôme Dy des données de ligne 18, par exemple au moyen d'une méthode d'apprentissage au-

tomatiques (de l'anglais « machine learning »). Pour ce faire, le dispositif de contrôle 14 alimente par exemple un réseau neuronal, par exemple un réseau de neurones de type réseau neuronal convolutif, également appelé réseau de neurones convolutifs ou réseau de neurones à convolution et noté CNN ou ConvNet (de l'anglais « Convolutional Neural Networks »), avec les données de ligne 18 comprenant les polynômes Dy, et éventuellement d'autres informations comprises dans les données de ligne 18 telles que les indicateurs IC1, IC2 et IC3.

- [0100] Dans une troisième opération, le dispositif de contrôle 14 détermine, en fonction de l'indicateur de qualité IC1, de l'indicateur d'existence IC2 et de l'indicateur d'opérabilité IC3 de chaque délimitation de la zone de route 2 (ou du moins pour chaque délimitation identifiée dans le modèle de lignes MD1), au moins un indicateur de confiance IC4 représentatif d'un niveau de confiance du modèle de lignes MD1 généré au cours de la deuxième opération. Pour ce faire, le dispositif de contrôle 14 analyse les indicateurs précités IC1, IC2 et IC3 obtenus dans (ou définis dans) les données de ligne 18. Comme décrit ci-après, la manière dont les indicateurs IC1, IC2 et IC3 sont analysés et pris en compte pour déterminer le ou les indicateurs de confiance IC4 peut être adaptée selon le cas.
- [0101] Selon un premier exemple, le dispositif de contrôle 14 génère un indicateur de confiance IC4 représentant un niveau de confiance pour au moins deux lignes dans le modèle de lignes MD1, par exemple pour deux lignes correspondant respectivement aux délimitations latérales 30 et 32 de la voie de circulation courante 20. Ainsi, cet indicateur de confiance IC4 représente un niveau de confiance pour collectivement les deux lignes correspondant aux deux délimitations 30 et 32 ([Fig.3]).
- [0102] Selon un deuxième exemple, le dispositif de contrôle 14 génère deux (ou au moins deux) indicateurs de confiance IC4 représentant des niveaux de confiance respectifs de deux (ou au moins deux) lignes du modèle de lignes MD1, par exemple des lignes situées de part et d'autre du véhicule 10 dans la zone de route 2. Un indicateur de confiance IC4 respectif peut par exemple être généré pour chaque ligne présente dans le modèle de lignes MD1.
- [0103] Dans une quatrième opération, le système de guidage 19 est contrôlé par le dispositif de contrôle 14 en fonction du ou des indicateurs de confiance IC4 déterminés au cours de la troisième opération, c'est-à-dire en fonction du niveau de confiance déterminé pour le modèle de ligne MD1. Autrement dit, une fonction de guidage latéral susceptible d'être mise en œuvre par le système de guidage 19 est contrôlée en fonction du ou des indicateurs de confiance IC4. La manière dont le dispositif de contrôle 14 contrôle le système de guidage 19 (ou plus précisément sa fonction de guidage latéral) peut être adaptée selon le cas.
- [0104] Par exemple, si au moins un dit indicateur de confiance IC4 indique un niveau de

confiance ne satisfaisant pas une première condition, alors le contrôle du système de guidage latéral 19 comprend un déclenchement d'au moins une action de contrôle. Cette dite au moins une action de contrôle peut comprendre par exemple une inhibition (ou blocage) du système de guidage latéral 19, ou tout du moins de la fonction de guidage latérale considérée. Ainsi, si par exemple un indicateur de confiance IC4 généré par le système de guidage latéral 19 ne satisfait pas la première condition, alors le système de guidage latéral 19 peut être inhibé ou désactivé par le dispositif de contrôle 14 dans la mesure où l'on considère que le niveau de confiance dans le modèle de lignes MD1 est insuffisant pour permettre un guidage latéral sécurisé du véhicule 10.

- [0105] Le dispositif de contrôle 14 fixe par exemple l'indicateur de confiance IC4 à une première valeur (par exemple la valeur « 1 ») si la première condition est remplie et à une deuxième valeur (par exemple la valeur « 0 ») si la première condition n'est pas remplie. Si l'indicateur de confiance IC4 est à la deuxième valeur, cela signifie que le niveau de confiance dans le modèle de lignes MD1 est insuffisant, en conséquence de quoi le dispositif de contrôle 14 déclenche ladite au moins une action de contrôle.
- [0106] A titre d'exemple non limitatif, on suppose par la suite par simplicité que le dispositif de contrôle 14 détermine un unique indicateur de confiance IC4 représentant un niveau de confiance pour collectivement les deux lignes correspondant aux deux délimitations 30 et 32 ([Fig.3]), bien que des variantes soient possibles comme déjà indiqué. On suppose en outre par la suite que l'action de contrôle déclenchée par le dispositif de contrôle 14 lorsque l'indicateur de confiance IC4 ne satisfait pas la première condition est (ou comprend) l'inhibition du système de guidage latéral 14, bien que d'autres types d'action de contrôle soient possibles pour adapter le fonctionnement du système de guidage latéral 19 en fonction du niveau de confiance du modèle de lignes MD1.
- [0107] Comme décrit ci-après, la nature de la première condition peut varier selon le cas. Par exemple, le système de guidage latéral 14 est inhibé si l'indicateur de confiance IC4 est inférieur à une valeur seuil ICL. Selon un exemple particulier, le système 14 est inhibé si la première condition n'est pas satisfaite pendant au moins une première durée déterminée. Il est ainsi possible d'éviter des blocages répétés et intempestifs du système de guidage 19, notamment lorsque le niveau de confiance varie fortement et ne satisfait pas la première condition pendant des temps courts. Si le niveau de confiance ne reste bas que pendant des périodes de temps limitées, il est alors possible de faire confiance au modèle de lignes MD1 dans la mesure où le système de guidage 19 pourra compenser les incertitudes qui pèsent provisoirement sur le modèle de lignes MD1, éventuellement en utilisant des informations supplémentaires (telles que les données objets et/ou les données dynamiques précitées).
- [0108] Selon un exemple particulier, après l'inhibition du système de guidage latéral 19, le

contrôle du système de guidage latéral 19 comprend une réactivation dudit système 19 si l'indicateur de confiance IC1 devient supérieur à la valeur seuil ICL pendant au moins une deuxième durée déterminée. Ainsi, si le dispositif de contrôle 14 détecte un niveau de confiance suffisant pour le modèle de lignes MD1 pendant au moins cette deuxième durée, on considère que le système de guidage latéral 19 peut à nouveau être utilisé en toute confiance, de sorte que celui-ci est réactivé.

- [0109] Un tel processus de contrôle permet donc de contrôler de façon fiable et performante le système de guidage latéral 19 quelle que soient les conditions d'acquisition courantes ou encore la qualité des données caméra 16 qui sont acquises par la caméra 12. Une fonction de guidage latérale du système de guidage 19 n'est mise en œuvre que si le niveau de confiance dans le modèle de lignes MD1 généré est suffisant, ce qui permet d'améliorer la fonction de guidage latéral et donc de sécuriser le véhicule 10 et ses passagers. Le processus de contrôle peut permettre notamment d'inhiber un changement semi-automatique de voie vers une autre voie par le système de guidage latéral 14 (dans le cas d'un système SALC).
- [0110] Comme déjà indiqué, la nature de la première condition précitée peut être adaptée selon le cas. Selon un exemple particulier, si pour au moins une délimitation de la zone de route 2 (ou plus précisément pour au moins une délimitation identifiée dans le modèle de lignes MD1), l'une au moins des conditions (ou sous-conditions) suivantes n'est pas remplie, alors l'indicateur de confiance IC4 est considéré comme ne satisfaisant pas la première condition :
- [0111] - l'indicateur de qualité IC1 indique une qualité de détection supérieure à une première valeur seuil VS1 ;
- [0112] - l'indicateur d'existence IC2 indique une probabilité d'existence supérieure à une deuxième valeur seuil VS2 ; et
- [0113] - l'indicateur d'opérabilité IC3 indique que la caméra 12 est opérationnelle.
- [0114] Autrement dit, tant que les trois sous-conditions ci-dessus sont satisfaites pour chaque délimitation identifiée dans le modèle de lignes MD1, alors l'indicateur de confiance IC4 est considéré comme satisfaisant la première condition et le système de guidage latéral 19 peut être maintenu à l'état actif par le dispositif de contrôle 14.
- [0115] A noter que des sous-conditions supplémentaires peuvent être prises en compte pour déterminer si la première condition est satisfaite ou non. Selon un exemple particulier, les données de ligne 18 déterminées comprennent en outre, pour chaque délimitation de la zone de route 2 (ou du moins pour chaque délimitation identifiée dans le modèle de lignes MD1), un indicateur de type de marquage IC5 indiquant un type de marquage correspondant à ladite délimitation. Au cours de la troisième opération, l'indicateur de confiance IC4 est déterminé aussi en fonction de l'indicateur de type de marquage IC5 des délimitations.

- [0116] Par exemple, si pour au moins une délimitation de la zone de route 2 la condition suivante n'est pas remplie, alors l'indicateur de confiance IC4 est considéré comme ne satisfait pas la première condition : l'indicateur de type de marquage IC5 indique que la délimitation correspond à un premier type de marquage (ou un type de marquage prédéterminé). Ainsi, si par exemple une délimitation de la zone de route 2 est détectée comme étant de type barrière de sécurité (ou glissière) ou de type inconnu, alors le dispositif de contrôle 14 inhibe le système de guidage latéral 19 car le risque est jugé trop élevé. En revanche, le système de guidage latéral 19 peut être maintenu à l'état actif si par exemple les délimitations détectées dans le modèle de lignes MD1 sont des lignes continues ou discontinues (risque faible).
- [0117] Selon un exemple particulier, les données de ligne 18 déterminées au cours de la première opération comprennent en outre, pour chaque délimitation de la zone de route 2 (ou du moins pour chaque délimitation identifiée dans le modèle de lignes MD1), un indicateur IC6 de distance longitudinale de validité indiquant une distance longitudinale (suivant x) sur laquelle le polynôme Dy de ladite délimitation est considéré valide. Cet indicateur IC6 de distance longitudinale de validité (appelé aussi « indicateur de validité ») est par exemple fonction d'une vitesse courante du véhicule 10.
- [0118] Au cours de la troisième opération, le dispositif de contrôle 14 peut déterminer l'indicateur de confiance IC4 aussi en fonction de l'indicateur IC6 de distance longitudinale de validité des délimitations. Par exemple, si pour au moins une délimitation de la zone de route 2 (ou du moins pour au moins une délimitation identifiée dans le modèle de lignes MD1), la condition suivante n'est pas remplie, alors l'indicateur de confiance IC4 ne satisfait pas la première condition : l'indicateur IC6 de distance longitudinale de validité indique une distance longitudinale de validité, du polynôme Dy de la délimitation, qui est inférieure à une troisième valeur seuil. Autrement dit, si l'indicateur IC6 indique une distance longitudinale de validité du polynôme Dy pour une délimitation de la zone de route 2 qui est inférieure à une troisième valeur seuil, alors l'indicateur de confiance IC4 est considéré comme ne satisfaisant pas la première condition, ce qui déclenche l'inhibition du système de guidage latéral 14 par le dispositif de contrôle 14 au cours de la quatrième opération. Cette troisième valeur seuil est par exemple égale à la vitesse courante du véhicule 10 multipliée par un temps d'horizon choisi en tant que paramétrage pour le dispositif de contrôle 14. A titre d'exemple, on peut choisir un temps d'horizon de 1,1 secondes.
- [0119] Selon un exemple particulier, on combine les exemples particuliers décrits ci-dessus pour contrôler le système de guidage 19 en tenant compte à la fois de l'indicateur de type de marquage IC5 et de l'indicateur IC6 de distance longitudinale de validité comme décrit ci-avant pour chacun de ces indicateurs.

- [0120] En outre, des informations supplémentaires peuvent être prises en compte par le dispositif de contrôle 14 pour contrôler le système de guidage latéral 19 au cours de la quatrième opération, afin d'améliorer encore son fonctionnement et ainsi sécuriser encore davantage le véhicule 10 et ses passagers. En particulier, on peut prendre en compte une variance de position de bord et/ou un facteur de proportionnalité comme décrit ci-après.
- [0121] Selon un exemple particulier, au cours du processus de contrôle, le dispositif de contrôle 14 détermine, à partir du polynôme Dy de chaque délimitation de la zone de route 2 (ou du moins chaque délimitation identifiée dans le modèle de lignes MD1), une variance de position de bord de la ligne correspondante dans le modèle de lignes MD1. Par exemple, si pour au moins une délimitation de la zone de route 2, la condition suivante n'est pas remplie, alors l'indicateur de confiance IC4 ne satisfait pas la première condition : la variance de position de bord de ligne est inférieure à une quatrième valeur seuil VS4. Ainsi, si la variance de position de bord de ligne correspondant à au moins une délimitation est inférieure à une quatrième valeur seuil VS4, alors l'indicateur de confiance IC4 est considéré comme ne remplissant pas la première condition, en réponse de quoi le dispositif de contrôle 14 inhibe le système de guidage latéral 19.
- [0122] Selon un exemple particulier, au cours du processus de contrôle, le dispositif de contrôle 14 détermine, à partir du modèle de lignes MD1, un facteur de proportionnalité (oui ratio) entre une vitesse de lacet du véhicule 10 et un angle de braquage du véhicule 10, et ce en fonction d'une (ou pour une) vitesse donnée du véhicule 10. La vitesse de lacet définit une accélération latérale du véhicule 10 (exprimée en rad.s^{-1}). L'angle de braquage (dit aussi « angle volant ») définit un angle de braquage appliqué aux roues du véhicule 10. Si le facteur de proportionnalité excède une cinquième valeur seuil VS5, alors l'indicateur de confiance IC4 est considéré comme ne remplissant pas la première condition, en réponse de quoi le dispositif de contrôle 14 inhibe le système de guidage latéral 14.
- [0123] La [Fig.4] illustre schématiquement un dispositif de contrôle 14 configuré pour contrôler un système de guidage latéral 19, tel qu'un système SALC ou autre, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention. Le dispositif de contrôle 14 correspond par exemple à un dispositif embarqué dans le véhicule 10, par exemple un calculateur. Comme déjà indiqué, le dispositif de contrôle 14 peut être distinct du, ou faire partie du, système de guidage latéral 19.
- [0124] Le dispositif de contrôle 14 est par exemple configuré pour la mise en œuvre des opérations précédemment décrites en regard des figures 1-3 et/ou des étapes du procédé décrit ci-après en regard de la [Fig.5]. Des exemples d'un tel dispositif de contrôle 14 comprennent, sans y être limités, un équipement électronique embarqué tel

qu'un ordinateur de bord d'un véhicule, un calculateur électronique tel qu'une UCE (« Unité de Commande Electronique »), un téléphone intelligent (de l'anglais « smartphone »), une tablette, un ordinateur portable. Les éléments du dispositif de contrôle 14, individuellement ou en combinaison, peuvent être intégrés dans un unique circuit intégré, dans plusieurs circuits intégrés, et/ou dans des composants discrets. Le dispositif de contrôle 14 peut être réalisé sous la forme de circuits électroniques ou de modules logiciels (ou informatiques) ou encore d'une combinaison de circuits électroniques et de modules logiciels.

- [0125] Le dispositif de contrôle 14 comprend un (ou plusieurs) processeur(s) 40 configurés pour exécuter des instructions pour la réalisation des étapes du procédé (ou du processus de contrôle) et/ou pour l'exécution des instructions du ou des logiciels embarqués dans le dispositif de contrôle 14. Le processeur 40 peut inclure de la mémoire intégrée, une interface d'entrée/sortie, et différents circuits connus de l'homme du métier. Le dispositif de contrôle 14 comprend en outre au moins une mémoire 41 correspondant par exemple à une mémoire volatile et/ou non volatile et/ou comprend un dispositif de stockage mémoire qui peut comprendre de la mémoire volatile et/ou non volatile, telle que EEPROM, ROM, PROM, RAM, DRAM, SRAM, flash, disque magnétique ou optique.
- [0126] Le code informatique du ou des logiciels embarqués comprenant les instructions à charger et exécuter par le processeur est par exemple stocké sur la mémoire 41. La mémoire 41 peut constituer un support d'informations selon un mode de réalisation particulier en ce qu'elle comprend un programme d'ordinateur comportant des instructions pour la réalisation des étapes du procédé (ou du processus de contrôle) de l'invention.
- [0127] Selon différents exemples de réalisation particuliers et non limitatifs, le dispositif de contrôle 14 est couplé en communication avec d'autres dispositifs ou systèmes similaires et/ou avec des dispositifs de communication, par exemple une TCU (de l'anglais « Telematic Control Unit » ou en français « Unité de Contrôle Télématique »), par exemple par l'intermédiaire d'un bus de communication ou au travers de ports d'entrée / sortie dédiés.
- [0128] Selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif, le dispositif de contrôle 14 comprend un bloc 42 d'éléments d'interface pour communiquer avec des dispositifs externes, par exemple un serveur distant ou le « cloud », ou le véhicule 10 lorsque le dispositif de contrôle 14 correspond à un téléphone intelligent ou une tablette par exemple. Les éléments d'interface du bloc 42 comprennent une ou plusieurs des interfaces suivantes :
- [0129] - interface radiofréquence RF, par exemple de type Wi-Fi® (selon IEEE 802.11), par exemple dans les bandes de fréquence à 2,4 ou 5 GHz, ou de type Bluetooth® (selon

IEEE 802.15.1), dans la bande de fréquence à 2,4 GHz, ou de type Sigfox utilisant une technologie radio UBN (de l'anglais Ultra Narrow Band, en français bande ultra étroite), ou LoRa dans la bande de fréquence 868 MHz, LTE (de l'anglais « Long-Term Evolution » ou en français « Evolution à long terme »), LTE-Advanced (ou en français LTE-avancé) ;

[0130] - interface USB (de l'anglais « Universal Serial Bus » ou « Bus Universel en Série » en français) ;

[0131] - interface HDMI (de l'anglais « High Definition Multimedia Interface », ou « Interface Multimedia Haute Definition » en français).

[0132] Selon un autre exemple de réalisation particulier et non limitatif, le dispositif de contrôle 14 comprend une interface de communication 43 qui permet d'établir une communication avec d'autres dispositifs (tels que d'autres calculateurs du système embarqué ou des capteurs embarqués) via un canal de communication 45. L'interface de communication 45 correspond par exemple à un transmetteur configuré pour transmettre et recevoir des informations et/ou des données via le canal de communication 45. L'interface de communication 43 correspond par exemple à un réseau filaire de type CAN (de l'anglais « Controller Area Network » ou en français « Réseau de contrôleurs »), CAN FD (de l'anglais « Controller Area Network Flexible Data-Rate » ou en français « Réseau de contrôleurs à débit de données flexible »), FlexRay (standardisé par la norme ISO 17458), Ethernet (standardisé par la norme ISO/IEC 802-3) ou LIN (de l'anglais « Local Interconnect Network », ou en français « Réseau interconnecté local »).

[0133] Le dispositif de contrôle 14 est par exemple couplé au système de guidage latéral 19 au moyen du bloc 42 d'éléments d'interface ou de l'interface de communication 43.

[0134] Selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif, le dispositif de contrôle 14 peut fournir des signaux de sortie à un ou plusieurs dispositifs externes, tels qu'un écran d'affichage, tactile ou non, un ou des haut-parleurs et/ou d'autres périphériques (système de projection) via des interfaces de sortie respectives. Selon une variante, l'un ou l'autre des dispositifs externes est intégré au dispositif de contrôle 14.

[0135] La [Fig.5] illustre un diagramme des différentes étapes d'un procédé de contrôle d'un système de guidage latéral 19 tel que précédemment décrit. Ce système de guidage latéral 19 est par exemple un système de changement semi-automatique de voie de circulation, dit système SALC, d'un véhicule 10 circulant sur une voie de circulation courante 20 d'une route (ou zone de route) 20, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention. Le procédé est par exemple mis en œuvre par le dispositif de contrôle 14 précédemment décrit, ce dispositif pouvant être embarqué dans le véhicule 10.

[0136] Dans une première étape 51, des données de ligne 18 sont déterminées, celles-ci re-

présentant sous forme de polynômes des délimitations de la zone de route 2 ([Fig.1]). Ces données de ligne 18 sont par exemple déterminées (ou obtenues) à partir de données caméra 16 reçues depuis au moins une caméra embarquée 12 dans le véhicule 10. Ces données de ligne 18 peuvent comprendre pour chaque délimitation de la zone de route 2 :

- [0137] - un indicateur de qualité IC1 indiquant une qualité de détection de marquages correspondant à la délimitation,
- [0138] - un indicateur d'existence IC2 indiquant une probabilité d'existence dans la zone de route 2 du polynôme de ladite délimitation, et
- [0139] - un indicateur d'opérabilité IC3 indiquant si ladite au moins une caméra est opérationnelle (cet indicateur IC3 est par exemple fonction de conditions de visibilité dans lesquelles les données caméra 16 sont acquises).
- [0140] Dans une deuxième étape 52, un modèle de lignes MD1 est généré à partir des données de lignes 18, ce modèle de lignes MD1 étant représentatif de lignes correspondant aux délimitations de la zone de route 2.
- [0141] Dans une troisième étape 53, au moins un indicateur de confiance IC4 est déterminé en fonction de l'indicateur de qualité IC1, de l'indicateur d'existence IC2 et de l'indicateur d'opérabilité IC3 des délimitations, cet au moins un indicateur de confiance IC4 étant représentatif d'un niveau de confiance du modèle de lignes MD1 généré à l'étape 52.
- [0142] Dans une quatrième étape 54, le système de guidage latéral 19 est contrôlé en fonction dudit au moins un indicateur de confiance IC4 déterminé à l'étape 53.
- [0143] Selon des variantes de réalisation, les variantes et exemples des opérations décrits ci-avant en relation avec les figures 1-3 s'appliquent aux étapes du procédé de contrôle de la [Fig.5].
- [0144] Un homme du métier comprendra que les modes de réalisation et variantes décrits ci-avant ne constituent que des exemples non limitatifs de mise en œuvre de l'invention. En particulier, l'homme du métier pourra envisager une quelconque adaptation ou combinaison des modes de réalisation et variantes décrits ci-avant, afin de répondre à un besoin bien particulier.
- [0145] La présente invention ne se limite donc pas aux exemples de réalisation décrits ci-avant mais s'étend notamment à un procédé de contrôle qui inclurait des étapes secondaires sans pour cela sortir de la portée de la présente invention. Il en serait de même d'un dispositif configuré pour la mise en œuvre d'un tel procédé.
- [0146] La présente invention concerne également un système de guidage latéral 19 comprenant le dispositif de contrôle 14 de la [Fig.4].
- [0147] La présente invention concerne également un véhicule, par exemple automobile ou plus généralement un véhicule autonome à moteur terrestre, comprenant le dispositif

de contrôle 14 de la [Fig.4], et éventuellement aussi le système de guidage latéral 19 ci-dessus.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de contrôle d'un système de guidage latéral (19) d'un véhicule (10) circulant dans une zone de route (2), ledit procédé comprenant :
- détermination (51), à partir de données caméra (16) reçues depuis au moins une caméra (12) embarquée dans ledit véhicule, de données de ligne (18) représentant sous forme de polynômes des délimitations (30, 32, 34) de la zone de route, les données de ligne comprenant pour chaque délimitation :
 - un indicateur de qualité (IC1) indiquant une qualité de détection de marquages correspondant à la délimitation,
 - un indicateur d'existence (IC2) indiquant une probabilité d'existence dans la zone de route (2) du polynôme de ladite délimitation, et
 - un indicateur d'opérabilité (IC3), fonction de conditions de visibilité, indiquant si ladite au moins une caméra est opérationnelle ;
 - génération (52), à partir des données de lignes (18), d'un modèle de lignes (MD1) représentatif de lignes correspondant aux délimitations de la zone de route (2) ;
 - détermination (53), en fonction de l'indicateur de qualité, de l'indicateur d'existence et de l'indicateur d'opérabilité des délimitations, d'au moins un indicateur de confiance (IC4) représentatif d'un niveau de confiance du modèle de lignes (MD1) généré ; et
 - contrôle (54) du système de guidage latéral (19) en fonction dudit au moins un indicateur de confiance.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel ledit au moins un indicateur de confiance (IC4) est un indicateur de confiance représentant un niveau de confiance pour au moins deux lignes dans le modèle de lignes.
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1, dans lequel ledit au moins un indicateur de confiance (IC4) comprend deux indicateurs de confiance représentant des niveaux de confiance respectifs de deux lignes du modèle de lignes, situées de part et d'autre du véhicule dans la zone de route.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel si au moins un dit indicateur de confiance (IC4) indique un niveau de confiance ne satisfaisant pas une première condition, alors le contrôle du système de guidage latéral (19) comprend un déclenchement d'au moins une action de contrôle.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel

ladite au moins une action de contrôle comprend une inhibition du système de guidage latéral (19).

[Revendication 6]

Procédé selon la revendication 4 ou 5, dans lequel si, pour au moins une délimitation (30, 32, 34) de la zone de route (2), l'une au moins des conditions suivantes n'est pas remplie, alors ledit au moins un indicateur de confiance ne satisfait pas la première condition :

- l'indicateur de qualité (IC1) indique une qualité de détection supérieure à une première valeur seuil ;
- l'indicateur d'existence (IC2) indique une probabilité d'existence supérieure à une deuxième valeur seuil ; et
- l'indicateur d'opérabilité (IC3) indique que ladite au moins une caméra (12) est opérationnelle.

[Revendication 7]

Procédé selon la revendication 6, dans lequel les données de ligne (18) déterminées comprennent en outre, pour chaque délimitation de la zone de route (2), un indicateur (IC5) de type de marquage indiquant un type de marquage correspondant à ladite délimitation, dans lequel ledit au moins indicateur de confiance (IC4) est aussi déterminé en fonction de l'indicateur de type de marquage des délimitations,

dans lequel si, pour au moins une délimitation de la zone de route (2), la condition suivante n'est pas remplie, alors ledit au moins un indicateur de confiance (IC4) ne satisfait pas la première condition :

- l'indicateur (IC5) de type de marquage indique que la délimitation correspond à un premier type de marquage.

[Revendication 8]

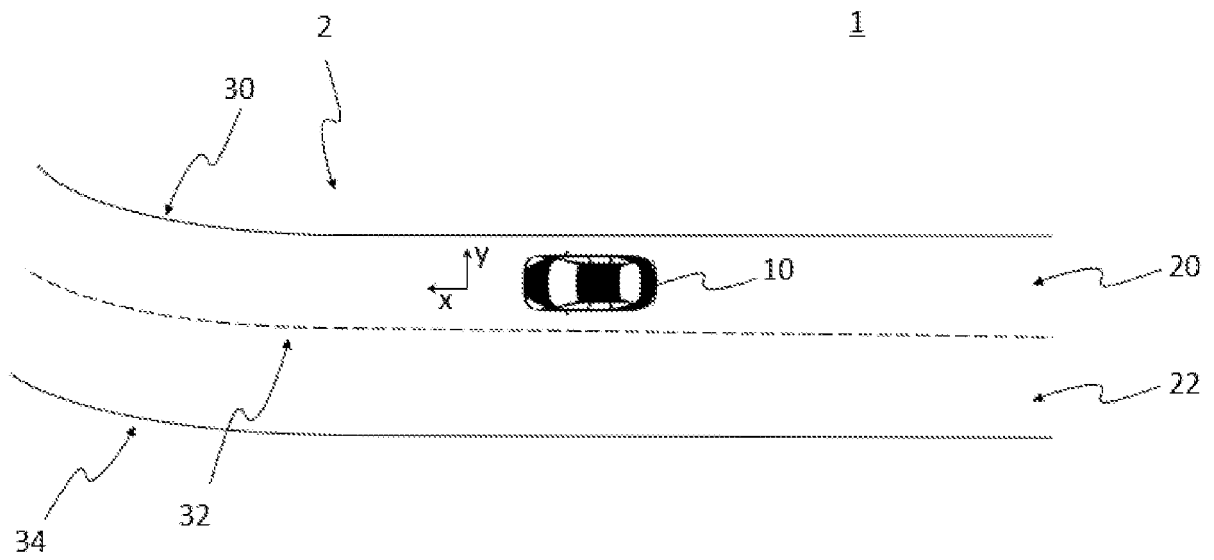
Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel les données de ligne déterminées comprennent en outre, pour chaque délimitation de la zone de route, un indicateur de distance longitudinale de validité indiquant une distance longitudinale, fonction d'une vitesse courante du véhicule, sur laquelle le polynôme de la délimitation est considéré valide,

dans lequel ledit au moins indicateur de confiance est aussi déterminé en fonction de l'indicateur de distance longitudinale de validité des délimitations,

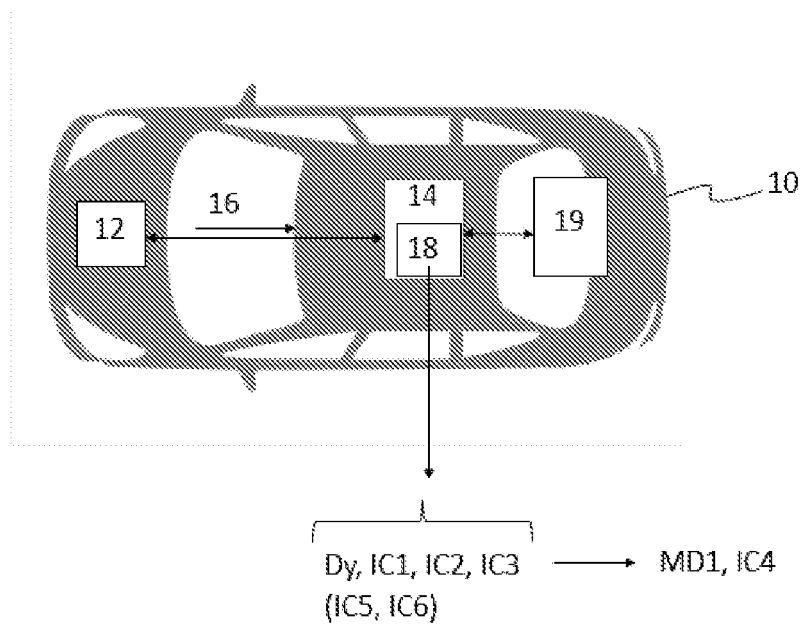
dans lequel, si pour au moins une délimitation de la zone de route, la condition suivante n'est pas remplie, alors ledit au moins un indicateur de confiance ne satisfait pas la première condition : l'indicateur de distance longitudinale de validité indique une distance longitudinale du polynôme qui est inférieure à une troisième valeur seuil.

- [Revendication 9] Dispositif de contrôle (14) d'un système de guidage latéral (19) d'un véhicule (10), ledit dispositif de contrôle (14) comprenant une mémoire (41) associée à au moins un processeur (40) configuré pour la mise en œuvre des étapes du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.
- [Revendication 10] Véhicule (10) comprenant le dispositif de contrôle (14) selon la revendication 9.

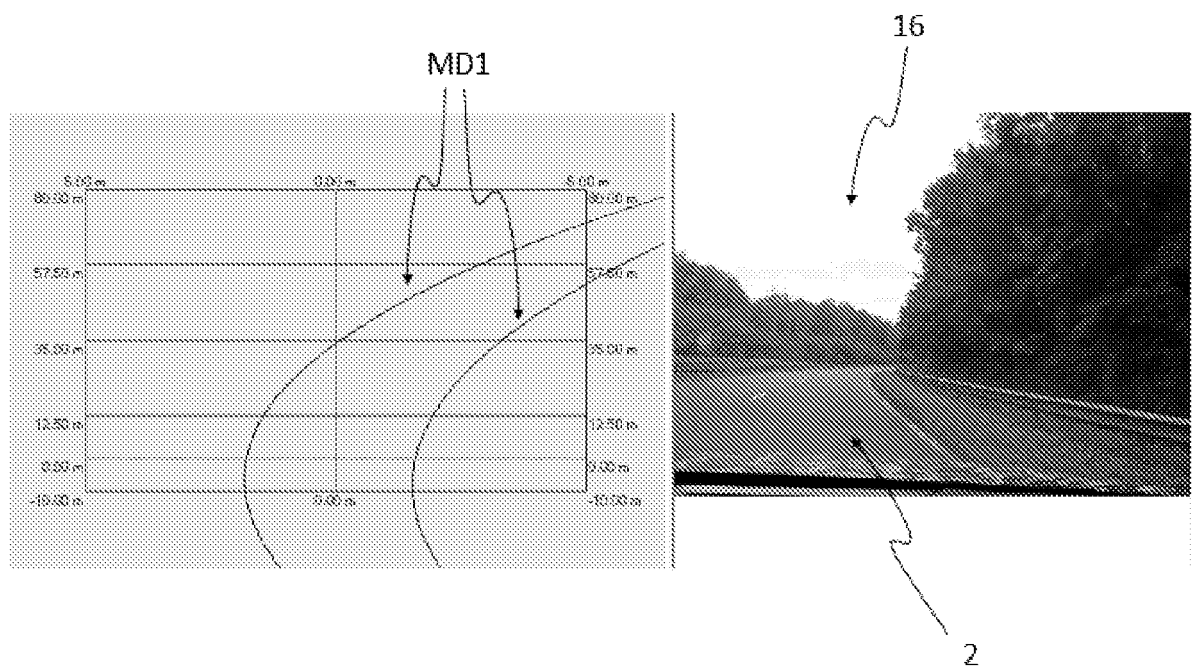
[Fig. 1]



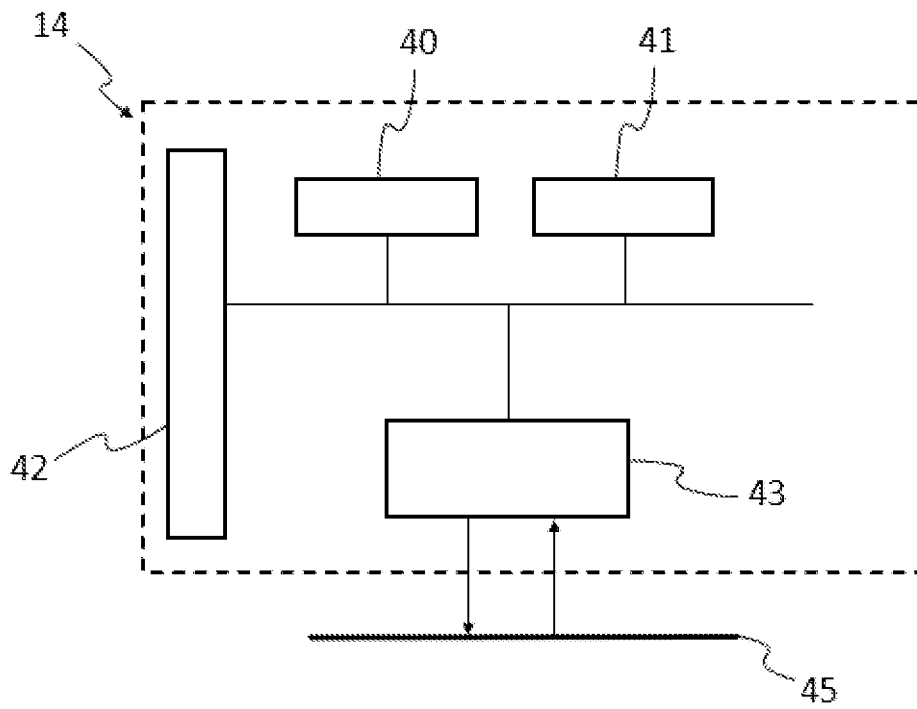
[Fig. 2]



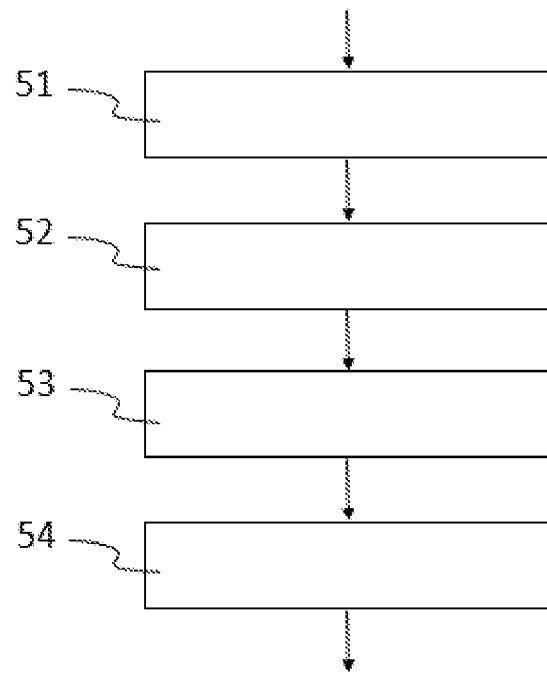
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☐ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☒ Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

NEANT

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

US 2021/094566 A1 (PIETRUSKA CHRISTOPH
[DE] ET AL) 1 avril 2021 (2021-04-01)

US 2021/080273 A1 (STEPHENS BRETT [US] ET
AL) 18 mars 2021 (2021-03-18)

US 2019/370564 A1 (PARKS JEFFREY S [US] ET
AL) 5 décembre 2019 (2019-12-05)

US 2020/377087 A1 (CHEN KAILIANG [US] ET
AL) 3 décembre 2020 (2020-12-03)

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT