

12 BREVET D'INVENTION B1

54 Procédé et dispositif de contrôle d'un système SALC d'un véhicule en fonction de la qualité des lignes de marquage au sol.

22 Date de dépôt : 20.07.22.

30 Priorité :

60 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 : 26.01.24 Bulletin 24/04.

45 Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 07.06.24 Bulletin 24/23.

72 Inventeur(s) : ET-THAQFY YASSINE, EL HANBALI HAMZA, AIT ALI MERIEM et LAHLOU ZOUBIDA.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

73 Titulaire(s) : STELLANTIS AUTO SAS Société par actions simplifiée.

Se reporter à la fin du présent fascicule

74 Mandataire(s) :



Description

Titre de l'invention : Procédé et dispositif de contrôle d'un système SALC d'un véhicule en fonction de la qualité des lignes de marquage au sol

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne les procédés et dispositifs de contrôle d'un système de changement semi-automatique de voie de circulation, dit système SALC, d'un véhicule, par exemple d'un véhicule automobile. La présente invention concerne également un procédé et un dispositif de détermination de qualité d'une ou plusieurs lignes de marquage au sol délimitant latéralement une voie de circulation d'un 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 d'aide à la conduite avancé »).

[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. Parmi ces contrôles, le système SALC vérifie certaines conditions relatives à la voie de circulation cible telles que :

[0004] - la qualité de la détection des lignes de marquage au sol séparant la voie de circulation courante et la voie de circulation cible, cette qualité devant être supérieure à un seuil pour autoriser le changement de voie semi-automatique ;

[0005] - le type associé à cette ligne, la ligne de marquage au sol devant être de type discontinue pour autoriser le changement semi-automatique de voie de circulation ; et

[0006] - une probabilité d'existence de la ligne de marquage au sol de type discontinue, une telle probabilité devant être supérieure à un seuil pour autoriser le changement de voie semi-automatique.

[0007] Ces contrôles s'avèrent cependant insuffisants pour couvrir toutes les situations de vie ou de roulage du véhicule.

Résumé de la présente invention

- [0008] Un objet de la présente invention est de résoudre au moins l'un des problèmes de l'arrière-plan technologique décrit précédemment.
- [0009] Un autre objet de la présente invention est d'améliorer le fonctionnement d'un système SALC d'un véhicule.
- [0010] Un autre objet de la présente invention est d'améliorer la prise en compte de la qualité du tracé des lignes de marquage au sol.
- [0011] Selon un premier aspect, la présente invention concerne un procédé de contrôle d'un système de changement semi-automatique de voie de circulation, dit système SALC, d'un véhicule circulant sur une voie de circulation, la voie de circulation étant délimitée latéralement sur un côté de la voie de circulation par une ligne latérale de marquage au sol, le procédé comprenant les étapes suivantes :
- [0012] - réception, depuis une caméra embarquée dans le véhicule, de données représentatives de la ligne de marquage au sol ;
- [0013] - obtention, à partir des données, d'un ensemble d'indicateurs locaux de qualité d'un tracé de la ligne de marquage au sol,
- [0014] une portion de la voie de circulation située devant le véhicule étant divisée en une pluralité de segments successifs spatialement,
un indicateur local de qualité de l'ensemble étant associé à chaque segment de la pluralité de segments,
- [0015] un coefficient de pondération étant associé à chaque segment de la pluralité, une valeur du coefficient de pondération étant fonction d'une distance entre chaque segment et le véhicule ;
- [0016] - détermination d'un indicateur global de qualité du tracé de la ligne de marquage au sol en fonction d'une moyenne des indicateurs locaux de qualité pondérés des coefficients de pondération ;
- [0017] - contrôle du système SALC en fonction de l'indicateur global de qualité.
- [0018] Le calcul d'un unique indicateur global de qualité du tracé pour chaque ligne de marquage au sol délimitant latéralement la voie de circulation du véhicule permet un contrôle plus efficace du système SALC. Par ailleurs, l'utilisation de la distance entre le véhicule et chaque segment de route considéré pour le calcul des indicateurs globaux de qualité permet de prendre en compte la qualité des données obtenues de la caméra, cette dernière étant meilleure pour l'acquisition d'images d'éléments de la scène proches du véhicule que pour l'acquisition d'éléments plus éloignés.
- [0019] Selon une variante, la valeur déterminée du coefficient de pondération associé à chaque segment augmente lorsque la distance diminue.
- [0020] Selon une autre variante, le contrôle du système SALC comprend une comparaison de l'indicateur global de qualité à une valeur seuil déterminée, le contrôle du système SALC étant fonction d'un résultat de la comparaison.

- [0021] Selon une variante supplémentaire, le contrôle du système SALC comprend une inhibition d'un changement semi-automatique de voie depuis la voie de circulation courante vers une voie de circulation adjacente à la voie de circulation courante du côté de la ligne de marquage au sol lorsque l'indicateur global de qualité est inférieur à la valeur seuil déterminée.
- [0022] Selon encore une variante, la pluralité de segments contient 4 segments appelés premier segment, deuxième segment, troisième segment et quatrième segment, le premier segment étant le plus proche du véhicule, le quatrième segment étant le plus éloigné du véhicule, le deuxième segment étant intercalé entre le premier segment et le troisième segment, le troisième segment étant intercalé entre le deuxième segment et le quatrième segment.
- [0023] Selon une variante additionnelle, un premier coefficient de pondération associé au premier segment est égal à 4, un deuxième coefficient de pondération associé au deuxième segment est égal à 3, un troisième coefficient de pondération associé au troisième segment est égal à 2 et un quatrième coefficient de pondération associé au quatrième segment est égal à 1.
- [0024] Selon un deuxième aspect, la présente invention concerne un dispositif de contrôle d'un système de changement semi-automatique de voie de circulation, dit système SALC, d'un véhicule, le dispositif comprenant une mémoire associée à un processeur configuré pour la mise en œuvre des étapes du procédé selon le premier aspect de la présente invention.
- [0025] Selon un troisième aspect, la présente invention concerne un véhicule, par exemple de type automobile, comprenant un dispositif tel que décrit ci-dessus selon le deuxième aspect de la présente invention.
- [0026] Selon un quatrième aspect, la présente invention concerne un programme d'ordinateur qui comporte des instructions adaptées pour l'exécution des étapes du procédé selon le premier aspect de la présente invention, ceci notamment lorsque le programme d'ordinateur est exécuté par au moins un processeur.
- [0027] 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.
- [0028] Selon un cinquième aspect, la présente invention concerne un support d'enregistrement lisible par un ordinateur sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour l'exécution des étapes du procédé selon le premier aspect de la présente invention.
- [0029] 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.

[0030] 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.

[0031] 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

[0032] 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 3 annexées, sur lesquelles :

[0033] [Fig.1] illustre schématiquement un environnement d'un véhicule, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention ;

[0034] [Fig.2] illustre schématiquement un dispositif configuré pour contrôler un système de changement semi-automatique de voie de circulation du véhicule de la [Fig.1], selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention ;

[0035] [Fig.3] illustre un organigramme des différentes étapes d'un procédé de contrôle d'un système de changement semi-automatique de voie de circulation du véhicule de la [Fig.1], selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention.

Description des exemples de réalisation

[0036] Un procédé et un dispositif de contrôle d'un système de changement semi-automatique de voie de circulation, dit système SALC, d'un véhicule vont maintenant être décrits dans ce qui va suivre en référence conjointement aux figures 1 à 3. Des mêmes éléments sont identifiés avec des mêmes signes de référence tout au long de la description qui va suivre.

[0037] Selon un exemple particulier et non limitatif de réalisation de la présente invention, le contrôle d'un système SALC d'un véhicule circulant sur une voie de circulation délimité par exemple d'un premier côté par une première ligne de marquage au sol et/ou d'un deuxième côté par une deuxième ligne de marquage au sol comprend la réception, depuis une caméra embarquée dans le véhicule, de données représentatives de la première ligne de marquage au sol et de la deuxième ligne de marquage au sol, le cas échéant.

- [0038] Ces données comprennent par exemple ou permettent de déterminer un premier ensemble de premiers indicateurs locaux de qualité d'un tracé de la première ligne de marquage au sol et/ou, le cas échéant, un deuxième ensemble de deuxièmes indicateurs locaux de qualité d'un tracé de la deuxième ligne de marquage au sol. Les premiers et deuxièmes indicateurs locaux de qualité sont associés à un ensemble de segments de la voie de circulation s'étendant successivement devant le véhicule, à chaque segment étant associé un premier indicateur local et un deuxième indicateur local. Un coefficient de pondération est également associé à chaque segment, la valeur d'un coefficient de pondération étant fonction de la distance entre le segment auquel il est associé et le véhicule.
- [0039] Un premier indicateur global de qualité du tracé de la première ligne de marquage au sol est déterminé ou calculé comme une moyenne pondérée des premiers indicateurs locaux de qualité, chaque premier indicateur local de qualité étant pondéré du coefficient de pondération associé au segment auquel ce premier indicateur local de qualité est associé. De la même manière et le cas échéant (c'est-à-dire lorsqu'une deuxième ligne de marquage au sol existe), un deuxième indicateur global de qualité du tracé de la deuxième ligne de marquage au sol est déterminé ou calculé comme une moyenne pondérée des deuxièmes indicateurs locaux de qualité.
- [0040] Le système SALC est alors contrôlé en fonction du premier indicateur global de qualité et/ou du deuxième indicateur global de qualité.
- [0041] 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.
- [0042] La [Fig.1] illustre un véhicule 10, par exemple un véhicule automobile, circulant sur 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.
- [0043] 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 circule 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.
- [0044] Les 5 niveaux d'autonomie de la classification de l'agence fédérale chargée de la

sécurité routière sont :

- [0045] - niveau 0 : aucune automatisation, le conducteur du véhicule contrôle totalement les fonctions principales du véhicule (moteur, accélérateur, direction, freins) ;
- [0046] - 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) ;
- [0047] - 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 ;
- [0048] - 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) ;
- [0049] - 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 ;
- [0050] - niveau 5 : conduite complètement autonome sans l'aide de conducteur dans toutes les circonstances.
- [0051] 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.
- [0052] Selon l'exemple de la [Fig.1], le véhicule 10 circule sur une portion de route comprenant plusieurs voies de circulation 100, 101 et 102. Le véhicule 10 circule par exemple sur une voie de circulation dite courante 100, la voie de circulation courante étant entourée par les voies de circulations 101 et 102. La voie de circulation 101 est adjacente à la voie de circulation 100 et est localisé d'un premier côté de la voie de circulation 100, par exemple à gauche selon le sens de circulation du véhicule 10. La voie de circulation 102 est adjacente à la voie de circulation 100 et est localisé d'un deuxième côté (côté opposé au premier côté) de la voie de circulation 100, par exemple à droite selon le sens de circulation du véhicule 10.
- [0053] Le nombre de voies de circulation de la portion de route est quelconque, par exemple égale à 2, 3, 4 ou 5 voies.

- [0054] Selon un autre exemple de réalisation, le véhicule 10 circule sur la voie de circulation 102 laquelle ne comprend qu'une seule voie de circulation adjacente, à savoir la voie de circulation 100.
- [0055] Les voies de circulation 100 à 102 sont par exemple délimitées latéralement par des lignes de marquage au sol, par exemple des lignes continues, discontinues ou mixtes.
- [0056] Par exemple, la voie de circulation 100 est délimitée du premier côté (à gauche selon l'exemple de la [Fig.1]) par une ligne de marquage au sol 111 de type « ligne discontinue » (traits pointillés). La ligne 111 marque la délimitation entre la voie 100 et la voie 101. La voie de circulation 100 est délimitée du deuxième côté (à droite selon l'exemple de la [Fig.1]) par une ligne de marquage au sol 112 de type « ligne discontinue » (traits pointillés). La ligne 112 marque la délimitation entre la voie 100 et la voie 102.
- [0057] Les notions de droite et de gauche sont définies selon le sens de circulation du véhicule 10. La voie de circulation 102 correspond par exemple à la voie « la plus lente » et la voie de circulation 101 correspond selon cet exemple à la voie « la plus rapide ». La voie « la plus lente » est à droite dans les pays où les véhicules circulent sur la voie de droite (pays tels que la France par exemple). La voie de circulation 102 « la plus lente » est à gauche dans les pays où les véhicules circulent sur la voie de gauche (pays tels que le Royaume-Uni par exemple).
- [0058] L'exemple de la [Fig.1] correspond à un exemple selon lequel 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.
- [0059] Les lignes de marquage au sol sont également appelées signalement horizontal et correspondent en un ensemble de lignes tracées sur le sol. Les lignes de marquage au sol 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.
- [0060] Le véhicule 10 embarque avantageusement un ou plusieurs systèmes d'aide à la conduite, dit ADAS (de l'anglais « Advanced Driver-Assistance System » ou en français « Système d'aide à la conduite avancé »). Par exemple, le véhicule 10 embarque un système de changement semi-automatique de voie de circulation, dit système SALC (de l'anglais « Semi-Automatic Lane Change »). Un tel système se base 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.

- [0061] Parmi les contrôles effectués par le système SALC pour autoriser ou non le changement de voie, le système SALC vérifie que la ligne de marquage au sol délimitant la voie de circulation courante de la voie adjacente cible correspond à une ligne discontinue pour laquelle le changement de voie est autorisé.
- [0062] Le véhicule 10 embarque avantageusement une ou plusieurs caméras ayant dans leur champ de vision une portion de la route comprenant les voies de circulations 100 à 102, laquelle portion est située devant le véhicule 10 selon le sens de circulation du véhicule 10.
- [0063] Chaque caméra est configurée pour l'acquisition d'images de la voie de circulation empruntée par le véhicule 10, par exemple la portion de route située à l'avant et/ou sur les côtés du véhicule 10.
- [0064] Les données acquises par chaque image alimentent par exemple :
- [0065] - un système de détection de marquage au sol ; et/ou
- [0066] - un système de détection d'élément de séparation de voies.
- [0067] De tels systèmes sont connus de l'homme du métier et ne sont pas décrits plus en détail dans le présent texte. Les systèmes correspondent à des systèmes distincts (par exemple chacun contrôlé par un calculateur différent) ou sont combinés pour former un seul système (contrôlé par exemple par un seul calculateur).
- [0068] Un ou plusieurs des systèmes ci-dessus sont par exemple couplés au système SALC ou intégrés au système SALC.
- [0069] Un ou plusieurs traitements d'images sont par exemple appliqués aux images obtenues de la ou les caméras pour déterminer des informations sur la présence de lignes au sol, pour classifier ces lignes en différentes catégories, par exemple pour déterminer si les lignes au sol correspondent à des lignes de type « continue » (avec un trait continu), « discontinue » (avec un trait en pointillés) ou « mixte » et pour obtenir des données ou indicateurs sur la qualité du tracé de ces lignes au sol. Un exemple de traitement d'image pour détecter les lignes au sol est par exemple décrit dans le document WO2017194890A1.
- [0070] Le ou les systèmes de détection actuels permettent d'obtenir des indicateurs de qualité du tracé des lignes de marquage au sol pour chaque segment de route d'un ensemble de segments de route déterminé, lequel ensemble comprend une pluralité de segments.
- [0071] A cet effet, la portion de route empruntée par le véhicule 10 est subdivisée en plusieurs segments virtuels, par exemple 7 segments avec 3 segments formés derrière

le véhicule 10 et 4 segments formés devant le véhicule 10.

- [0072] Seuls les 4 segments formés ou dessinés devant le véhicule 10 sont représentés sur la [Fig.1], à savoir un premier segment 1001 correspondant au segment partant du véhicule 10 et le plus proche du véhicule 10. En s'éloignant du véhicule 10 se trouve un deuxième segment 1002 succédant spatialement au premier segment 1001, un troisième segment 1003 succédant spatialement au deuxième segment 1002 et un quatrième segment 1004 (le plus éloigné du véhicule 10) succédant spatialement au troisième segment 1003. Les 4 segments 1001 à 1004 sont continus et possède chacun une même longueur déterminée, par exemple égale à 5, 10, 15 ou 20 m.
- [0073] Bien entendu, le nombre de segments n'est pas limité à 7 mais s'étend par exemple à tout nombre supérieur ou égal à 3, par exemple 3, 5, 8, 10.
- [0074] Le nombre de segments formés devant le véhicule 10 n'est pas limité à 4 mais s'étend par exemple à tout nombre supérieur ou égal à 2, par exemple 2, 3, 5, 6 ou 7.
- [0075] Les segments sont générés virtuellement (c'est-à-dire qu'ils ne correspondent pas à des segments physiques ou réels de la portion de route, ni à des segments dessinés physiquement sur la portion de route) au fur et à mesure du déplacement du véhicule 10, par exemple en générant un nouveau segment le plus éloigné du véhicule 10 (suivant spatialement le quatrième segment 1004) lorsque le véhicule 10 a parcouru le premier segment 1001.
- [0076] Le premier segment 1001 a par exemple pour origine une ligne transversale à la portion de route et passant par un point de référence du véhicule 10 correspondant par exemple au milieu de l'essieu arrière du véhicule 10, ou au milieu de l'essieu avant selon un autre exemple.
- [0077] Un indicateur local de qualité du tracé est déterminé pour chaque segment 1001 à 1004 et pour chaque ligne de marquage au sol délimitant latéralement la voie de circulation courante du véhicule 10.
- [0078] Par exemple, en prenant l'exemple de la [Fig.1], un premier indicateur local de qualité est déterminé pour chaque segment 1001 à 1004 pour la première ligne de marquage au sol 111 (formant un premier ensemble de premiers indicateurs). Un deuxième indicateur local de qualité est déterminé pour chaque segment 1001 à 1004 pour la deuxième ligne de marquage au sol 112 (formant un premier ensemble de premiers indicateurs).
- [0079] Chaque premier indicateur local de qualité est déterminé à partir des données de la caméra, selon toute méthode connue de l'homme du métier. Le traitement des données reçues de l'image est par exemple mis en œuvre par la caméra (via un ou plusieurs processeurs embarqués dans la caméra) ou par un calculateur externe à la caméra et contrôlant la caméra.
- [0080] Lorsque la voie de circulation courante n'est délimitée que d'un côté par une ligne de

marquage au sol, les premiers indicateurs locaux ne sont déterminés que pour cette ligne.

[0081] Les premiers et/ou deuxièmes indicateurs locaux de qualité sont par exemple stockés dans une mémoire, par exemple dans un registre de type FIFO (de l'anglais « First-In, First-Out » ou en français « Premier entré, premier sorti »). La table 1 ci-dessous illustre le stockage des indicateurs locaux de qualité pour chaque segment.

[0082] [Tableaux1]

	1 ^{ers} indicateurs locaux	2 ^{èmes} indicateurs locaux
Premier segment 1001	$Q1_1$	$Q2_1$
Deuxième segment 1002	$Q1_2$	$Q2_2$
Troisième segment 1003	$Q1_3$	$Q2_3$
Quatrième segment 1004	$Q1_4$	$Q2_4$

[0083] La table 1 est mise à jour au fur et à mesure du déplacement du véhicule 10.

[0084] Chaque indicateur $Q1_1$ à $Q1_4$ et de $Q2_1$ à $Q2_4$ prend une valeur comprise par exemple entre 0 et 1.

[0085] Un coefficient de pondération (noté respectivement $k1$, $k2$, $k3$, $k4$) est avantageusement associé à chaque segment 1001 à 1004 formé ou généré devant le véhicule 10.

[0086] La table 2 ci-dessous illustre l'association entre les coefficients de pondération $k1$ à $k4$ et les 4 segments 1001 à 1004 formés devant le véhicule 10.

[0087] [Tableaux2]

	Coefficients de pondération
Premier segment 1001	$k1$
Deuxième segment 1002	$k2$
Troisième segment 1003	$k3$
Quatrième segment 1004	$k4$

[0088] La valeur prise par chaque coefficient de pondération $k1$ à $k4$ est avantageusement fonction de la distance séparant le véhicule 10 du segment 1001 à 1004, respectivement, auquel est associé le coefficient de pondération $k1$ à $k4$, respectivement. La fonction entre les coefficients de pondération (en ordonné d'un graphique) et la distance (en abscisse du graphique) correspond par exemple à une fonction décroissante, par exemple une fonction monotone décroissante.

[0089] Par exemple, plus un segment est éloigné du véhicule 10, plus la valeur du coefficient de pondération qui lui est associé est petite ou faible. Inversement, plus un

segment est proche du véhicule 10, plus la valeur du coefficient de pondération qui lui est associé est grande ou élevée.

- [0090] Ainsi, la valeur d'un coefficient de pondération associé à un segment déterminé augmente lorsque la distance entre le véhicule 10 et ce segment diminue.
- [0091] A titre d'exemple illustratif et non-limitatif, $k_1 = 4$, $k_2 = 3$, $k_3 = 2$ et $k_4 = 1$.
- [0092] Les coefficients de pondération correspondent par exemple à des paramètres du système dont la valeur peut être ajustée, par exemple via une interface homme-machine.
- [0093] Un processus de contrôle du système SALC du véhicule 10 circulant sur la voie de circulation courante 101 est avantageusement mis en œuvre par le véhicule 10, c'est-à-dire par un calculateur ou une combinaison de calculateurs du système embarqué du véhicule 10, par exemple par le ou les calculateurs en charge de contrôler le système SALC.
- [0094] Dans une première opération, des données représentatives d'une portion de la route située devant le véhicule 10, selon le sens de circulation du véhicule 10, sont reçues de la ou les caméras embarquées dans le véhicule 10.
- [0095] Ces données sont par exemple reçues d'une caméra embarquée 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 ») reliant le calculateur contrôlant la caméra au calculateur mettant en œuvre le processus.
- [0096] Dans une deuxième opération, un ensemble de premiers indicateurs locaux de qualité d'un tracé de ligne est obtenu des données de la caméra pour chaque ligne de marquage au sol.
- [0097] Selon l'exemple de la [Fig.1], un premier ensemble de premiers indicateurs locaux de qualité Q_{1_1} à Q_{1_4} du tracé de la première ligne de marquage au sol 111 sont obtenus ou déterminés et un deuxième ensemble de deuxièmes indicateurs locaux de qualité Q_{2_1} à Q_{2_4} d'un tracé de la deuxième ligne de marquage au sol 112 sont obtenus, et par exemple stockés dans une mémoire accessible par le calculateur en charge du processus.
- [0098] Dans une troisième opération, un indicateur global de qualité du tracé d'une ligne de marquage au sol est déterminé pour chaque ligne de marquage au sol à partir des indicateurs locaux de qualité obtenus à la deuxième opération et à partir des coefficients de pondération associés aux segments 1001 à 1004.

[0099] Selon l'exemple de la [Fig.1], un premier indicateur global de qualité, noté 'IQ1' du tracé de la première ligne de marquage au sol 111 est déterminé en fonction des premiers indicateurs locaux de qualité Q1₁ à Q1₄ chacun pondéré du coefficient de pondération k1 à k4 associé au segment auquel chaque premier indicateur local Q1₁ à Q1₄ est associé. De la même manière, un deuxième indicateur global de qualité, noté 'IQ2' du tracé de la deuxième ligne de marquage au sol 112 est déterminé en fonction des deuxièmes indicateurs locaux de qualité Q2₁ à Q2₄ chacun pondéré du coefficient de pondération k1 à k4 associé au segment auquel chaque premier indicateur local Q2₁ à Q2₄ est associé.

[0100] La fonction permettant de déterminer ou calculer IQ1 et/ou IQ2 correspond par exemple à une moyenne pondérée.

[0101] Ainsi, IQ1 est obtenu ou calculé selon l'équation suivante :

[0102] [Math.1]

$$IQ1 = \frac{k1*Q1_1+k2*Q1_2+k3*Q1_3+k4*Q1_4}{k1+k2+k3+k4}$$

[0103] De la même manière, IQ2 est obtenu ou calculé selon l'équation suivante :

[0104] [Math.2]

$$IQ2 = \frac{k1*Q2_1+k2*Q2_2+k3*Q2_3+k4*Q2_4}{k1+k2+k3+k4}$$

[0105] Dans une quatrième opération, le système SALC est contrôlé en fonction du premier indicateur global de qualité IQ1 et/ou du deuxième indicateur global de qualité IQ2.

[0106] Par exemple, le premier indicateur IQ1 est comparée à une valeur seuil déterminée, par exemple égale à 0.7, 0.75, 0.8 ou 0.85 et le deuxième indicateur IQ2 est comparée à cette même valeur seuil déterminée (le cas échéant, c'est-à-dire lorsque deux lignes de marquage au sol sont considérées).

[0107] Le système SALC est alors contrôlé en fonction du résultat de la ou les comparaisons.

[0108] Par exemple, le système SALC est désactivé ou inhibé (s'il était jusque-là actif) ou mis dans un état inactif ou d'inhibition empêchant son activation lorsque :

[0109] - le premier indicateur global de qualité IQ1 est inférieur à la valeur seuil déterminée ; et/ou

[0110] - le deuxième indicateur global de qualité IQ2 est inférieur à la valeur seuil déterminée.

[0111] Lorsque le premier indicateur global de qualité IQ1 (respectivement le deuxième indicateur global de qualité IQ2) est supérieur à la valeur seuil déterminée, le système SALC est maintenu actif (s'il était jusque-là actif) ou le système SALC est mis dans un état autorisant son activation s'il n'est pas activé pour autoriser le changement semi-automatique de voie depuis la voie de circulation courante 100 vers la première voie de circulation 101 (respectivement vers la deuxième voie de circulation 102).

- [0112] Lorsque la voie de circulation empruntée par le véhicule 10 est délimitée par deux lignes de marquage au sol 111, 112, c'est-à-dire de chaque côté de la voie de circulation du véhicule 10, le contrôle du système SALC comprend :
- [0113] - une inhibition d'un changement semi-automatique de voie depuis la voie de circulation courante 100 vers une première voie de circulation 101 adjacente à la voie de circulation courante 100 du premier côté de la voie de circulation courante 100 lorsque le premier indicateur global de qualité IQ 1 est inférieur à la valeur seuil déterminée ; et
- [0114] - une inhibition d'un changement semi-automatique de voie depuis la voie de circulation courante 100 vers une deuxième voie de circulation 102 adjacente à la voie de circulation courante 100 du deuxième côté de la voie de circulation courante lorsque le deuxième indicateur global de qualité IQ 2 est inférieur à la valeur seuil déterminée.
- [0115] Un tel contrôle permet d'empêcher un changement de voie semi-automatique sous le contrôle du système SALC du côté où la qualité de la ligne est jugée insuffisante.
- [0116] Une telle solution permet de différencier le fonctionnement ou le contrôle du système SALC en fonction de chaque ligne latérale en autorisant par exemple le changement de voie semi-automatique d'un côté si la qualité de la ligne de ce côté est suffisante (c'est-à-dire supérieure à la valeur seuil) et en inhibant ou désactivant le changement de voie semi-automatique de l'autre côté si la qualité de la ligne de cet autre côté est insuffisante (c'est-à-dire inférieure à la valeur seuil).
- [0117] Selon une variante, une alerte est rendue dans le véhicule 10 lorsqu'il est détecté que l'indicateur global de qualité du tracé d'une ou plusieurs lignes de marquage au sol est inférieur à la valeur seuil. Selon un autre exemple, l'alerte est rendu lors de la désactivation ou de l'inhibition du système SALC ou d'une partie des fonctions assurées par le système SALC.
- [0118] Une telle alerte est par exemple rendue via une Interface Homme-Machine (IHM), par exemple une IHM graphique affichée sur un écran d'affichage dans le véhicule 10. L'alerte comprend par exemple l'affichage d'une icône déterminée et/ou d'un texte d'alerte.
- [0119] Selon un autre exemple, l'alerte est sonore (par exemple en plus de l'affichage) avec génération et rendu d'un son déterminé et/ou le rendu par synthèse vocal d'un message vocal.
- [0120] La [Fig.2] illustre schématiquement un dispositif 2 configuré pour contrôler un système SALC, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention. Le dispositif 2 correspond par exemple à un dispositif embarqué dans le véhicule 10, par exemple un calculateur.
- [0121] Le dispositif 2 est par exemple configuré pour la mise en œuvre des opérations décrites en regard de la [Fig.1] et/ou des étapes du procédé décrit en regard de la

[Fig.3]. Des exemples d'un tel dispositif 2 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 2, individuellement ou en combinaison, peuvent être intégrés dans un unique circuit intégré, dans plusieurs circuits intégrés, et/ou dans des composants discrets. Le dispositif 2 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.

- [0122] Le dispositif 2 comprend un (ou plusieurs) processeur(s) 20 configurés pour exécuter des instructions pour la réalisation des étapes du procédé et/ou pour l'exécution des instructions du ou des logiciels embarqués dans le dispositif 2. Le processeur 20 peut inclure de la mémoire intégrée, une interface d'entrée/sortie, et différents circuits connus de l'homme du métier. Le dispositif 2 comprend en outre au moins une mémoire 21 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.
- [0123] 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 21.
- [0124] Selon différents exemples de réalisation particuliers et non limitatifs, le dispositif 2 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.
- [0125] Selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif, le dispositif 2 comprend un bloc 22 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 2 correspond à un téléphone intelligent ou une tablette par exemple. Les éléments d'interface du bloc 22 comprennent une ou plusieurs des interfaces suivantes :
- [0126] - 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) ;

- [0127] - interface USB (de l'anglais « Universal Serial Bus » ou « Bus Universel en Série » en français) ;
- [0128] - interface HDMI (de l'anglais « High Definition Multimedia Interface », ou « Interface Multimedia Haute Definition » en français).
- [0129] Selon un autre exemple de réalisation particulier et non limitatif, le dispositif 2 comprend une interface de communication 23 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 230. L'interface de communication 23 correspond par exemple à un transmetteur configuré pour transmettre et recevoir des informations et/ou des données via le canal de communication 230. L'interface de communication 23 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 »).
- [0130] Selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif, le dispositif 2 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 2.
- [0131] La [Fig.3] illustre un organigramme des différentes étapes d'un procédé de contrôle d'un système de changement semi-automatique de voie de circulation, dit système SALC, d'un véhicule circulant sur une voie de circulation, la voie de circulation étant délimitée latéralement sur un côté de la voie de circulation par une ligne latérale de marquage au sol, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention. Le procédé est par exemple mis en œuvre par un ou plusieurs dispositifs embarqués dans le véhicule 10 tels qu'un ou plusieurs processeurs d'un ou plusieurs calculateurs, ou par le dispositif 2 de la [Fig.2].
- [0132] Dans une première étape 31, des données représentatives de la ligne de marquage au sol sont reçues d'une caméra embarquée dans le véhicule.
- [0133] Dans une deuxième étape 32, un ensemble d'indicateurs locaux de qualité d'un tracé de la ligne de marquage au sol est obtenu des données reçues à la première étape 31. Une portion de la voie de circulation située devant le véhicule étant divisée en une pluralité de segments successifs spatialement, un indicateur local de qualité de l'ensemble est associé à chaque segment de la pluralité de segments. Un coefficient de pondération est également associé à chaque segment de la pluralité, une valeur du co-

efficient de pondération étant fonction d'une distance entre chaque segment et le véhicule.

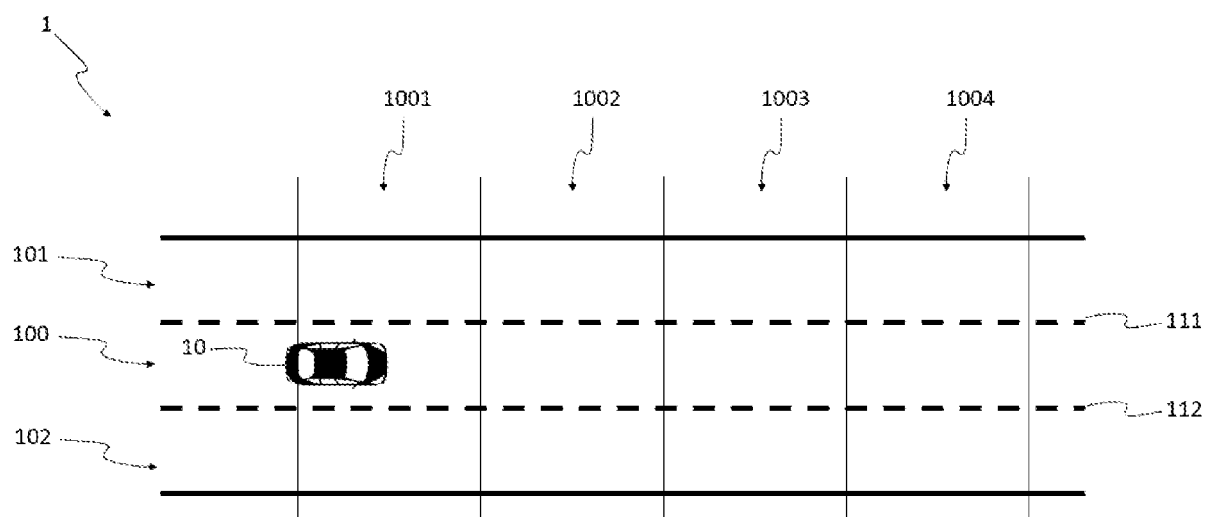
- [0134] Dans une troisième étape 33, un indicateur global de qualité du tracé de la ligne de marquage au sol est déterminé en fonction d'une moyenne des indicateurs locaux de qualité pondérés des coefficients de pondération.
- [0135] Dans une quatrième étape 34, le système SALC est contrôlé en fonction de l'indicateur global de qualité déterminé à la troisième étape 33.
- [0136] Selon une variante, les variantes et exemples des opérations décrits en relation avec la [Fig.1] s'appliquent aux étapes du procédé de la [Fig.3].
- [0137] Bien entendu, la présente invention ne se limite pas aux exemples de réalisation décrits ci-avant mais s'étend à un procédé de détermination de la qualité d'une ligne de marquage au sol 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.
- [0138] La présente invention concerne également un système SALC comprenant le dispositif 2 de la [Fig.2].
- [0139] La présente invention concerne également un véhicule, par exemple automobile ou plus généralement un véhicule autonome à moteur terrestre, comprenant le dispositif 2 de la [Fig.2] ou le système SALC ci-dessus.

Revendications

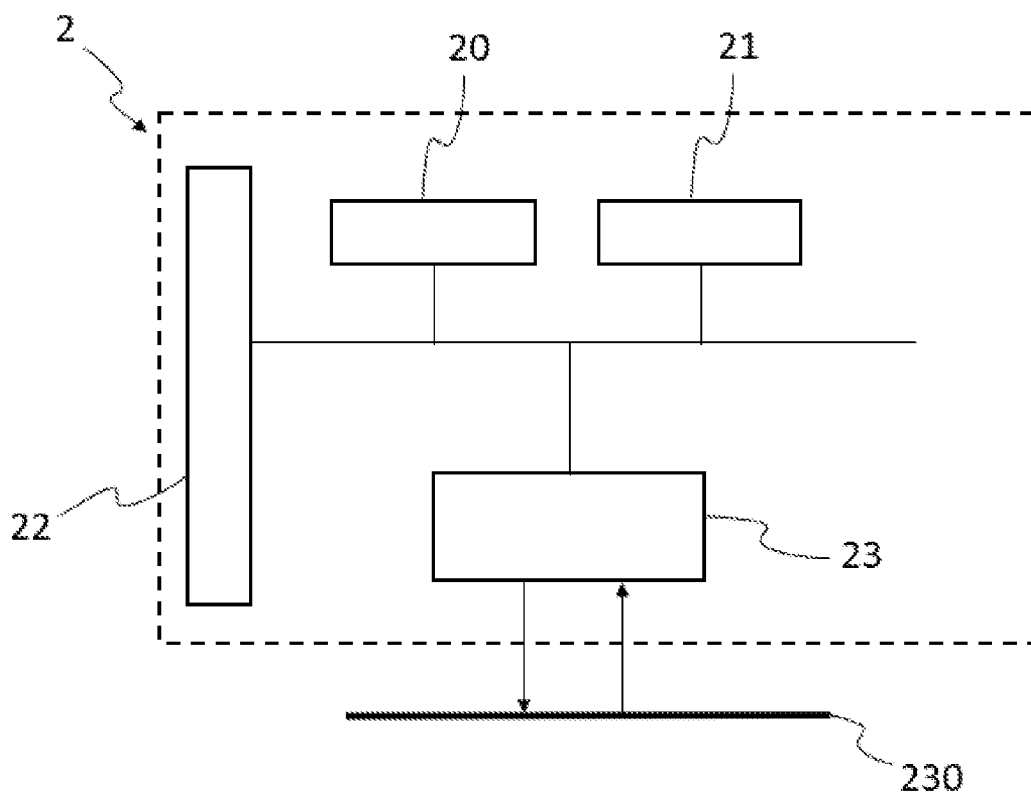
- [Revendication 1] Procédé de contrôle d'un système de changement semi-automatique de voie de circulation, dit système SALC, d'un véhicule (10) circulant sur une voie de circulation (100), ladite voie de circulation (100) étant délimitée latéralement sur un côté de ladite voie de circulation (100) par une ligne latérale de marquage au sol (111), ledit procédé comprenant les étapes suivantes :
- réception (31), depuis une caméra embarquée dans ledit véhicule, de données représentatives de ladite ligne de marquage au sol ;
 - obtention (32), à partir desdites données, d'un ensemble d'indicateurs locaux de qualité d'un tracé de ladite ligne de marquage au sol (111), une portion de ladite voie de circulation située devant ledit véhicule (10) étant divisée en une pluralité de segments (1001 à 1004) successifs spatialement, un indicateur local de qualité dudit ensemble étant associé à chaque segment de la pluralité de segments (1001 à 1004) et un coefficient de pondération étant associé à chaque segment de ladite pluralité de segments (1001 à 1004), une valeur dudit coefficient de pondération étant fonction d'une distance entre ledit chaque segment et ledit véhicule (10) ;
 - détermination (33) d'un indicateur global de qualité du tracé de ladite ligne de marquage au sol (111) en fonction d'une moyenne desdits indicateurs locaux de qualité pondérés des coefficients de pondération ;
 - contrôle (34) dudit système SALC en fonction dudit indicateur global de qualité.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, pour lequel la valeur déterminée dudit coefficient de pondération associé audit chaque segment augmente lorsque ladite distance diminue.
- [Revendication 3] Procédé selon l'une des revendications 1 à 2, pour lequel ledit contrôle dudit système SALC comprend une comparaison dudit indicateur global de qualité à une valeur seuil déterminée, le contrôle dudit système SALC étant fonction d'un résultat de ladite comparaison.
- [Revendication 4] Procédé selon la revendication 3, pour lequel le contrôle dudit système SALC comprend une inhibition d'un changement semi-automatique de voie depuis ladite voie de circulation (100) vers une voie de circulation (101) adjacente à ladite voie de circulation (100) dudit côté de ladite ligne de marquage au sol (111) lorsque ledit indicateur global de qualité

- est inférieur à ladite valeur seuil déterminée.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, pour lequel ladite pluralité de segments (1001 à 1004) contient 4 segments appelés premier segment (1001), deuxième segment (1002), troisième segment (1003) et quatrième segment (1004), ledit premier segment (1001) étant le plus proche dudit véhicule (10), ledit quatrième segment (1004) étant le plus éloigné dudit véhicule (10), ledit deuxième segment (1002) étant intercalé entre ledit premier segment (1001) et ledit troisième segment (1003), ledit troisième segment (1003) étant intercalé entre ledit deuxième segment (1002) et ledit quatrième segment (1004).
- [Revendication 6] Procédé selon la revendication 5, pour lequel un premier coefficient de pondération associé audit premier segment (1001) est égal à 4, un deuxième coefficient de pondération associé audit deuxième segment (1002) est égal à 3, un troisième coefficient de pondération associé audit troisième segment (1003) est égal à 2 et un quatrième coefficient de pondération associé audit quatrième segment (1004) est égal à 1.
- [Revendication 7] Programme d'ordinateur comportant des instructions pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, lorsque ces instructions sont exécutées par un processeur.
- [Revendication 8] Support d'enregistrement lisible par un ordinateur sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour l'exécution des étapes du procédé selon l'une des revendications 1 à 6.
- [Revendication 9] Dispositif (2) de contrôle d'un système de changement semi-automatique de voie de circulation, dit système SALC, d'un véhicule, ledit dispositif (2) comprenant une mémoire (21) associée à au moins un processeur (20) configuré pour la mise en œuvre des étapes du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.
- [Revendication 10] Véhicule (10) comprenant le dispositif (2) selon la revendication 9.

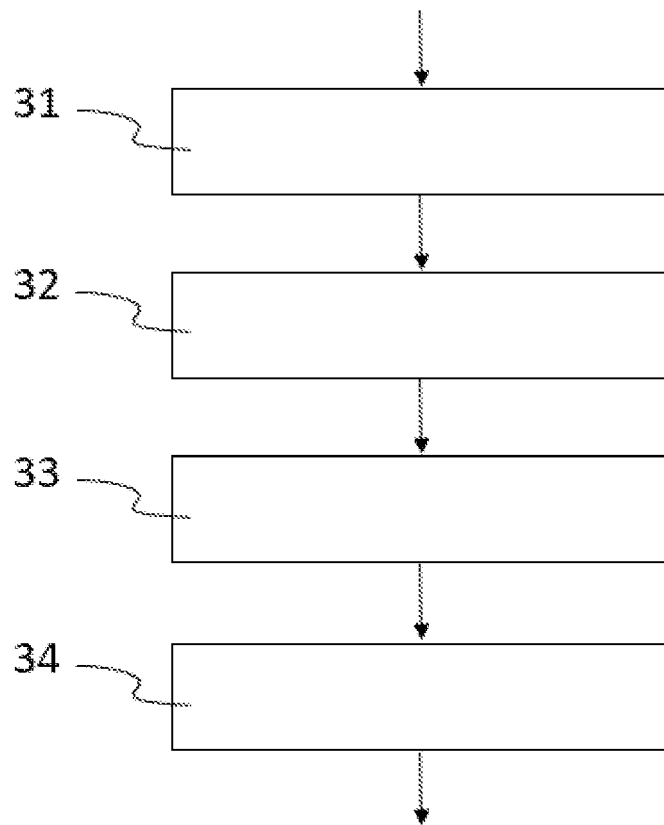
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



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 2022/121862 A1 (STENNETH LEON [US] ET
AL) 21 avril 2022 (2022-04-21)

US 2018/319402 A1 (MILLS AARON L [US] ET
AL) 8 novembre 2018 (2018-11-08)

US 2016/098605 A1 (OKADA MASAYA [JP] ET
AL) 7 avril 2016 (2016-04-07)

WO 2020/020502 A1 (BAYERISCHE MOTOREN
WERKE AG [DE])
30 janvier 2020 (2020-01-30)

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

NEANT