



## **Description**

### **Titre de l'invention : Procédé et dispositif de contrôle d'un système d'aide à la conduite embarqué dans un véhicule**

#### **Domaine technique**

[0001] La présente invention concerne les procédés et dispositifs de contrôle de système d'aide à la conduite, dit système ADAS, de véhicule. La présente invention concerne également un procédé et un dispositif de détermination d'un ou plusieurs paramètres de contrôle 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 régulation adaptative de vitesse, dit ACC (de l'anglais « Adaptive Cruise Control ») a pour fonction première la régulation automatiquement, de façon adaptative, de la vitesse des véhicules qui en sont équipés en fonction de leur environnement. Un tel système ACC détermine une ou plusieurs consignes d'accélération en fonction d'une consigne de vitesse et d'informations relatives à l'environnement du véhicule, la ou les consignes d'accélération étant propres à réguler la vitesse du véhicule de façon adaptative, c'est-à-dire en tenant compte de l'environnement du véhicule.

[0004] 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.

[0005] Chacun de ces systèmes utilisent des données d'environnement du véhicule, obtenues par exemple de capteurs embarqués dans le véhicule, tels que des radars par exemple. Concernant le système ACC, ces informations d'environnement correspondent par exemple à la distance entre le véhicule équipé du système ACC et un véhicule circulant devant, à la vitesse (par exemple relative) du véhicule circulant devant, à l'accélération (ou à la décélération) du véhicule circulant devant et/ou à une vitesse limite réglementaire. Un tel véhicule circulant devant est appelé véhicule cible ou objet cible du

système ACC. La ou les consignes d'accélération sont par exemple déterminées à partir d'une loi de commande basée sur des estimations du couple fourni par un groupe motopropulseur (par exemple un moteur thermique ou électrique) à une ou plusieurs roues du véhicule et de l'accélération courante du véhicule.

[0006] Ces informations d'environnement sont particulièrement importantes pour un véhicule, par exemple pour améliorer la sécurité du véhicule en prenant en compte l'environnement qui l'entoure, notamment les autres véhicules.

[0007] Les données d'environnement utilisés pour ces systèmes sont cependant incomplètes et ne visent qu'une partie des véhicules localisés dans l'environnement du véhicule. Par exemple, le système ACC utilise essentiellement les données relatives à la présence d'un véhicule circulant devant le véhicule embarquant le système ACC. Le système SALC quant à lui utilise essentiellement les données relatives à la présence de véhicule dans la voie de circulation destination.

### **Résumé de l'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 la connaissance de l'environnement du véhicule pour un fonctionnement amélioré du ou des systèmes ADAS embarqués.

[0010] Selon un premier aspect, la présente invention concerne un procédé de contrôle d'un système d'aide à la conduite, dit système ADAS, embarqué dans un premier véhicule, le procédé comprenant les étapes suivantes :

[0011] - réception de données représentatives d'un environnement entourant le premier véhicule depuis au moins un capteur de détection d'objet embarqué dans le premier véhicule ;

[0012] - subdivision spatiale de l'environnement en une pluralité de zones, la pluralité de zones formant une matrice à 3 lignes et 3 colonnes centrée sur une zone centrale comprenant le premier véhicule, la matrice comprenant une colonne centrale entourée à gauche d'une colonne gauche et à droite d'une colonne droite ;

[0013] - pour chaque zone de la pluralité de zones, détermination d'un indicateur de présence représentatif de présence ou d'absence d'un deuxième véhicule en fonction du temps dans chaque zone en fonction des données ;

[0014] - détermination d'un premier indicateur de densité de véhicules associé à une première partie de la matrice en fonction des indicateurs de présence des zones comprises dans la première partie de la matrice et d'un deuxième indicateur de densité de véhicules associé à une deuxième partie de la matrice en fonction des indicateurs de présence des zones comprises dans la deuxième partie, la première partie comprenant

la colonne centrale et la colonne gauche de la matrice et la deuxième partie comprenant la colonne centrale et la colonne droite de la matrice ;

- [0015] - contrôle du système ADAS en fonction d'un troisième indicateur de densité de véhicules, le troisième indicateur de densité de véhicules étant fonction du premier indicateur de densité de véhicules et/ou du deuxième indicateur de densité de véhicules.
- [0016] L'utilisation d'un indicateur de densité représentatif de la densité des véhicules dans l'environnement du premier véhicule permet d'adapter le contrôle des systèmes ADAS (par exemple les valeurs d'accélération de consigne) du premier véhicule en fonction de la densité de véhicules dans l'environnement immédiat du premier véhicule, en plus des paramètres classiquement utilisés pour le contrôle d'un tel système ADAS. Par exemple, lorsque la densité de véhicules circulant autour du premier véhicule est importante, l'accélération de consigne calculée par le système ACC peut être adaptée, par exemple réduite, par rapport à une accélération brute ou potentielle déterminée simplement à partir des paramètres dynamiques du premier véhicule et des paramètres dynamiques d'un véhicule cible circulant devant le premier véhicule. Cela permet d'améliorer le confort du conducteur et des passagers du premier véhicule en adaptant la dynamique du premier véhicule aux conditions de circulation autour du premier véhicule.
- [0017] Selon une variante, pour chaque zone, l'indicateur de présence à un instant courant est égal à l'indicateur de présence à un instant précédant l'instant courant auquel est ajouté une première valeur déterminée positive lorsqu'un deuxième véhicule est détecté dans la zone à l'instant courant et auquel est ajouté une deuxième valeur déterminée négative lorsqu'un deuxième véhicule détecté dans la zone à l'instant précédent n'est plus détecté dans la zone à l'instant courant.
- [0018] Selon une autre variante, la deuxième valeur déterminée correspond à l'opposée de la première valeur déterminée ou la valeur absolue de la première valeur déterminée est différente de la valeur absolue de la deuxième valeur déterminée.
- [0019] Selon encore une variante, le premier indicateur de densité correspond à une moyenne des indicateurs de présence des zones comprises dans la première partie de la matrice et le deuxième indicateur de densité correspond à une moyenne des indicateurs de présence des zones comprises dans la deuxième partie de la matrice.
- [0020] Selon une variante supplémentaire, chaque zone de la pluralité de zones possède une forme rectangulaire définie par une dimension longitudinale selon un axe longitudinal correspondant à un sens de déplacement du premier véhicule et par une dimension latérale selon un axe latéral orthogonal à l'axe longitudinal,
- [0021] la dimension longitudinale des zones de la ligne centrale de la matrice comprenant la zone centrale correspondant à une somme d'une première distance déterminée et d'une deuxième distance déterminée, la première distance déterminée correspondant à une

distance entre un point de référence du premier véhicule et une première limite entre la ligne centrale et une première ligne de la matrice située devant le premier véhicule, la deuxième distance déterminée correspondant à une distance entre le point de référence du premier véhicule et une deuxième limite entre la ligne centrale et une troisième ligne de la matrice située derrière le premier véhicule,

- [0022] la dimension longitudinale des zones de la première ligne étant fonction d'une première durée temporelle, et
- [0023] la dimension longitudinale des zones de la troisième ligne étant fonction d'une deuxième durée temporelle.
- [0024] Selon encore une variante, le troisième indicateur correspond :
- [0025] - à une moyenne du premier indicateur de densité et du deuxième indicateur de densité lorsqu'aucun clignotant du premier véhicule n'est activé ;
- [0026] - au premier indicateur de densité uniquement lorsqu'un clignotant gauche du premier véhicule est activé ; et
- [0027] - au deuxième indicateur de densité uniquement lorsqu'un clignotant droit du premier véhicule est activé.
- [0028] Selon une variante additionnelle, le système ADAS correspond à un système de régulation adaptative de vitesse, dit système ACC, le procédé comprenant en outre une détermination d'une consigne d'accélération pour le premier véhicule en appliquant un coefficient déterminé à une accélération potentielle déterminée par le système ACC, le coefficient étant compris entre 0 et 1 et fonction du troisième indicateur de densité de véhicules suivant une fonction monotone décroissante du troisième indicateur.
- [0029] Selon un deuxième aspect, la présente invention concerne un dispositif de contrôle d'un système d'aide à la conduite, dit système ADAS, 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.
- [0030] 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.
- [0031] 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.
- [0032] 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.
- [0033] 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.

[0034] 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.

[0035] 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.

[0036] 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**

[0037] 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 :

[0038] [Fig.1] illustre schématiquement un environnement d'un premier véhicule, selon un exemple de réalisation particulier de la présente invention ;

[0039] [Fig.2] illustre une fonction représentant l'évolution d'un coefficient en fonction d'un indicateur de densité déterminé pour le premier véhicule de la [Fig.1], selon un exemple de réalisation particulier de la présente invention ;

[0040] [Fig.3] illustre un diagramme représentant deux courbes d'accélération en fonction de l'indicateur de densité pour le premier véhicule de la [Fig.1], selon un exemple de réalisation particulier de la présente invention ;

[0041] [Fig.4] illustre schématiquement un dispositif configuré pour contrôler un système ADAS du premier véhicule de la [Fig.1], selon un exemple de réalisation particulier de la présente invention.

[0042] [Fig.5] illustre un organigramme des différentes étapes d'un procédé de contrôle d'un système ADAS embarqué sans le premier véhicule de la [Fig.1], selon un exemple de réalisation particulier de la présente invention.

### **Description des exemples de réalisation**

[0043] Un procédé et un dispositif de contrôle d'un ou plusieurs systèmes ADAS embarqués dans un véhicule vont maintenant être décrits dans ce qui va suivre en référence

conjointement aux figures 1 à 5. Des mêmes éléments sont identifiés avec des mêmes signes de référence tout au long de la description qui va suivre.

[0044] Selon un exemple particulier et non limitatif de réalisation de la présente invention, le contrôle d'un système ADAS (par exemple un système ACC et/ou un système SALC) d'un premier véhicule comprend la réception, par exemple par un calculateur du système embarqué du premier véhicule, d'un ensemble de données représentatives de l'environnement autour du premier véhicule. Ces données sont par exemple reçues d'un calculateur en charge du contrôle de capteurs de détection d'objets (par exemple des radars) équipant le premier véhicule. L'environnement autour du premier véhicule, ou au moins une partie de cet environnement, est subdivisé en une pluralité de zones, par exemple 9 zones, centrée sur une zone centrale dans laquelle se trouve le premier véhicule. La pluralité de zones forme ainsi une matrice 3x3 avec 3 colonnes et 3 lignes, la colonne centrale comprenant la zone centrale, cette colonne centrale étant entourée d'une colonne gauche (à gauche de la colonne centrale selon le sens de déplacement du premier véhicule) et d'une colonne droite (à droite de la colonne centrale selon le sens de déplacement du premier véhicule). Un indicateur de présence représentatif de la présence ou de l'absence d'un deuxième véhicule dans chaque zone en fonction du temps est déterminé en fonction des données reçues. A partir des indicateurs de présence associés aux zones de la matrice, un premier indicateur de densité de véhicules associé à une première partie de la matrice est déterminé en fonction des indicateurs de présence des zones comprises dans la première partie de la matrice et un deuxième indicateur de densité de véhicules associé à une deuxième partie de la matrice est déterminé en fonction des indicateurs de présence des zones comprises dans la deuxième partie. La première partie de la matrice comprend avantageusement la colonne centrale et la colonne gauche de la matrice et la deuxième partie de la matrice comprend avantageusement la colonne centrale et la colonne droite de la matrice. Un troisième indicateur de densité de véhicules est déterminé en fonction du premier indicateur et/ou du troisième indicateur, le système ADAS étant contrôlé en fonction de ce troisième indicateur.

[0045] L'utilisation d'un indicateur de densité représentatif de la densité des véhicules dans l'environnement du premier véhicule permet d'adapter le contrôle des systèmes ADAS (par exemple les valeurs d'accélération de consigne) du premier véhicule en fonction de la densité de véhicules dans l'environnement immédiat du premier véhicule, en plus des paramètres classiquement utilisés pour le contrôle d'un tel système ADAS. Par exemple, lorsque la densité de véhicules circulant autour du premier véhicule est importante, l'accélération de consigne calculée par le système ACC peut être adaptée, par exemple réduite, par rapport à une accélération brute ou potentielle déterminée simplement à partir des paramètres dynamiques du premier véhicule et des paramètres

dynamiques d'un véhicule cible circulant devant le premier véhicule. Cela permet d'améliorer le confort du conducteur et des passagers du premier véhicule en adaptant la dynamique du premier véhicule aux conditions de circulation autour du premier véhicule.

- [0046] La [Fig.1] illustre schématiquement un environnement 1 d'un premier véhicule 10, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention.
- [0047] La [Fig.1] illustre un premier véhicule 10, par exemple un véhicule automobile, embarquant un ou plusieurs capteurs configurés pour détecter la présence d'objets dans l'environnement 1 du premier véhicule 10. Selon d'autres exemples, le premier véhicule 10 correspond à un car, un bus, un camion, un véhicule utilitaire ou une moto-cyclette, c'est-à-dire à un véhicule de type véhicule terrestre motorisé.
- [0048] Le premier véhicule 10 correspond à un véhicule circulant sous la supervision totale d'un conducteur ou circulant dans un mode autonome ou semi-autonome. Le premier véhicule 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.
- [0049] Le premier véhicule 10 circule par exemple sur une portion de route à plusieurs voies de circulation, par exemple à deux ou trois voies de circulations, les deux ou trois voies de circulation étant par exemple selon un même sens de circulation.
- [0050] Selon l'exemple de la [Fig.1], un ensemble de deuxièmes véhicules 101, 102, 103, 104 circulent dans l'environnement 1 autour du premier véhicule 10, avec par exemple le deuxième véhicule 101 circulant devant le premier véhicule 10, par exemple dans la même voie de circulation que celle du premier véhicule 10, à une distance déterminée pouvant varier dans le temps (en fonction du comportement dynamique du premier véhicule 10 et du deuxième véhicule 101), un deuxième véhicule 102 circulant à droite derrière le premier véhicule 10 et deux deuxièmes véhicules 103, 104 circulant à gauche derrière le premier véhicule 10.
- [0051] Le premier véhicule 10 embarque par exemple un ou plusieurs des capteurs suivants :
- [0052] - un ou plusieurs radars à ondes millimétriques arrangés sur le premier 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 (par exemple le deuxième véhicule 101 situé devant le premier véhicule 10 selon l'exemple de la [Fig.1]), dans le but de

- détecter des obstacles et leurs distances vis-à-vis du premier véhicule 10 ; et/ou
- [0053] - 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 (par exemple le deuxième véhicule 101) situés dans le faisceau lumineux émis et de mesurer la distance entre le capteur et chaque objet détecté ; et/ou
- [0054] - une ou plusieurs caméras (associées ou non à un capteur de profondeur) pour l'acquisition d'une ou plusieurs images de l'environnement autour du premier véhicule 10 se trouvant dans le champ de vision de la ou les caméras.
- [0055] Les données obtenues de ce ou ces capteurs varient selon le type de capteur. Lorsqu'il s'agit d'un radar ou d'un LIDAR, les données correspondent par exemple à des données de distance entre des points de l'objet détecté et le capteur. Chaque objet détecté est ainsi représenté par un nuage de points (chaque point correspondant à un point de l'objet recevant le rayonnement émis par le capteur et réfléchissant au moins en partie ce rayonnement), le nuage de points représentant l'enveloppe (ou une partie de l'enveloppe) de l'objet détecté tel que vu par le capteur et in fine par le véhicule 10 embarquant le capteur. Lorsqu'il s'agit d'une caméra vidéo, les données correspondent à des données associées à chaque pixel de la ou les images acquises, par exemple des valeurs de niveaux de gris codés sur par exemple 8, 10, 12 ou plus de bits pour chaque canal couleur, par exemple RGB (de l'anglais « Red, Green, Blue » ou en français « Rouge, vert, bleu »). Ces données permettent par exemple de déterminer les positions successives prises par un objet se déplaçant dans l'environnement 1, par exemple le deuxième véhicule 101, et d'en déduire un ou plusieurs paramètres dynamiques de l'objet mobile tels que la vitesse et/ou l'accélération. Ces données permettent également de déterminer les lignes au sol pour par exemple participer à la détermination d'appartenance du deuxième véhicule 101 et du premier véhicule 10 à une même voie de circulation par exemple.
- [0056] Les données acquises par le ou les capteurs embarqués alimentent par exemple 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 ») embarqués dans le premier véhicule 10. Un tel système ADAS est configuré pour assister, voire remplacer, le conducteur du premier véhicule 10 pour contrôler le premier véhicule 10 sur son parcours.

- [0057] Le premier véhicule 10 embarque par exemple un système ADAS correspondant à un système de régulation automatique de la vitesse, dit système ACC. Lorsque le système ACC est activé, le système ACC a pour objectif de réaliser une accélération de consigne, notée  $A(t)$  (aussi appelée accélération de consigne brute ou accélération potentielle), qui varie au cours du temps 't' et qui permet de maintenir une distance de sécurité déterminée vis-à-vis du deuxième véhicule 101 (qui correspond par exemple à l'objet cible (aussi appelé véhicule cible) du système ACC) en amont du premier véhicule 10, c'est à dire d'un véhicule cible circulant devant le premier véhicule 10 dans le même sens de circulation sur la même voie de circulation tant que ce deuxième véhicule 101 est détecté par les capteurs embarqués dans le premier véhicule 10.
- [0058] Tant que le deuxième véhicule 101 est sélectionné comme véhicule cible du système ACC, une valeur d'accélération (dite de consigne brute ou potentielle) est par exemple déterminée à un instant courant 't' par le système ACC à partir d'un ensemble de données obtenues d'un ou plusieurs capteurs de détection d'objet embarqués dans le premier véhicule 10 et/ou de paramètres dynamiques du premier véhicule 10. La valeur d'accélération cible (exprimée en  $m.s^{-2}$ ) est par exemple calculée à partir de :
- [0059] - données représentatives du comportement dynamique du deuxième véhicule 101 (par exemple vitesse et/ou accélération), ces données étant par exemple obtenue à partir d'un ensemble de positions prises par le deuxième véhicule 101 sur un intervalle de temps précédant l'instant courant 't' pour lequel est déterminée l'accélération cible. Les données sur les positions prises par le deuxième véhicule 101 sont avantageusement déterminées à partir des données reçues du ou des capteurs de détection d'objet embarqués dans le premier véhicule 10 ;
- [0060] - données représentatives du comportement dynamique du premier véhicule 10 (par exemple vitesse, accélération, distance vis-à-vis du deuxième véhicule 101), ces données étant obtenues de capteurs embarqués dans le premier véhicule 10, la distance étant par exemple obtenue à partir des données reçues du ou des capteurs de détection d'objet ; et/ou
- [0061] - paramètres de consignes fournis au système ACC, tels que par exemple une distance ou un temps inter-véhicule (DIV ou TIV) cible, ces paramètres étant enregistrés en mémoire ou entrés par un utilisateur via une interface Homme-Machine, dite IHM.
- [0062] Selon un autre exemple, le premier véhicule 10 embarque un système de changement semi-automatique de voie de circulation, dit système SALC (de l'anglais « Semi-Automatic Lane Change »), par exemple en plus du système ACC. 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 premier véhicule 10 de changer de voie. 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.

- [0063] Un processus de contrôle d'un système d'aide à la conduite, dit système ADAS, d'un véhicule, par exemple le premier véhicule 10 embarquant le système ACC et/ou le système SALC, est avantageusement mis en œuvre par le premier véhicule 10, c'est-à-dire par un calculateur ou une combinaison de calculateurs du système embarqué du premier véhicule 10, par exemple par le ou les calculateurs en charge de contrôler le système ACC et/ou le système SALC.
- [0064] Dans une première opération, des données représentatives de l'environnement 1, et notamment des objets tels que des deuxièmes véhicules 101 à 104, sont reçues.
- [0065] Ces données sont par exemple reçues d'un ou plusieurs capteurs, par exemple des radars et/ou Lidars du premier véhicule 10, via un ou plusieurs bus de communication du système embarqué du premier 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 »).
- [0066] Ces données correspondent par exemple à des données représentatives de distances de chacun des objets détectés (notamment les deuxièmes véhicules) vis-à-vis du premier véhicule 10, par exemple des distances entre un point du premier véhicule 10 et un ensemble de points formant une enveloppe extérieure de chaque deuxième véhicule 101 à 104 tel que vu depuis le premier véhicule 10.
- [0067] Dans une deuxième opération, l'environnement 1 est subdivisée ou découpée virtuellement en une pluralité de zones 11 à 19, chaque zone de la pluralité correspondant par exemple à une surface à deux dimensions formant un rectangle selon une première dimension, dite longitudinale, selon l'axe longitudinale Y correspondant à l'axe selon lequel le premier véhicule 10 se déplace et selon une deuxième dimension, dite latérale, selon l'axe latéral X orthogonal à l'axe longitudinal Y.
- [0068] L'ensemble des zones 11 à 19 forment avantageusement une matrice à 3 lignes et 3 colonnes centrée sur une zone (ou cellule) centrale 15 comprenant (ou dans laquelle se trouve) le premier véhicule 10 à un instant courant, la matrice comprenant une colonne centrale (comprenant les zones ou cellules 12, 15, 18) entourée à gauche d'une colonne gauche (comprenant les zones ou cellules 11, 14, 17) et à droite d'une colonne droite

(comprenant les zones ou cellules 13, 16, 19).

- [0069] La matrice comprend également une ligne centrale (comprenant les zones ou cellules 14, 15, 16) entourée d'une première ligne (devant le premier véhicule 10 selon le sens de déplacement du premier véhicule 10) comprenant les zones ou cellules 11, 12, 13 et d'une troisième ligne (derrière le premier véhicule 10) comprenant les zones ou cellules 17, 18, 19.
- [0070] Les zones ou cellules de la matrice évoluent au fur et à mesure du déplacement du premier véhicule 10 de telle manière que la matrice soit centrée sur la zone centrale 15 comprenant le premier véhicule 10.
- [0071] La largeur L1, L2 et L3 (selon l'axe X, appelée dimension latérale de la colonne ou des zones qui la composent) de chacune des colonnes prend une valeur déterminée, par exemple égale à 3, 3.5 ou 4 m. Les largeurs de chacune de ces colonnes sont par exemple identiques. Selon une variante, la largeur L1 de la colonne gauche et/ou la largeur L3 de la colonne droite est/sont inférieure(s) à la largeur L2 de la colonne centrale. Par exemple, la largeur L1 et/ou L3 est égale à 1.5, 2 ou 2.5 m.
- [0072] La longueur (selon l'axe Y, appelée dimension longitudinale de la ligne ou des zones qui la composent) de la ligne centrale comprenant les zones 14, 15, 16 correspond par exemple à la somme de D1 et D2. D1 correspond à la distance (selon l'axe Y) entre un point de référence du premier véhicule 10 (par exemple le milieu de l'essieu arrière ou le barycentre du premier véhicule 10) et la limite entre la première ligne et la ligne centrale. Cette distance D1 est par exemple égale à 5, 6, 7 ou 10 m. D2 correspond à la distance (selon l'axe Y) entre le point de référence du premier véhicule 10 et la limite entre la troisième ligne et la ligne centrale. Cette distance D2 est par exemple égale à 2, 3 ou 4 m.
- [0073] La longueur de la première ligne est avantageusement définie par une première durée temporelle T1 (ou une première valeur d'un horizon temporel), par exemple égale à 2 ou 3 s. Ainsi, la longueur de cette première ligne en mètres est obtenue en multipliant la vitesse courante du premier véhicule 10 par cette première durée temporelle T1.
- [0074] De la même manière, la longueur de la troisième ligne est avantageusement définie par une deuxième durée temporelle T2 (ou une deuxième valeur d'un horizon temporel), par exemple égale à 2 ou 3 s. Ainsi, la longueur de cette troisième ligne en mètres est obtenue en multipliant la vitesse courante du premier véhicule 10 par cette deuxième durée temporelle T2.
- [0075] Les valeurs des dimensions L1, L2, L3, D1, D2, T1, T2 sont par exemple fixées par le constructeur du premier véhicule 10 ou par le concepteur du ou des systèmes ADAS embarqués, ces valeurs étant stockées dans une mémoire embarquée dans le premier véhicule 10. Selon une variante, une ou plusieurs de ces valeurs sont paramétrables, par exemple par le conducteur via une IHM (Interface Homme-Machine).

- [0076] Dans une troisième opération, pour chaque zone 11 à 19 de la matrice, un indicateur de présence représentatif de présence ou d'absence d'un deuxième véhicule est déterminé en fonction des données reçues à la première opération. Cet indicateur de présence est avantageusement fonction du temps et correspond par exemple à une valeur comprise entre 0 et 1 évoluant en fonction du temps et en fonction de la détection de la présence (ou de l'absence de détection) d'un deuxième véhicule dans la zone considérée, la détection étant par exemple mise en œuvre à intervalles réguliers (par exemple toutes les 100, 200, 500 ms) pour mettre à jour l'indicateur de présence de chaque zone.
- [0077] L'indicateur de présence  $I_p$  dans une zone considérée est par exemple déterminée à partir de l'équation suivante :
- [0078]  $I_p(t) = I_p(t-dt) + \Delta(t)$
- [0079] Avec  $I_p(t)$  l'indicateur de présence à l'instant  $t$ ,  $I_p(t-dt)$  l'indicateur de présence déterminé à l'instant précédent, avec un écart temporel entre l'instant courant  $t$  et l'instant précédent égal à  $dt$  (par exemple égale à 100, 200 ou 500 ms), et  $\Delta(t)$  égal à une valeur d'incrément ou de décrément prenant une première valeur déterminée (incrément) en fonction de la détection de la présence d'un deuxième véhicule dans la zone considérée à l'instant courant  $t$  et une deuxième valeur déterminée lorsque la présence d'aucun deuxième véhicule n'est détecté dans la zone considérée alors qu'un deuxième véhicule était présent dans la zone considérée à l'instant précédent.
- [0080] La première valeur (incrément), notée  $\Delta 1(t)$ , est une valeur positive ( $\Delta 1(t) > 0$ ) inférieure à 1.  $\Delta 1(t)$  est par exemple égale à 0.1, 0.15, 0.2 ou 0.3. A chaque détection d'un deuxième véhicule dans la zone considérée,  $\Delta 1(t)$  prend la valeur qui lui est associée, quel que soit l'état de détection d'un deuxième véhicule dans la zone considérée à l'instant précédent.
- [0081] La deuxième valeur (dégrément), notée  $\Delta 2(t)$ , est une valeur négative ( $\Delta 2(t) < 0$ ) supérieure à -1.  $\Delta 2(t)$  est par exemple égale à -0.1, -0.15, -0.2 ou -0.3. Lorsqu'un deuxième véhicule était présent dans la zone considérée à l'instant précédent et que ce deuxième véhicule n'est plus détecté comme présent dans cette zone considérée à l'instant courant, alors  $\Delta 2(t)$  prend la valeur qui lui est associée.
- [0082] Selon un exemple particulier, la deuxième valeur correspond à la valeur opposée à la première valeur, c'est-à-dire que :
- [0083]  $\Delta 2(t) = - \Delta 1(t)$ , et
- [0084] [Math.1]  

$$| \Delta 1(t) | = | \Delta 2(t) |$$
- [0085] Selon un autre exemple, la valeur absolue de la première valeur est différente de la valeur absolue de la deuxième valeur, soit :

[0086] [Math.2]

$$|\Delta 1(t)| \neq |\Delta 2(t)|$$

[0087] Par exemple,  $\Delta 1(t) = 0.1$  et  $\Delta 2(t) = -0.2$ .

[0088] Les valeurs de  $\Delta 1(t)$  et  $\Delta 2(t)$  sont par exemple enregistrées en mémoire, pour chaque zone, pour un ensemble d'instants temporels consécutifs auxquels elles ont été déterminées ou calculée. Ceci permet notamment de connaître ou déterminer l'état de détection (présent ou absent) d'un deuxième véhicule dans la zone considérée à l'instant précédent un instant courant.

[0089] Dans une quatrième opération, un premier indicateur de densité de véhicules associé à une première partie de la matrice est déterminé en fonction des indicateurs de présence des zones comprises dans la première partie de la matrice. De la même manière, un deuxième indicateur de densité de véhicules associé à une deuxième partie de la matrice (différente de la première partie) est également déterminé en fonction des indicateurs de présence des zones comprises dans la deuxième partie.

[0090] La première partie comprend par exemple la colonne centrale et la colonne gauche, et les zones 11, 12, 14, 15, 17, 18 comprises dans ces 2 colonnes. Le premier indicateur représente ainsi la densité de véhicules à gauche du premier véhicule 10, cette partie gauche incluant la colonne centrale à laquelle appartient le premier véhicule 10.

[0091] La deuxième partie comprend par exemple la colonne centrale et la colonne droite, et les zones 12, 13, 15, 16, 18, 19 comprises dans ces 2 colonnes. Le deuxième indicateur représente ainsi la densité de véhicules à droite du premier véhicule 10, cette partie droite incluant la colonne centrale à laquelle appartient le premier véhicule 10.

[0092] Le premier indicateur de densité, noté Id1, correspond par exemple à la moyenne, à l'instant courant de détermination de ce premier indicateur de densité, des indicateurs de présence des zones comprises dans la première partie. Id1 est ainsi obtenue via l'équation suivante :

[0093] [Math.3]

$$Id1 = \frac{Ip_{11}(t) + Ip_{12}(t) + Ip_{14}(t) + Ip_{15}(t) + Ip_{17}(t) + Ip_{18}(t)}{6}$$

[0094] Avec  $Ip_{11}(t)$  l'indicateur de présence associée à la zone 11,  $Ip_{12}(t)$  l'indicateur de présence associée à la zone 12,  $Ip_{14}(t)$  l'indicateur de présence associée à la zone 14,  $Ip_{15}(t)$  l'indicateur de présence associée à la zone 15,  $Ip_{17}(t)$  l'indicateur de présence associée à la zone 17 et  $Ip_{18}(t)$  l'indicateur de présence associée à la zone 18.

[0095] Le deuxième indicateur de densité, noté Id2, correspond par exemple à la moyenne, à l'instant courant de détermination de ce deuxième indicateur de densité, des indicateurs de présence des zones comprises dans la deuxième partie. Id2 est ainsi obtenue via l'équation suivante :

[0096] [Math.4]

$$Id1 = \frac{Ip_{12}(t) + Ip_{13}(t) + Ip_{15}(t) + Ip_{16}(t) + Ip_{18}(t) + Ip_{19}(t)}{6}$$

[0097] Avec  $Ip_{13}(t)$  l'indicateur de présence associée à la zone 13,  $Ip_{16}(t)$  l'indicateur de présence associée à la zone 16 et  $Ip_{19}(t)$  l'indicateur de présence associée à la zone 19.

[0098] Chaque colonne de zones est par exemple associée à une voie de circulation, la colonne centrale représentant la voie de circulation courante du premier véhicule 10.

[0099] Selon un autre exemple, les 3 colonnes ne représentent que 2 voies de circulation, la largeur et/ou l'emplacement des colonnes ne correspondant pas exactement à la largeur et/ou l'emplacement des voies de circulation de la route sur laquelle circule le premier véhicule 10.

[0100] Selon cet exemple, le premier indicateur et le deuxième indicateur fournisse ainsi une indication sur la densité des véhicules présents dans une zone située plutôt à gauche du premier véhicule 10 et dans une zone située plutôt à droite du premier véhicule 10.

[0101] Dans une cinquième opération, un troisième indicateur de densité est déterminé en fonction du premier indicateur de densité et/ou du deuxième indicateur de densité. Le ou les systèmes ADAS embarqués dans le premier véhicule 10 sont contrôlés en fonction de ce troisième indicateur de densité, c'est-à-dire que le troisième indicateur de densité est pris en compte par ce ou ces systèmes ADAS pour déterminer ou calculer les paramètres utilisés pour contrôler le premier véhicule 10 pour la ou les fonctions prises en charge par ce ou ces systèmes ADAS.

[0102] Le troisième indicateur de densité correspond par exemple :

[0103] - à une moyenne du premier indicateur de densité et du deuxième indicateur de densité lorsqu'aucun clignotant du premier véhicule n'est activé, c'est-à-dire  $Id = 0.5 * (Id1 + Id2)$ , avec  $Id$  le troisième indicateur de densité,  $Id1$  le premier indicateur de densité et  $Id2$  le deuxième indicateur de densité ;

[0104] - au premier indicateur de densité uniquement lorsqu'un clignotant gauche du premier véhicule est activé, c'est-à-dire  $Id = Id1$  ; et

[0105] - au deuxième indicateur de densité uniquement lorsqu'un clignotant droit du premier véhicule est activé, c'est-à-dire  $Id = Id2$ .

[0106] Le processeur en charge du processus reçoit par exemple une information représentative du déclenchement des clignotants, lorsque les clignotants sont activés d'un côté ou de l'autre du premier véhicule 10, par exemple par le conducteur du premier véhicule. Cette information est par exemple reçue du calculateur en charge du contrôle des clignotants du premier véhicule 10 sous la forme d'un ensemble de données, par exemple multiplexées. Ces calculateurs appartiennent à un ensemble de calculateurs et de capteurs formant le système embarqué du premier véhicule 10. Les calculateurs et/ou capteurs du système embarqué sont reliés en communication via un ou plusieurs bus

de communication, par exemple un ou plusieurs 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 »).

[0107] Selon un premier exemple, le système ADAS correspond à un système SALC.

Lorsque l'activation des clignotants est détectée d'un côté ou de l'autre, le système SALC utilise l'indicateur de densité Id1 ou Id2 selon le côté de déclenchement des clignotants comme contrôle supplémentaire pour décider si le changement de voie depuis la voie courante vers la voie de destination (du côté des clignotants activés) peut se faire ou doit être retardée. En effet, même si l'espace libre est suffisant pour permettre un changement de voie, une densité importante de véhicules dans la partie du côté du changement de voie peut intimider le conducteur et le mettre mal à l'aise. Le système SALC peut ainsi dans ce cas retarder le changement de voie en fonction de l'indicateur de densité ou requérir une confirmation du conducteur, par exemple en déclenchant le rendu (par exemple l'affichage) d'un message à destination du conducteur via une IHM dédiée, requérant du conducteur qu'il confirme sa volonté de mettre en œuvre le changement de voie ou au contraire qu'il interrompe le changement de voie.

[0108] Selon un deuxième exemple, le système ADAS correspond à un système ACC. Selon ce deuxième exemple, l'accélération déterminée par le système ACC en fonction des paramètres dynamiques du premier véhicule 10 et d'un véhicule cible circulant devant le premier véhicule 10, dite accélération potentielle brute (notée  $A_{\text{potentielle}}$ ), est filtrée en appliquant un coefficient (compris entre 0 et 1) à cette accélération potentielle brute pour obtenir une accélération de consigne pour le premier véhicule 10.

[0109] Ce coefficient (notée k) est avantageusement fonction du troisième indicateur de densité (noté Id) déterminé à la cinquième opération.

[0110] Ainsi, l'accélération de consigne A est obtenue à partir de l'équation suivante :

$$[0111] \quad A = k(\text{Id}) * A_{\text{potentielle}}$$

[0112] La [Fig.2] illustre un exemple particulier et non-limitatif d'une fonction 21 entre le coefficient (notée k en ordonné du diagramme 2) et le troisième indicateur de densité (noté Id en abscisse du diagramme 2).

[0113] Selon l'exemple de la [Fig.2], la fonction 21 correspond à une fonction monotone décroissante du coefficient k en fonction du troisième indicateur de densité Id.

[0114] Selon cet exemple, k prend une valeur maximale pour un intervalle de valeurs d'Id comprises entre 0 et une première valeur seuil (par exemple égal à 0.2 ou 0.3), la valeur maximale de k étant par exemple égale à 0.9 ou 1. Le coefficient k prend une valeur minimale lorsque le troisième indicateur de densité atteint une deuxième valeur

seuil, par exemple égale à 0.7, 0.8 ou 0.9, la valeur minimale de  $k$  étant par exemple égale à 0.2, 0.3 ou 0.4. Le coefficient  $k$  décroît strictement selon un profil déterminé entre la première valeur seuil et la deuxième valeur seuil du troisième indicateur de densité  $Id$ .

- [0115] Le coefficient  $k$  permet ainsi de diminuer l'accélération potentielle brute calculée par le système ACC en fonction du troisième indicateur de densité, l'accélération potentielle brute étant d'autant plus réduite ou filtrée que le troisième indicateur de densité  $Id$  est élevé, au moins jusqu'à une limite correspondant à la valeur seuil.
- [0116] La [Fig.3] illustre un diagramme 3 représentant deux profils d'accélération (noté A en ordonnée du diagramme 3) obtenu en sortie du système ACC du premier véhicule 10 en fonction du troisième indicateur de densité (noté  $id$  en abscisse du diagramme 3), selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention.
- [0117] Selon l'exemple de la [Fig.3], le premier profil d'accélération 31 correspond au profil de l'accélération potentielle brute, c'est-à-dire à une accélération déterminée par le système ACC sans application du coefficient  $k$  décrit en regard de la [Fig.2], c'est-à-dire sans filtrage.
- [0118] Le deuxième profil d'accélération correspond au profil de l'accélération obtenu en appliquant le coefficient  $k$  à l'application potentielle brute calculée par le système ACC.
- [0119] Tel que cela apparaît sur la [Fig.3], les profils 31 et 32 sont identiques pour des valeurs faibles du troisième indicateur de densité, par exemple pour les valeurs d' $Id$  inférieures à la première valeur seuil (par exemple inférieures à 0.1 ou 0.2) et pour des valeurs élevées du troisième indicateur de densité, par exemple pour les valeurs d' $Id$  supérieures à la troisième valeur seuil (par exemple supérieures inférieures à 0.7, 0.8 ou 0.9). Sur la plage de valeurs d' $Id$  comprises entre la première valeur seuil et la deuxième valeur seuil, la valeur de l'accélération selon le deuxième profil 32 est inférieure à la valeur de l'accélération selon le premier profil 31, l'accélération selon le deuxième profil 32 étant filtrée par rapport à l'accélération selon le premier profil 31 par application du coefficient  $k$  (qui varie en fonction de  $Id$ ) à l'accélération selon le premier profil 31.
- [0120] Un tel exemple de mise en œuvre permet d'éviter une accélération trop forte du premier véhicule (lorsque le système ACC est actif) lorsque la densité de véhicules est importante. Une accélération potentielle brute élevée est par exemple déterminée par le système ACC lorsque le véhicule cible devant le premier véhicule 10 change de trajectoire, par exemple change de voie de circulation. Ce véhicule cible est alors désélectionné par le système ACC pour ne plus correspondre à l'objet cible du système ACC et le système ACC sélectionne un nouveau véhicule circulant devant le premier véhicule 10 comme étant le nouvel objet cible. Si ce nouvel objet cible est à une

distance du premier véhicule 10 supérieure au DIV (distance inter-véhicule) ou TIV (temps inter-véhicule) de consigne, alors l'accélération potentielle brute calculée par le système ACC est élevée.

- [0121] Une accélération élevée peut surprendre ou effrayer le conducteur lorsque le trafic autour du premier véhicule est dense. Le filtrage de l'accélération potentielle brute par application d'un coefficient fonction du troisième indicateur de densité permet d'atténuer l'accélération lorsque la densité est élevée, ce qui permet de rassurer le conducteur qui se sent plus en sécurité.
- [0122] La [Fig.4] illustre schématiquement un dispositif 4 configuré pour contrôler un ou plusieurs systèmes ADAS d'un véhicule, par exemple du premier véhicule 10, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention. Le dispositif 4 correspond par exemple à un dispositif embarqué dans le premier véhicule 10, par exemple un calculateur.
- [0123] Le dispositif 4 est par exemple configuré pour la mise en œuvre des opérations décrites en regard des figures 1 à 3 et/ou des étapes du procédé décrit en regard de la [Fig.5]. Des exemples d'un tel dispositif 4 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, une tablette, un ordinateur portable. Les éléments du dispositif 4, individuellement ou en combinaison, peuvent être intégrés dans un unique circuit intégré, dans plusieurs circuits intégrés, et/ou dans des composants discrets. Le dispositif 4 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.
- [0124] Le dispositif 4 comprend un (ou plusieurs) processeur(s) 40 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 4. 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 4 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.
- [0125] 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.
- [0126] Selon différents exemples de réalisation particuliers et non limitatifs, le dispositif 4 est couplé en communication avec d'autres dispositifs ou systèmes similaires (par exemple d'autres calculateurs) 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.

- [0127] Selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif, le dispositif 4 comprend un bloc 42 d'éléments d'interface pour communiquer avec des dispositifs externes. Les éléments d'interface du bloc 42 comprennent une ou plusieurs des interfaces suivantes :
- [0128] - 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) ;
- [0129] - interface USB (de l'anglais « Universal Serial Bus » ou « Bus Universel en Série » en français) ;
- [0130] - interface HDMI (de l'anglais « High Definition Multimedia Interface », ou « Interface Multimedia Haute Definition » en français) ;
- [0131] - interface LIN (de l'anglais « Local Interconnect Network », ou en français « Réseau interconnecté local »).
- [0132] Selon un autre exemple de réalisation particulier et non limitatif, le dispositif 4 comprend une interface de communication 43 qui permet d'établir une communication avec d'autres dispositifs (tels que d'autres calculateurs du système embarqué) via un canal de communication 430. L'interface de communication 43 correspond par exemple à un transmetteur configuré pour transmettre et recevoir des informations et/ou des données via le canal de communication 430. 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) ou Ethernet (standardisé par la norme ISO/IEC 802-3).
- [0133] Selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif, le dispositif 4 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 4.
- [0134] La [Fig.5] illustre un organigramme des différentes étapes d'un procédé de contrôle d'un système ADAS d'un véhicule, par exemple du premier véhicule 10, selon un

exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention. Le procédé est par exemple mis en œuvre par un dispositif embarqué dans le premier véhicule 10 ou par le dispositif 4 de la [Fig.4]. Le procédé est par exemple mis en œuvre par un ou plusieurs processeurs d'un ou plusieurs calculateurs, par exemple un ou plusieurs calculateurs contrôlant le système ADAS du véhicule.

- [0135] Dans une première étape 51, des données représentatives d'un environnement entourant le premier véhicule sont reçues depuis au moins un capteur de détection d'objet embarqué dans le premier véhicule.
- [0136] Dans une deuxième étape 52, l'environnement du premier véhicule est subdivisé spatialement en une pluralité de zones, la pluralité de zones formant une matrice à 3 lignes et 3 colonnes centrée sur une zone centrale comprenant le premier véhicule, la matrice comprenant une colonne centrale entourée à gauche d'une colonne gauche et à droite d'une colonne droite.
- [0137] Dans une troisième étape 53, pour chaque zone de la pluralité de zones, un indicateur de présence représentatif de présence ou d'absence d'un deuxième véhicule est déterminé en fonction du temps dans chaque zone en fonction des données.
- [0138] Dans une quatrième étape 54, un premier indicateur de densité de véhicules associé à une première partie de la matrice est déterminé en fonction des indicateurs de présence des zones comprises dans la première partie de la matrice et un deuxième indicateur de densité de véhicules associé à une deuxième partie de la matrice est déterminé en fonction des indicateurs de présence des zones comprises dans la deuxième partie. La première partie comprend la colonne centrale et la colonne gauche de la matrice et la deuxième partie comprend la colonne centrale et la colonne droite de la matrice.
- [0139] Dans une cinquième étape 55, le système ADAS est contrôlé en fonction d'un troisième indicateur de densité de véhicules, le troisième indicateur de densité de véhicules étant fonction du premier indicateur de densité de véhicules et/ou du deuxième indicateur de densité de véhicules.
- [0140] Selon une variante, les variantes et exemples des opérations décrits en relation avec la [Fig.1], 2 et/ou 3 s'appliquent aux étapes du procédé de la [Fig.5].
- [0141] Bien entendu, la présente invention ne se limite pas aux exemples de réalisation décrits ci-avant mais s'étend à un procédé de contrôle d'un véhicule, par exemple un véhicule autonome, 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.
- [0142] La présente invention concerne également un système ADAS, par exemple un système de régulation adaptative de vitesse pour véhicule, comprenant le dispositif 4 de la [Fig.4].
- [0143] La présente invention concerne également un véhicule, par exemple automobile ou

plus généralement un véhicule autonome à moteur terrestre, comprenant le dispositif 4 de la [Fig.4] ou le système ADAS pour véhicule ci-dessus.

## Revendications

[Revendication 1]

Procédé de contrôle d'un système d'aide à la conduite, dit système ADAS, embarqué dans un premier véhicule (10), ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- réception (51) de données représentatives d'un environnement (1) entourant ledit premier véhicule (10) depuis au moins un capteur de détection d'objet embarqué dans ledit premier véhicule (10) ;
- subdivision spatiale (52) dudit environnement (1) en une pluralité de zones (11 à 19), ladite pluralité de zones formant une matrice à 3 lignes et 3 colonnes centrée sur une zone centrale (15) comprenant ledit premier véhicule (10), ladite matrice comprenant une colonne centrale entourée à gauche d'une colonne gauche et à droite d'une colonne droite ;
- pour chaque zone de ladite pluralité de zones (11 à 19), détermination (53) d'un indicateur de présence représentatif de présence ou d'absence d'un deuxième véhicule (101, 102, 103, 104) en fonction du temps dans ladite chaque zone en fonction desdites données ;
- détermination (54) d'un premier indicateur de densité de véhicules associé à une première partie de ladite matrice en fonction des indicateurs de présence des zones (11, 12, 14, 15, 17, 18) comprises dans ladite première partie de la matrice et d'un deuxième indicateur de densité de véhicules associé à une deuxième partie de ladite matrice en fonction des indicateurs de présence des zones (12, 13, 15, 16, 18, 19) comprises dans ladite deuxième partie, ladite première partie comprenant la colonne centrale et la colonne gauche de ladite matrice et ladite deuxième partie comprenant la colonne centrale et la colonne droite de ladite matrice ;
- contrôle (55) dudit système ADAS en fonction d'un troisième indicateur de densité de véhicules, ledit troisième indicateur de densité de véhicules étant fonction dudit premier indicateur de densité de véhicules et/ou dudit deuxième indicateur de densité de véhicules.

[Revendication 2]

Procédé selon la revendication 1, pour lequel, pour ladite chaque zone, l'indicateur de présence à un instant courant est égal à l'indicateur de présence à un instant précédant l'instant courant auquel est ajouté une première valeur déterminée positive lorsqu'un deuxième véhicule est détecté dans ladite chaque zone à l'instant courant et auquel est ajouté une deuxième valeur déterminée négative lorsqu'un deuxième véhicule

détecté dans ladite chaque zone audit instant précédent n'est plus détecté dans ladite chaque zone à l'instant courant.

[Revendication 3] Procédé selon la revendication 2, pour lequel ladite deuxième valeur déterminée correspond à l'opposée de ladite première valeur déterminée ou pour lequel la valeur absolue de ladite première valeur déterminée est différente de la valeur absolue de ladite deuxième valeur déterminée.

[Revendication 4] Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, pour lequel ledit premier indicateur de densité correspond à une moyenne des indicateurs de présence des zones (11, 12, 14, 15, 17, 18) comprises dans ladite première partie de la matrice et ledit deuxième indicateur de densité correspond à une moyenne des indicateurs de présence des zones (12, 13, 15, 16, 18, 19) comprises dans ladite deuxième partie de la matrice.

[Revendication 5] Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, pour lequel chaque zone de ladite pluralité de zones (11 à 19) possède une forme rectangulaire définie par une dimension longitudinale selon un axe longitudinal correspondant à un sens de déplacement dudit premier véhicule et par une dimension latérale selon un axe latéral orthogonal audit axe longitudinal,

la dimension longitudinale des zones de la ligne centrale de ladite matrice comprenant ladite zone centrale correspondant à une somme d'une première distance déterminée et d'une deuxième distance déterminée, la première distance déterminée correspondant à une distance entre un point de référence dudit premier véhicule (10) et une première limite entre ladite ligne centrale et une première ligne de ladite matrice située devant ledit premier véhicule (10), la deuxième distance déterminée correspondant à une distance entre ledit point de référence dudit premier véhicule (10) et une deuxième limite entre ladite ligne centrale et une troisième ligne de ladite matrice située derrière ledit premier véhicule (10),

la dimension longitudinale des zones (11, 12, 13) de ladite première ligne étant fonction d'une première durée temporelle, et

la dimension longitudinale des zones (17, 18, 19) de ladite troisième ligne étant fonction d'une deuxième durée temporelle.

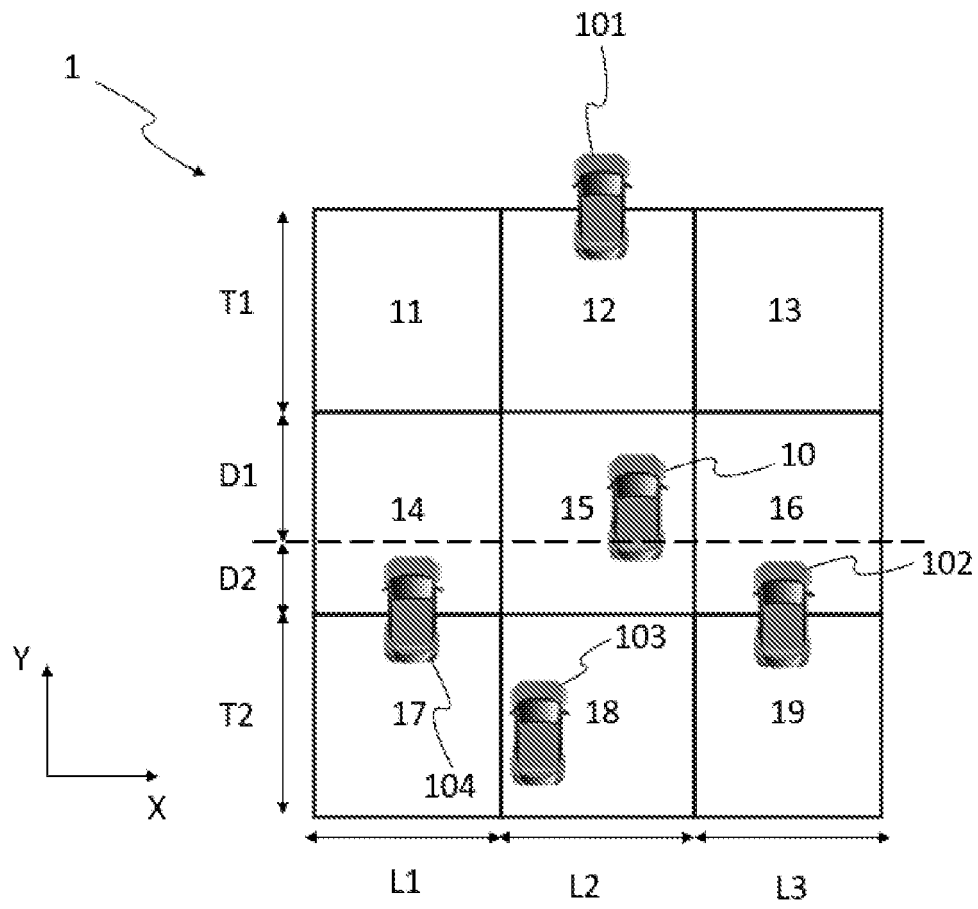
[Revendication 6] Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, pour lequel ledit troisième indicateur correspond :

- à une moyenne dudit premier indicateur de densité et dudit deuxième indicateur de densité lorsqu'aucun clignotant du premier véhicule (10) n'est activé ;

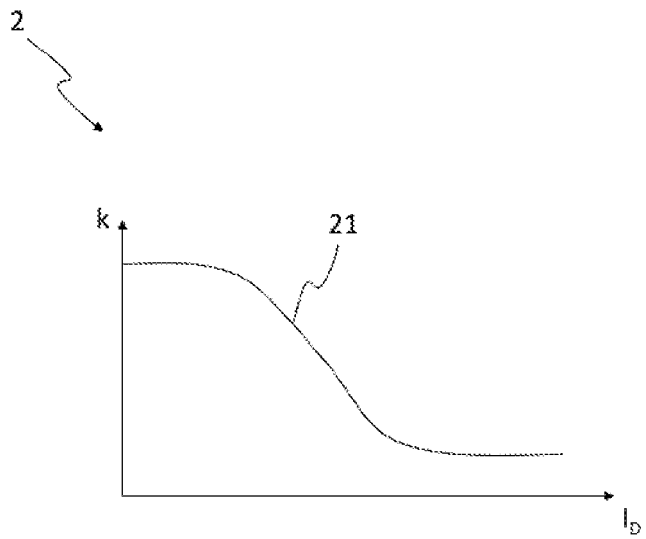
- audit premier indicateur de densité uniquement lorsqu'un clignotant gauche dudit premier véhicule (10) est activé ; et
- audit deuxième indicateur de densité uniquement lorsqu'un clignotant droit dudit premier véhicule (10) est activé.

- [Revendication 7] Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, pour lequel ledit système ADAS correspond à un système de régulation adaptative de vitesse, dit système ACC, ledit procédé comprenant en outre une détermination d'une consigne d'accélération pour ledit premier véhicule (10) en appliquant un coefficient déterminé à une accélération potentielle déterminée par ledit système ACC, ledit coefficient étant compris entre 0 et 1 et fonction dudit troisième indicateur de densité de véhicules suivant une fonction (21) monotone décroissante dudit troisième indicateur.
- [Revendication 8] 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 9] Dispositif (4) de contrôle d'un système d'aide à la conduite, dit système ADAS, d'un véhicule, ledit dispositif (4) 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 (4) selon la revendication 9.

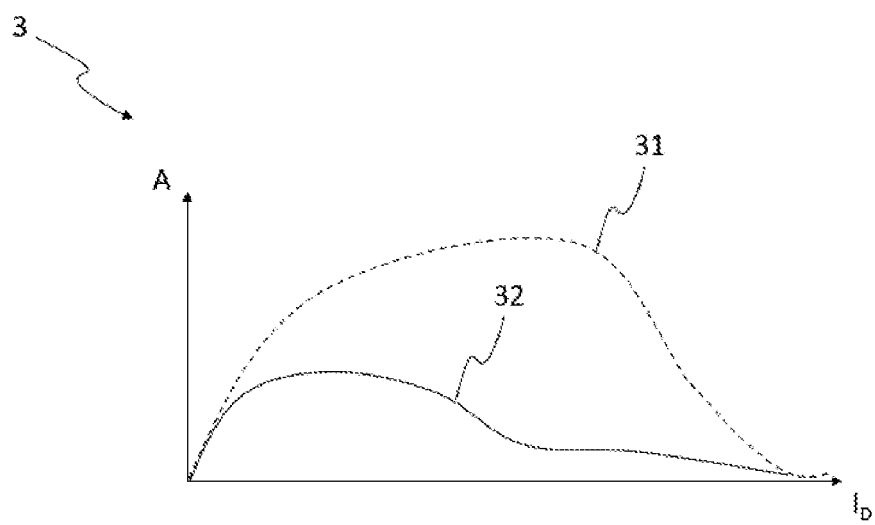
[Fig. 1]



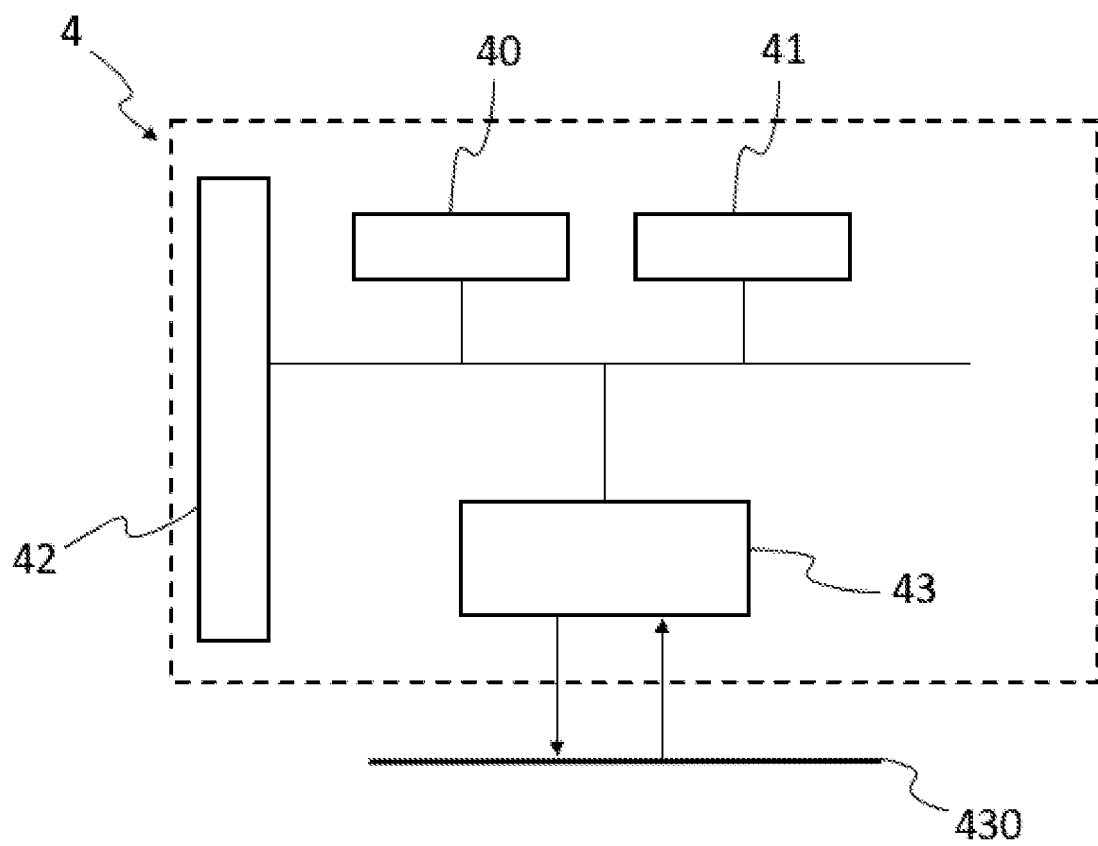
[Fig. 2]



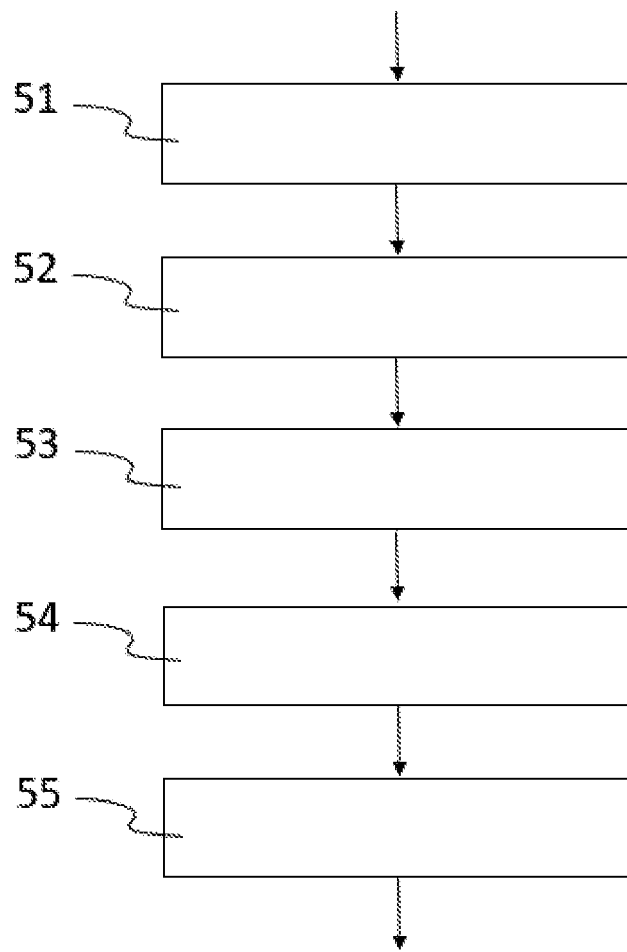
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



# RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

 N° d'enregistrement  
national

**FA 902811**
**FR 2200559**

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                | Revendication(s)<br>concernée(s)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                                      | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                             |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                              | KR 2021 0115284 A (MANDO CORP [KR])<br>27 septembre 2021 (2021-09-27)                                                                          | 1, 8-10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>B60W40/04</b><br><b>G06V20/58</b><br><b>B60W50/04</b><br><b>G06K9/62</b> |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                              | * figures 4, 5, 8 *<br>* alinéas [0001] - [0007], [0044] -<br>[0045], [0059] - [0064], [0081] - [0086]<br>*<br>* revendications 1-3 *<br>----- | 2-7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                             |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                              | US 2018/222486 A1 (SCHROEDER CHRISTOPH<br>[US] ET AL) 9 août 2018 (2018-08-09)                                                                 | 1, 8-10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                              | * alinéas [0029] - [0034], [0041],<br>[0064] *<br>-----                                                                                        | 2-7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                             |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                              | GB 2 587 739 A (MOTIONAL AD LLC [US])<br>7 avril 2021 (2021-04-07)                                                                             | 1, 8-10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                             |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                              | * figure 11 *<br>* revendications 1, 2, 3, 4, 5, 19 *<br>-----                                                                                 | 2-7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>DOMAINES TECHNIQUES<br/>RECHERCHÉS (IPC)</b>                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>B60W</b>                                                                 |
| Date d'achèvement de la recherche                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                | Examineur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                             |
| 23 septembre 2022                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                | Laiou, M                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                             |
| <b>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</b><br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un<br>autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                                                                | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure<br>à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date<br>de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                                             |

# **ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE** **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2200559 FA 902811**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **23-09-2022**  
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| <b>KR 20210115284 A</b>                         | <b>27-09-2021</b>      | <b>AUCUN</b>                            |                        |
| <hr/>                                           |                        |                                         |                        |
| <b>US 2018222486 A1</b>                         | <b>09-08-2018</b>      | <b>CN 107077606 A</b>                   | <b>18-08-2017</b>      |
|                                                 |                        | <b>DE 102014221803 A1</b>               | <b>28-04-2016</b>      |
|                                                 |                        | <b>JP 2018501543 A</b>                  | <b>18-01-2018</b>      |
|                                                 |                        | <b>US 2018222486 A1</b>                 | <b>09-08-2018</b>      |
|                                                 |                        | <b>WO 2016066416 A1</b>                 | <b>06-05-2016</b>      |
| <hr/>                                           |                        |                                         |                        |
| <b>GB 2587739 A</b>                             | <b>07-04-2021</b>      | <b>CN 113056715 A</b>                   | <b>29-06-2021</b>      |
|                                                 |                        | <b>DE 112020000138 T5</b>               | <b>23-09-2021</b>      |
|                                                 |                        | <b>DK 201970302 A1</b>                  | <b>20-08-2020</b>      |
|                                                 |                        | <b>GB 2587739 A</b>                     | <b>07-04-2021</b>      |
|                                                 |                        | <b>GB 2599255 A</b>                     | <b>30-03-2022</b>      |
|                                                 |                        | <b>KR 20210018485 A</b>                 | <b>17-02-2021</b>      |
| <hr/>                                           |                        |                                         |                        |