

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

11 N° de publication : 3 138 534

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : 22 07655

51 Int Cl<sup>8</sup> : G 05 D 1/43 (2023.01), B 60 W 30/18, B 60 C 23/06,  
B 60 W 40/12, 50/14, G 01 C 21/34, B 60 W 30/14, 30/02, 10/  
18, G 06 N 3/02, 20/00, B 60 W 50/02

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 26.07.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 02.02.24 Bulletin 24/05.

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

60 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

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

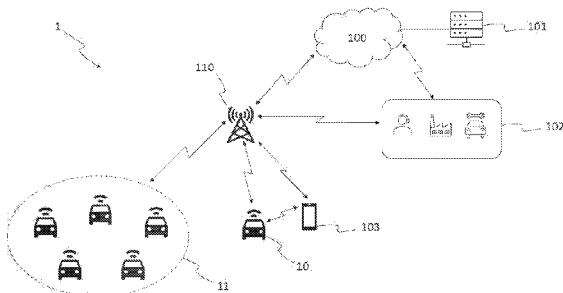
72 Inventeur(s) : MONTEIL CHRISTOPHE, PIERRE  
THEO, ALLÈGRE JEAN MARC et GILBERT VINCENT.

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

54 **Procédé et dispositif de contrôle de système d'aide  
à la conduite d'un véhicule en fonction d'un niveau  
d'usure des plaquettes de frein.**

57 La présente invention concerne un procédé et un dispositif de contrôle d'un premier véhicule (10) en fonction d'une catégorie d'usure ou d'un niveau d'usure des plaquettes de frein du premier véhicule (10). La catégorie d'usure est déterminée par classification de données représentatives du comportement dynamique du véhicule (10), de données représen-

tatives de l'environnement (1) du premier véhicule (10) et de données représentative d'un changement des plaquettes de frein sur la base d'un modèle appris lors d'une phase d'apprentissage à partir de données de comportement dynamique d'un ensemble de deuxièmes véhicules (11), de données de leur environnement et de données de changement de leurs plaquettes de frein.  
Figure pour l'abrégé : Figure 1



FR 3 138 534 - A1



## **Description**

### **Titre de l'invention : Procédé et dispositif de contrôle de système d'aide à la conduite d'un véhicule en fonction d'un niveau d'usure des plaquettes de frein**

#### **Domaine technique**

[0001] La présente invention concerne les procédés et dispositifs de contrôle d'un véhicule, notamment un véhicule autonome ou semi-autonome, en fonction de l'usure des plaquettes de frein du véhicule. La présente invention concerne également les procédés et dispositifs de contrôle d'au moins un système d'aide à la conduite, dit système ADAS (de l'anglais « Advanced Driver-Assistance System » ou en français « Système d'aide à la conduite avancé »), d'un véhicule. La présente invention concerne également un procédé et un dispositif de détermination ou de prédiction d'un niveau d'usure ou d'une catégorie d'usure des plaquettes de frein d'un véhicule.

#### **Arrière-plan technologique**

[0002] Les véhicules contemporains sont formés d'un grand nombre de composants ou d'organes, chacun susceptible de panne, de défaut ou d'usure.

[0003] Lorsque le conducteur d'un véhicule est confronté à une usure ou un défaut d'un organe du véhicule tels que les plaquettes de frein du véhicule, le comportement du véhicule peut s'en trouver affecté avec un risque pour la sécurité du véhicule et de ses occupants.

[0004] Un des problèmes rencontrés par le conducteur est que le défaut ou l'usure de l'organe concerné n'est pas aisément détectable par le conducteur. Pour établir le diagnostic, il est souvent nécessaire de faire contrôler le véhicule par un professionnel.

[0005] Pour limiter les risques de panne ou de défaut, pour mesurer le niveau d'usure et prévenir les problèmes associés, des opérations de maintenance préventive des véhicules sont planifiées. Cependant, ces opérations de maintenance ne garantissent pas qu'un organe du véhicule rencontre un défaut ou subisse une panne ou une usure non prévue après coup.

[0006] Une telle surveillance par la mise en place d'opérations de maintenance préventives régulières est par ailleurs synonyme de coûts et de gêne occasionnée par l'immobilisation du véhicule pendant l'action de maintenance.

#### **Résumé de la présente invention**

[0007] Un objet de la présente invention est de résoudre au moins l'un des problèmes de l'arrière-plan technologique décrit précédemment.

[0008] Un autre objet de la présente invention est de prévenir les risques associés à une usure ou un défaut des plaquettes de frein d'un véhicule.

- [0009] Un autre objet de la présente invention est d'améliorer la prédiction de l'usure des plaquettes de frein d'un véhicule.
- [0010] Selon un premier aspect, la présente invention concerne un procédé de contrôle d'un véhicule, le procédé étant mis en œuvre par au moins un processeur et comprenant les étapes suivantes :
- [0011] - réception de premières données représentatives d'un comportement dynamique du véhicule depuis un ensemble de capteurs embarqués dans le véhicule, l'ensemble de capteurs comprenant au moins un capteur ;
- [0012] - réception de deuxièmes données représentatives d'un environnement dans lequel circule le véhicule ;
- [0013] - réception de troisièmes données représentatives d'un changement d'un ensemble de plaquettes de frein du véhicule ;
- [0014] - détermination de quatrièmes données représentatives d'un niveau d'usure de l'ensemble de plaquettes de frein du véhicule en fonction des premières et deuxièmes données et détermination de cinquièmes données représentatives d'un mode de conduite du véhicule en fonction des premières données ;
- [0015] - détermination d'informations représentatives d'une catégorie d'usure de l'ensemble de plaquettes de frein par classification d'un ensemble de données comprenant les troisièmes données, les quatrièmes données et les cinquièmes données à partir d'un modèle de classification appris dans une phase dite d'apprentissage, la catégorie d'usure étant associée à une classe d'un ensemble de classes en sortie du modèle de classification ;
- [0016] - contrôle du véhicule en fonction des informations représentatives d'une catégorie d'usure.
- [0017] L'utilisation de données représentatives du comportement dynamique du véhicule et sur des données d'environnement du véhicule acquises en temps réel pour les croiser avec un modèle de classification appris au préalable permet de déterminer ou de prédire un niveau d'usure d'une ou plusieurs plaquettes de frein du véhicule en temps réel. La détermination de l'usure des plaquettes de frein du véhicule permet d'adapter le contrôle du véhicule pour réduire les risques associés au niveau d'usure, par exemple en contrôlant un ou plusieurs systèmes ADAS du véhicule pour adapter le mode de conduite au niveau d'usure et/ou en alertant le conducteur.
- [0018] Cela permet d'améliorer la sécurité du véhicule et de ses passagers et/ou d'améliorer la durée de vie des plaquettes de frein en adaptant le comportement du véhicule au niveau d'usure déterminé.
- [0019] Selon une variante, le contrôle du véhicule comprend au moins une des étapes suivantes :
- [0020] - contrôle d'au moins un système d'aide à la conduite, dit système ADAS, du

- véhicule en fonction de la catégorie d'usure ; et/ou
- [0021] - rendu d'un premier message représentatif de la catégorie d'usure via une interface homme-machine embarquée dans le véhicule ; et/ou
- [0022] - rendu d'un deuxième message représentatif d'au moins une recommandation fonction de la catégorie d'usure via l'interface homme-machine embarquée dans le véhicule ; et/ou
- [0023] - détermination d'un itinéraire pour le véhicule en fonction de la catégorie d'usure.
- [0024] Selon une autre variante, le système ADAS appartient à un ensemble de systèmes ADAS comprenant :
- [0025] - un système de contrôle électronique de stabilité, dit système ESC ;
- [0026] - un système antiblocage des roues, dit système ABS ;
- [0027] - un système de régulation de vitesse ;
- [0028] - un système de contrôle de trajectoire ;
- [0029] - un système de contrôle d'itinéraire ;
- [0030] - un système de contrôle d'au moins un organe d'une chaîne de traction du véhicule.
- [0031] Selon encore une variante, les premières données appartiennent à un ensemble de données comprenant :
- [0032] - des données représentatives d'accélération ;
- [0033] - des données représentatives de vitesse de lacet ;
- [0034] - des données représentatives de vitesse ;
- [0035] - des données représentatives d'angle volant ;
- [0036] - des données représentatives d'utilisation d'une pédale de frein du véhicule ;
- [0037] - des données représentatives d'utilisation d'une pédale d'accélérateur du véhicule ;
- [0038] - des données représentatives de distance de freinage ;
- [0039] - des données représentatives de décélération ;
- [0040] - des données représentatives de son généré lors d'un freinage.
- [0041] Selon une variante additionnelle, les deuxièmes données appartiennent à un ensemble de données comprenant :
- [0042] - des données représentatives de conditions météorologiques ;
- [0043] - des données représentatives d'état et/ou de niveau d'entretien de chaussée ;
- [0044] - des données représentatives de type de route ;
- [0045] - des données représentatives de pente ou de dénivelé ;
- [0046] - des données représentatives de localisation du véhicule ;
- [0047] - des données cartographiques.
- [0048] Selon une autre variante, la classification est mise en œuvre via une méthode de partition en k-moyennes.
- [0049] Selon une variante additionnelle, la classification est mise en œuvre par un réseau de neurones.

- [0050] Selon une variante supplémentaire, le réseau de neurones est un réseau de type réseau récurrent à mémoire court et long terme, dit réseau LSTM.
- [0051] Selon un deuxième aspect, la présente invention concerne un dispositif de contrôle 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.
- [0052] 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.
- [0053] 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.
- [0054] 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.
- [0055] 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.
- [0056] 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.
- [0057] 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.
- [0058] 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**

- [0059] 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 :

- [0060] [Fig.1] illustre schématiquement un environnement de communication d'un véhicule, selon un exemple de réalisation particulier de la présente invention ;
- [0061] [Fig.2] illustre schématiquement un regroupement ou un partitionnement de données obtenues dans l'environnement de la [Fig.1] en un nombre prédéterminé de groupes, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention ;
- [0062] [Fig.3] illustre schématiquement une cellule à mémoire court terme et long terme selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention ;
- [0063] [Fig.4] illustre schématiquement un dispositif 4 configuré pour contrôler au moins un système ADAS d'un véhicule de la [Fig.1], selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention ; et
- [0064] [Fig.5] illustre un organigramme des différentes étapes d'un procédé de contrôle d'au moins un système ADAS d'un véhicule de la [Fig.1], selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention.

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

- [0065] Un procédé et un dispositif de contrôle d'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.
- [0066] Selon un exemple particulier et non limitatif de réalisation de l'invention, le contrôle d'un d'un véhicule, par exemple un véhicule autonome ou semi-autonome, c'est-à-dire un véhicule circulant sous le contrôle, au moins partiellement, d'un ou plusieurs systèmes ADAS, est mis en œuvre en fonction de l'usure des plaquettes de frein. L'usure des plaquettes des freins est déterminée en la catégorisant en temps réel par classification d'un ensemble de données.
- [0067] A cet effet, des premières données représentatives du comportement dynamique du véhicule sont reçues ou collectées depuis un ensemble de capteurs embarqués dans le véhicule. Des deuxièmes données représentatives de l'environnement dans lequel évolue le véhicule sont également reçues ou collectées. Des troisièmes données représentatives du changement des plaquettes de frein, par exemple à une date déterminée, sont également reçues ou collectées.
- [0068] Les premières et/ou deuxièmes données sont traitées pour estimer un niveau d'usure des plaquettes de frein et pour déterminer un mode ou style de conduite du véhicule (par exemple correspondant à un mode dit sportif, à un mode dit calme, à un mode dit régulier, etc.).
- [0069] L'ensemble de données utilisées pour déterminer la catégorie représentant l'usure des plaquettes de frein comprend avantageusement les troisièmes données, des quatrièmes données représentatives de l'estimation de l'usure des plaquettes de frein et des

cinquièmes données représentatives du mode de conduite déterminé.

- [0070] L'usure des plaquettes entraîne un allongement des distances de freinage et une réduction de l'efficacité du freinage du véhicule, ce qui a pour effet de réduire la sécurité du véhicule.
- [0071] La classification est par exemple mise en œuvre dans une méthode d'apprentissage machine (de l'anglais « machine learning »), par exemple mise en œuvre avec un réseau de neurones. Une telle méthode permet d'estimer de manière plus fiable et en temps réel l'usure des plaquettes de frein en fonction de données courantes du véhicule et de son environnement, sur la base d'un modèle appris à partir de mêmes données d'un ensemble d'autres véhicules.
- [0072] Un tel avantage est obtenu par la détermination, lors d'une phase d'apprentissage, de la corrélation entre les données collectées d'un ensemble de véhicules et représentant l'utilisation réelle qui est faite de ces véhicules avec un ensemble de niveaux ou catégories d'usure des plaquettes de frein de ces mêmes véhicules.
- [0073] La prédiction du niveau d'usure des plaquettes de frein permet d'anticiper un problème pour potentiellement le corriger avant son apparition en contrôlant le ou les systèmes ADAS contrôlant le véhicule, améliorant la prévention du défaut ou d'un risque pour le véhicule et ses passagers.
- [0074] La [Fig.1] illustre schématiquement un environnement de communication 1 d'un premier véhicule 10, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention.
- [0075] Le premier véhicule 10 correspond par exemple à un véhicule à moteur thermique, à moteur(s) électrique(s) ou encore un véhicule hybride avec un moteur thermique et un ou plusieurs moteurs électriques. Le véhicule 10 correspond ainsi par exemple à un véhicule terrestre, par exemple une automobile, un camion, un car, une moto.
- [0076] Le premier véhicule 10 embarque également avantageusement un système de communication configuré pour communiquer avec un ou plusieurs dispositifs distants 101 via une infrastructure d'un réseau de communication sans fil. Le dispositif distant 101 correspond avantageusement à un dispositif configuré pour traiter des données, par exemple des données stockées en mémoire du dispositif distant 101 et/ou des données reçues du véhicule 10. Le dispositif distant 101 correspond par exemple à un serveur du « cloud » 100.
- [0077] Le système de communication du premier véhicule 10 comprend par exemple une ou plusieurs antennes de communication reliées à une unité de contrôle télématique, dite TCU (de l'anglais « Telematic Control Unit »), elle-même reliée à un ou plusieurs calculateurs du système embarqué du premier véhicule 10. La ou les antennes, l'unité TCU et le ou les calculateurs forment par exemple une architecture multiplexée pour la réalisation de différents services utiles pour le bon fonctionnement du premier véhicule

10 et pour assister le conducteur et/ou les passagers du premier véhicule 10 dans le contrôle du premier véhicule 10 et/ou pour établir un diagnostic sur le fonctionnement d'un ou plusieurs composants du premier véhicule 10. Le ou les calculateurs et l'unité TCU communiquent et échangent des données entre eux par l'intermédiaire d'un ou plusieurs bus informatiques, 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) ou Ethernet (selon la norme ISO/IEC 802-3).

- [0078] L'infrastructure de communication mobile permettant la communication sans fil de données entre le premier véhicule 10 et le dispositif distant 101 comprend par exemple ou plusieurs équipements de communication 110 de type antenne relais (réseau cellulaire) ou unité bord de route, dite UBR. Dans un mode de communication utilisant une telle architecture réseau, les données sont par exemple transmises par le premier véhicule 10 au dispositif distant 101 du « cloud » 100 via une antenne relais 110 (l'antenne 110 étant par exemple relié au « cloud » 100 via une liaison filaire).
- [0079] Le système de communication sans fil permettant l'échange de données entre le premier véhicule 10 et le dispositif distant 101 correspond par exemple à :
- [0080] - un système de communication véhicule à infrastructure V2I (de l'anglais « vehicle-to-infrastructure »), par exemple basé sur les standards 3GPP LTE-V ou IEEE 802.11p de ITS G5 ; ou
- [0081] - un système de communication de type réseau cellulaire, par exemple un réseau de type LTE (de l'anglais « Long-Term Evolution » ou en français « Evolution à long terme »), LTE-Advanced (ou en français LTE-avancé) aussi appelé LTE 3G, 4G ou 5G ; ou
- [0082] - un système de communication de type Wifi selon IEEE 802.11, par exemple selon IEEE 802.11n ou IEEE 802.11ac.
- [0083] Le premier véhicule 10 correspond par exemple à un véhicule circulant sous la supervision totale d'un conducteur ou circulant dans un mode autonome ou semi-autonome. Le premier 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.
- [0084] Les 5 niveaux d'autonomie de la classification de l'agence fédérale chargée de la

sécurité routière sont :

- [0085] - niveau 0 : aucune automatisation, le conducteur du véhicule contrôle totalement les fonctions principales du véhicule (moteur, accélérateur, direction, freins) ;
- [0086] - 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) ;
- [0087] - 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 ;
- [0088] - 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) ;
- [0089] - 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 ;
- [0090] - niveau 5 : conduite complètement autonome sans l'aide de conducteur dans toutes les circonstances.
- [0091] Selon un exemple particulier de réalisation, le premier 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.
- [0092] Le premier véhicule 10 embarque avantageusement un ou plusieurs systèmes ADAS pour une conduite en mode autonome ou semi-autonome. Des exemples de tels systèmes ADAS sont fournis à titre d'illustration de manière non exhaustive ci-dessous :
- [0093] - système anti-blocage des roues, dit système ABS (de l'allemand « Antilockiersystem ») ;
- [0094] - système de contrôle électronique de stabilité, dit système ESC (de l'anglais « Electronic Stability Control » ou en français « Contrôle électronique de la stabilité »), DSC (de l'anglais « Dynamic Stability Control » ou en français « Contrôle dynamique de la stabilité ») ou encore ESP (de l'anglais « Electronic Stability Program » ou en français « Programme électronique de la stabilité ») ;

- [0095] - système de contrôle de trajectoire tel qu'un système d'aide au maintien dans la file de circulation du véhicule, dit système LKA (de l'anglais « Lane-Keeping Assist » ou en français « Assistant de maintien dans la file ») ;
- [0096] - système de régulation de vitesse tel que le système de régulation adaptative de vitesse, dit ACC (de l'anglais « Adaptive Cruise Control ») et/ou le régulateur de vitesse prédictif, dit système PCC (de l'anglais « Predictive Cruise Control ») ;
- [0097] - système de contrôle d'un ou plusieurs organes de la chaîne de traction du premier véhicule 10.
- [0098] Un processus de contrôle du premier véhicule 10 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 ou les systèmes ADAS du premier véhicule 10 lorsque ce dernier circule selon un mode de conduite autonome ou semi-autonome.
- [0099] Un tel processus de contrôle du premier véhicule 10 comprend des opérations d'un processus de classification de données, lequel s'inscrit par exemple dans un processus de prédiction ou de détermination de la catégorie représentant l'usure des plaquettes de frein du premier véhicule 10.
- [0100] Le processus de classification et/ou de prédiction est par exemple mis en œuvre par le premier véhicule 10 ou par un système comprenant le premier véhicule 10 (c'est-à-dire par un ou plusieurs dispositifs embarqués dans le véhicule 10, par exemple un ou plusieurs calculateurs) et le dispositif distant 101 relié en communication avec le premier véhicule 10 via une connexion ou une liaison sans fil.
- [0101] Le processus de prédiction/détermination du niveau d'usure et/ou de la catégorie représentant le niveau d'usure des plaquettes de frein comprend avantageusement deux phases, chacune de ces phases comprenant une ou plusieurs opérations.
- [0102] La première phase correspond à une phase dite d'apprentissage ou d'entraînement d'un ou plusieurs modèles de prédiction (et/ou d'un modèle ou plusieurs modèles de classification) et la deuxième phase correspond à une phase dite de production ou de prédiction basée sur le ou les modèles appris dans la phase d'apprentissage et de données alimentant le ou les modèles appris.
- [0103] La première phase et la deuxième phase sont par exemple mises en œuvre par le dispositif distant 101.
- [0104] Selon une variante de réalisation, la première phase est mise en œuvre par le dispositif distant 101 (ou par un serveur hors « cloud », par exemple un serveur hébergé dans un centre (par exemple un bureau d'étude) adapté pour faire l'apprentissage) et la deuxième phase par le premier véhicule 10, par exemple par un calculateur du système embarqué du premier véhicule 10.
- [0105] Selon une autre variante de réalisation, l'apprentissage est mis en œuvre dans la

première phase et les paramètres du ou des modèles de prédiction sont affinés en temps réel à partir des données relatives au premier véhicule 10 reçues ou collectées pendant la deuxième phase.

[0106] Phase d'apprentissage

[0107] L'apprentissage mis en œuvre dans la première phase correspond avantageusement à un apprentissage supervisé à partir d'un ensemble de données associées à un ensemble ou groupe de deuxièmes véhicules 11 comprenant par exemple quelques dizaines, quelques centaines, des milliers ou des dizaines/centaines de milliers de deuxièmes véhicules. Selon une variante de réalisation, l'apprentissage mis en œuvre dans la première phase correspond à un apprentissage non supervisé à partir de l'ensemble de données associées à l'ensemble de deuxièmes véhicules.

[0108] Selon un exemple particulier, les deuxièmes véhicules compris dans l'ensemble de deuxièmes véhicules 11 possèdent tous la même configuration ou une configuration similaire, c'est-à-dire qu'ils correspondent tous à un même type de véhicule (par exemple une même série d'un modèle particulier de véhicule) avec des composants ou organes identiques ou similaires (même version par exemple).

[0109] Dans une première opération de la phase d'apprentissage, le dispositif distant 101 collecte un ensemble de données représentatives du comportement dynamique de chaque deuxième véhicule 11, ces données étant par exemple émises par chacun des deuxièmes véhicules de l'ensemble 11 au fur et à mesure des déplacements des deuxièmes véhicules. Les données sont par exemple transmises par chaque deuxième véhicule via l'infrastructure réseau sans fil décrite ci-dessus à destination du dispositif distant 101. Les données correspondent par exemple à une partie ou à l'ensemble des signaux véhicule émis par des capteurs embarqués dans chaque deuxième véhicule et/ou par des capteurs (par exemple un ou plusieurs gyroscopes et/ou accéléromètres) de dispositifs de communication mobile 103 (par exemple une tablette, un téléphone intelligent (de l'anglais « Smartphone ») embarqués dans les deuxièmes véhicules 11 et par exemple reliés en communication avec le deuxième véhicule (par exemple en Bluetooth® ou en Wifi®) qui les embarque. Ces données sont par exemple transmises de manière continue à une fréquence déterminée (par exemple toutes les secondes, heures, jours, etc.) ou à chaque variation d'une grandeur mesurée par un capteur ou un calculateur embarqué dans chaque deuxième véhicule. Les données reportées au dispositif distant 101 correspondent par exemple aux données d'une liste déterminée et stockée en mémoire d'un calculateur du système embarqué de chaque deuxième véhicule qui fait une sélection des données à transmettre parmi l'ensemble des données ou grandeurs physiques que chaque deuxième véhicule détecte ou mesure.

[0110] Les données représentatives du comportement dynamique de chaque deuxième véhicule 11 comprennent par exemple tout ou partie des données suivantes :

- [0111] - des données représentatives d'accélération, par exemple une accélération longitudinale, latérale et/ou verticale obtenue par exemple d'une centrale inertielle du véhicule ;
- [0112] - des données représentatives de vitesse de lacet ;
- [0113] - des données représentatives de vitesse (par exemple longitudinale et/ou latérale), mesurée par un odomètre par exemple ;
- [0114] - des données représentatives d'angle volant mesuré par un capteur d'angle volant ;
- [0115] - des données représentatives d'utilisation de la pédale de frein (par exemple fréquence d'utilisation, intensité de pression exercée sur la pédale à chaque freinage, nombre d'utilisations de la pédale et/ou niveau du freinage (freinage doux ou fort par exemple, correspondant à la vitesse d'appui sur la pédale lors d'un freinage)), obtenues d'un ou plusieurs capteurs associés à la pédale et/ou d'un calculateur recevant les commandes de la pédale ;
- [0116] - des données représentatives d'utilisation de la pédale d'accélérateur (par exemple fréquence d'utilisation, intensité de pression exercée sur la pédale à chaque accélération, nombre d'utilisations de la pédale et/ou niveau de l'accélération (accélération douce ou forte ou brusque par exemple, correspondant à la vitesse d'appui sur la pédale lors d'une accélération)), obtenues d'un ou plusieurs capteurs associés à la pédale et/ou d'un calculateur recevant les commandes de la pédale ;
- [0117] - des données représentatives de distance de freinage lorsque la pédale de frein est actionnée, ces données représentant la distance parcourue lorsque la pédale de frein est actionnée jusqu'à ce que la vitesse du véhicule passe sous un seuil déterminé (par exemple un seuil égal à 0, 2 ou 5 km/h) ;
- [0118] - des données représentatives de la décélération du véhicule, par exemple l'intensité de la décélération, laquelle est par exemple représentée par un ensemble de niveaux (très forte, forte, normale ou faible) ;
- [0119] - des données représentatives de son ou de bruit acquises par un ou plusieurs microphones embarqués dans le véhicule ou dans un dispositif de communication mobile présent dans le véhicule, notamment lors de séquence de freinage du véhicule, les sons ou bruits capturés permettant d'obtenir des informations sur l'état des plaquettes de frein.
- [0120] Ces données sont par exemples acquises ou mesurées par des accéléromètres, des microphones, des capteurs gyroscopiques intégrés dans chaque deuxième véhicule ou intégré dans un dispositif de communication mobile embarqué dans chaque deuxième véhicule. Ces capteurs permettent de mesurer les mouvements, les accélérations, les variations de trajectoire du véhicule selon chaque direction d'un repère tridimensionnelle associé au véhicule par exemple.
- [0121] Dans une deuxième opération de la phase d'apprentissage, le dispositif distant 101

collecte un ensemble de données représentatives de l'environnement dans lequel circule chaque deuxième véhicule 11. Ces données sont par exemples acquises par un ou plusieurs capteurs (par exemple une caméra) embarqués dans les deuxièmes véhicules, par un ou plusieurs capteurs arrangés dans l'environnement. Selon un autre exemple, tout ou partie de ces données sont reçues d'un ou plusieurs dispositifs de traitement ou de stockage de données (par exemple un serveur) reliés en communication au dispositif distant 101, par exemple un serveur de données météorologiques, un serveur de données cartographiques, un serveur de données de maintenance des routes, etc.

- [0122] Les données représentatives de l'environnement dans lequel circulent les deuxièmes véhicules 11 comprennent par exemple tout ou partie des données suivantes :
- [0123] - des données représentatives de conditions météorologiques (pluie, neige, verglas, température, ensoleillement, etc.) ;
- [0124] - des données représentatives d'état et/ou de niveau d'entretien de chaussée (présence de trous, de nids de poule, qualité de l'enrobé, etc.) ;
- [0125] - des données représentatives de type de route, par exemple route de type voie rapide, de type autoroute, de type route en agglomération (une route en agglomération présentant par exemple une densité de carrefours, par exemple giratoires et/ou une densité de ralentisseurs plus importante que les autres types de routes) ;
- [0126] - des données cartographiques ;
- [0127] - des données représentatives de localisation du véhicule, ces données étant par exemple obtenues d'un récepteur d'un système de géolocalisation (par exemple de type GPS) embarqué dans le véhicule et transmises par le véhicule.
- [0128] Dans une troisième opération, le dispositif distant 101 collecte des données représentatives d'un changement des plaquettes de frein. Ces données comprennent par exemple des informations sur la date à laquelle une ou plusieurs plaquettes de frein ont été changées ou remplacées et/ou le type de plaquette de frein montées sur le véhicule en remplacement des anciennes plaquettes de frein.
- [0129] Ces données sont par exemple obtenues d'un ou plusieurs serveurs 102 associés à des services après-vente fournis par une ou plusieurs entreprises assurant la réparation des véhicules 11 (garage automobile par exemple), lesquelles assurent la mise à jour d'une base de données relatives aux véhicules ayant subi une opération de maintenance (préventive ou curative), notamment en relation avec le ou les plaquettes de frein de chaque deuxième véhicule 11. Le ou les serveurs 102 transmettent par exemple un ensemble de données identifiants chaque deuxième véhicule pour laquelle une ou plusieurs plaquettes de frein ont été changées.
- [0130] Le ou les serveurs 102 fournissent par exemple également des données sur le niveau d'usure constaté sur les deuxièmes véhicules lors d'opération de maintenance des

deuxièmes véhicules, que les plaquettes de freins soient changées ou non.

- [0131] Les données obtenues comprennent par exemple pour chaque deuxième véhicule et pour chaque maintenance effectuée sur les plaquettes de frein la date à laquelle la mesure ou la maintenance a été réalisée. L'ensemble de données comprend par exemple en outre un identifiant de chaque deuxième véhicule permettant de déterminer une ou plusieurs des informations suivantes :
- [0132] - le type de véhicule ;
  - [0133] - le modèle du véhicule ;
  - [0134] - la marque du véhicule ;
  - [0135] - la configuration matérielle et logicielle du véhicule.
- [0136] L'identifiant de chaque deuxième véhicule correspond par exemple au numéro dit VIN (de l'anglais « Vehicle Identification Number » ou en français « Numéro d'identification de véhicule »).
- [0137] La collecte des données obtenues aux première, deuxième et/ou troisième opérations est par exemple mise en œuvre sur un intervalle temporel déterminé correspondant par exemple à plusieurs mois ou plusieurs années d'utilisation des deuxièmes véhicules, par exemple en temps réel.
- [0138] Ces données relatives à l'ensemble de deuxièmes véhicules pendant l'intervalle temporel déterminé sont avantageusement stockées en mémoire du dispositif distant 101 ou d'un dispositif distant dédié à la collecte et au stockage de ces données et connectés au dispositif distant 101, par exemple via une liaison filaire.
- [0139] Selon une variante de réalisation, une information représentative de l'instant temporel auquel chaque donnée a été mesurée, transmise ou reçue est associé à ladite donnée. Dit autrement, les données sont horodatées.
- [0140] Dans une quatrième opération de la phase d'apprentissage, le dispositif distant 101 traite les données obtenues lors des première, deuxième et troisième opérations.
- [0141] Le traitement comprend un croisement des premières et deuxièmes données avec par exemple les données obtenues du serveur 102 sur l'état des plaquettes déterminé lors d'opérations de maintenance pour la génération d'un modèle de prédiction du niveau d'usure des plaquettes de frein.
- [0142] En sortie du modèle de prédiction du niveau d'usure des plaquettes de frein sont obtenues des quatrièmes données représentatives du niveau d'usure prédit ou estimé des plaquettes de frein.
- [0143] Le traitement comprend également un traitement des premières données pour la génération d'un modèle de prédiction du mode ou du style de conduite, un tel mode appartenant par exemple à un ensemble de modes de conduite comprenant 3, 4, 5 ou plus de mode et représentant le style de conduite du véhicule (par exemple style sportif, agressif, calme, économique, standard, etc.).

- [0144] En sortie du modèle de prédiction du mode de conduite du véhicule sont obtenues des cinquièmes données représentatives du mode de conduite du véhicule.
- [0145] Un ensemble de données formées des troisièmes, quatrièmes et cinquièmes données est ainsi obtenu. Les données de cet ensemble de données sont traitées et/ou croisées pour la génération d'un ensemble de classes, chaque classe de l'ensemble étant associée à une catégorie d'usure des plaquettes de frein représentant un degré ou un niveau d'usure déterminé. Les classes ou groupes obtenus sont dits labélisés, c'est-à-dire qu'une étiquette (de l'anglais « label ») est associée à chaque classe ou groupe. Par exemple, si 5 classes ou groupes sont générés lors de la classification des données de l'ensemble de données, 5 catégories d'usure seront également générées (par exemple de 0 à 4), avec par exemple le niveau 0 correspondant à la catégorie d'usure la plus faible (correspondant par exemple à un état neuf des plaquettes de frein) et 4 à la catégorie d'usure la plus élevée ou maximale (correspondant à un état très dégradé / usé des plaquettes de frein). Selon un autre exemple, si 3 classes sont générées, 3 catégories d'usure seront générées avec par exemple : un niveau minimal, un niveau standard et un niveau maximal.
- [0146] Chaque modèle de prédiction ainsi que le modèle de classification des données en différentes catégories d'usure sont générés ou entraînés par classification des différentes données traitées, selon toutes méthodes connues de l'homme du métier.
- [0147] La génération des différents modèles de prédiction / classification sont par exemple appris par un réseau de neurones, les paramètres ou caractéristiques (de l'anglais « features ») du modèle de prédiction de l'usure des plaquettes de frein étant appris dans une première couche ou dans un premier ensemble de couches du réseau, les paramètres ou caractéristiques du modèle de prédiction du mode de conduite étant appris dans une deuxième couche ou dans un deuxième ensemble de couches du réseau et les paramètres ou caractéristiques du modèle de prédiction / classification en catégories d'usure étant appris dans une troisième couche ou dans un troisième ensemble de couches du réseau.
- [0148] La classification mise en œuvre correspond par exemple à une classification via une méthode de partition en k-moyennes (de l'anglais « k-means »). Cette méthode de partition en k-moyennes est par exemple associée à une méthode dite « Elbow » (ou « coude » en français) afin de regrouper les différents profils obtenus en groupes ou classes de différentes catégories d'usure.
- [0149] La méthode de partition en k-moyennes est décrite en regard de la [Fig.2]. Les principes d'une telle méthode associée à la méthode « Elbow » sont connus de l'homme du métier et par exemple décrit dans le document intitulé « Determining the appropriate cluster number using elbow method for K-means algorithm », publié par H. Humaira et R. Rasyidah en janvier 2018.

- [0150] Un tel processus de classification / prédiction est avantageusement mis en œuvre par un réseau de neurones mettant en œuvre une méthode d'apprentissage automatique, aussi appelée méthode d'apprentissage machine (de l'anglais « machine learning »), par exemple une méthode d'apprentissage profond (de l'anglais « deep learning »).
- [0151] Selon un exemple particulier et non-limitatif, le réseau de neurones correspond à un réseau de neurones récurrent à mémoire court et long terme, dit réseau LSTM (de l'anglais « Long Short Term Memory »), un exemple d'un tel réseau LSTM étant décrit dans le document « Long short-term memory » publié par Sepp Hochreiter et Jürgen Schmidhuber, dans *Neural Computation*. 9 (8): 1735-1780. doi:10.1162/neco.1997.9.8. 1735. PMID 9377276. Un réseau de neurones de type LSTM est constitué de cellules (neurones) interconnectées interagissant non-linéairement, dont un exemple est décrit en regard de la [Fig.3]. La sortie d'une cellule est une combinaison non linéaire de ses entrées. Un réseau de neurones de type LSTM est constitué de cellules (neurones) interconnectées interagissant non-linéairement. La sortie d'une cellule est une combinaison non linéaire de ses entrées.
- [0152] Lorsque la phase de prédiction ou de classification est mise en œuvre par le premier véhicule 10, les paramètres définissant chaque modèle de prédiction ou de classification obtenu à la quatrième opération sont transmis par le dispositif distant 101 au premier véhicule 10 qui les stocke en mémoire associée à un calculateur du système embarqué pour la mise en œuvre par ce calculateur de la phase de prédiction / classification.
- [0153] Une telle phase d'apprentissage permet ainsi de croiser les données issues des (ou associées aux) deuxièmes véhicules avec des données obtenues de services après-vente (données sur l'état d'usure des plaquettes de frein et/ou sur le changement de ces plaquettes de frein).
- [0154] Phase de prédiction
- [0155] Dans une première opération de la phase de prédiction, le dispositif en charge de la phase de prédiction (c'est-à-dire le dispositif distant 101 ou un ou plusieurs calculateurs du système embarqué du premier véhicule 10) collecte un ensemble de premières données représentatives du comportement dynamique du premier véhicule 10. Ces premières données correspondent par exemple aux données représentatives du comportement dynamique des deuxièmes véhicules ayant été utilisées dans la phase d'apprentissage.
- [0156] Les premières données sont par exemple transmises par le premier véhicule 10 au dispositif distant 101 via l'infrastructure de réseau sans fil au fil du temps, par exemple à intervalles réguliers ou lorsqu'une nouvelle mesure est effectuée par un des capteurs faisant l'acquisition des premières données.
- [0157] Les premières données comprennent ainsi tout ou partie des données suivantes par

exemple :

- [0158] - des données représentatives d'accélération, par exemple une accélération longitudinale, latérale et/ou verticale ; et/ou
- [0159] - des données représentatives de vitesse de lacet ; et/ou
- [0160] - des données représentatives de vitesse (par exemple longitudinale et/ou latérale) ; et/ou
- [0161] - des données représentatives d'angle volant ; et/ou
- [0162] - des données représentatives d'utilisation de la pédale de frein ; et/ou
- [0163] - des données représentatives d'utilisation de la pédale d'accélérateur ; et/ou
- [0164] - des données représentatives de distance de freinage ; et/ou
- [0165] - des données représentatives de décélération ; et/ou
- [0166] - des données représentatives de son ou de bruit généré lors d'un freinage.
- [0167] Lorsque la phase de prédiction est mise en œuvre par le premier véhicule 10, les premières données sont stockées dans une mémoire associée au calculateur du système embarqué du premier véhicule 10, ou dans un serveur du « cloud » auquel est connecté le premier véhicule 10.
- [0168] Selon une variante de réalisation, une information représentative de l'instant temporel auquel chaque première donnée a été mesurée ou acquise ou transmise est associée à ladite première donnée. Dit autrement, chaque première donnée est horodatée.
- [0169] Dans une deuxième opération de la phase de prédiction, le dispositif en charge de la phase de prédiction (c'est-à-dire le dispositif distant 101 ou un ou plusieurs calculateurs du système embarqué du premier véhicule 10) collecte un ensemble de deuxièmes données représentatives de l'environnement dans lequel le premier véhicule 10 circule ou évolue. Ces deuxièmes données correspondent par exemple aux données d'environnement obtenues pour les deuxièmes véhicules 11, de manière similaire ou identique, qui ont été utilisées dans la phase d'apprentissage.
- [0170] Les deuxièmes données comprennent ainsi par exemple tout ou partie des données suivantes :
  - [0171] - des données représentatives de conditions météorologiques ; et/ou
  - [0172] - des données représentatives d'état et/ou de niveau d'entretien de chaussée ; et/ou
  - [0173] - des données représentatives de type de route ; et/ou
  - [0174] - des données cartographiques ; et/ou
  - [0175] - des données de localisation du premier véhicule.
- [0176] Dans une troisième opération de la phase de prédiction, des troisièmes données représentatives d'un changement ou d'un remplacement des plaquettes de frein du premier véhicule 10 sont reçues ou obtenues, par exemple du serveur 102.
- [0177] La collecte des premières données, des deuxièmes données et des troisièmes données

est ainsi similaire ou identique à la collecte des données de comportement dynamique des deuxièmes véhicules 11, des données d'environnement des deuxièmes véhicules 11 et des données sur la maintenance des plaquettes de frein des deuxièmes véhicules 11 décrite en regard de la phase d'apprentissage.

- [0178] Dans une quatrième opération de la phase de prédiction, les premières et deuxièmes données sont utilisées pour déterminer des quatrièmes données représentatives d'un niveau d'usure des plaquettes de frein du premier véhicule 10. Ces quatrièmes données sont par exemple obtenues du modèle de prédiction d'usure appris lors de la phase d'apprentissage.
- [0179] Ces quatrièmes données correspondent par exemple à un niveau d'usure, le nombre de niveaux étant par exemple égal à 3, 4 ou 5.
- [0180] Selon un autre exemple, ces quatrièmes données correspondent à une valeur comprise entre par exemple -10 et 0 (-10 pour une usure très importante ou maximale et 0 pour aucune usure) ou comprise entre 0 et 10.
- [0181] Selon encore un autre exemple, ces quatrièmes données correspondent à un pourcentage d'efficacité, c'est-à-dire à une valeur comprise entre 0 et 1, avec 1 représentant l'efficacité maximale et l'usure minimale et 0 représentant l'efficacité minimale et l'usure maximale.
- [0182] Dans une cinquième opération de la phase de prédiction, les premières données sont utilisées pour déterminer des cinquièmes données représentatives d'un mode de conduite du premier véhicule 10. Ces quatrièmes données sont par exemple obtenues du modèle de prédiction de mode de conduite appris lors de la phase d'apprentissage.
- [0183] Ces cinquièmes données correspondent par exemple à un identifiant parmi un ensemble d'identifiants (par exemple codé sur 2 ou 4 bits selon le nombre d'identifiants), chaque identifiant correspondant à un mode de conduite déterminé.
- [0184] Dans une sixième opération, un ensemble de données formé des troisièmes, quatrièmes et cinquièmes données est utilisé en entrée du modèle de prédiction / classification appris ou entraîné pendant la phase d'apprentissage et permettant de ressortir une catégorie d'usure des plaquettes de frein pour le premier véhicule 10. Il ressort de ce ou ces modèles une information représentative d'une prédiction de la catégorie d'usure des plaquettes de frein à associer aux plaquettes de frein du premier véhicule 10.
- [0185] La détermination de la catégorie d'usure des plaquettes de frein du premier véhicule 10 est par exemple mise en œuvre en utilisant la méthode dite des k-moyennes, laquelle est par exemple mise en œuvre par un réseau de neurones, par exemple de type LSTM. Le réseau de neurones de type LSTM permet de prédire la catégorie d'usure des plaquettes de frein du premier véhicule 10 en temps réel à partir des premières, deuxièmes et troisièmes données collectées.

- [0186] Les premières, deuxièmes et troisièmes données sont ainsi traitées pour déterminer la probabilité d'appartenance à chaque classe de la pluralité de classes générées pendant la phase d'apprentissage. La catégorie d'usure des plaquettes de frein déterminée pour le premier véhicule 10 correspond à la catégorie d'usure associée à la classe pour laquelle la probabilité d'appartenance est la plus élevée.
- [0187] Selon une variante de réalisation, les quatrième, cinquième et sixième opérations forment une unique opération mise en œuvre par différentes couches du réseau de neurones, les données en sortie d'une couche (ou d'un ensemble de couches) alimentant en entrée la couche (ou l'ensemble de couches) suivante(s) jusqu'à obtenir la classification de l'ensemble de données comprenant les troisièmes, quatrièmes et cinquièmes données.
- [0188] Dans une septième opération, le premier véhicule 10 est contrôlé en fonction du résultat de la classification, c'est-à-dire en fonction de la catégorie d'usure déterminé à l'opération précédente.
- [0189] Selon un premier exemple de réalisation, le contrôle du premier véhicule 10 comprend le contrôle d'un ou plusieurs systèmes ADAS du premier véhicule 10 en fonction de la catégorie d'usure des plaquettes de frein.
- [0190] Le contrôle de ces systèmes ADAS permet d'adapter le mode de conduite du premier véhicule 10 et/ou son itinéraire en fonction de la catégorie d'usure.
- [0191] Par exemple, lorsque la catégorie d'usure indique un niveau d'usure important ou maximal (par exemple supérieur à un seuil), un itinéraire privilégiant les grands axes (autoroute et voies rapides) sera calculé ou déterminé pour éviter les routes nécessitant plus de freinage (routes dans les agglomérations par exemple) susceptibles d'user plus rapidement les plaquettes de frein.
- [0192] L'itinéraire sera alors proposé au conducteur du premier véhicule 10, par exemple via un système de navigation embarqué. Selon une variante, lorsque le premier véhicule 10 circule selon un mode autonome supérieur ou égal à 4, le premier véhicule 10 suit automatiquement l'itinéraire calculé sous le contrôle des systèmes ADAS mis en œuvre pour une telle fonction.
- [0193] Selon un autre exemple, le système ABS et/ou le système ESP seront adaptés, par exemple en passant dans un mode économisant les plaquettes de frein lorsque le niveau d'usure est important, c'est-à-dire supérieur à un seuil.
- [0194] Selon encore un autre exemple, l'allure du premier véhicule sera adaptée pour réduire la vitesse et limiter les accélérations / décélérations lorsque le niveau d'usure est élevé. Ceci est par exemple obtenu en contrôlant le système de régulation de vitesse du premier véhicule 10.
- [0195] Selon un deuxième exemple de réalisation, le contrôle du premier véhicule 10 comprend le rendu d'un premier message et/ou d'un deuxième message dans

l'habitacle du premier véhicule 10. Le rendu comprend par exemple l'affichage d'un texte ou d'une icône et/ou la génération d'un son.

- [0196] Le premier message est par exemple représentatif de la catégorie d'usure déterminée pour alerter le conducteur du premier véhicule 10, notamment lorsque l'usure est importante, nécessitant une opération de maintenance pour par exemple remplacer une ou plusieurs plaquettes de frein.
- [0197] Le deuxième message est par exemple représentatif d'une ou plusieurs recommandations destinées au conducteur du premier véhicule 10, par exemple pour lui recommander de changer les plaquettes, d'adapter sa conduite pour réduire les risques liés à un niveau d'usure supérieur à un seuil, etc.
- [0198] Le premier message et/ou le deuxième message sont par exemple affichés sur un écran d'affichage du premier véhicule 10. L'affichage d'un message est par exemple mis en œuvre au travers d'une IHM (Interface Homme Machine) contrôlée par le calculateur IVI (de l'anglais « In-Vehicle Infotainment » ou en français « Infodivertissement embarqué ») du premier véhicule 10.
- [0199] Le premier exemple de réalisation et le deuxième exemple de réalisation décrits ci-dessus en regard de la septième opération sont par exemple mis en œuvre indépendamment l'un de l'autre ou combinés, c'est-à-dire mis en œuvre en parallèle.
- [0200] La [Fig.2] illustre schématiquement un regroupement des données de comportement dynamique et des données d'environnement en un nombre prédéterminé K de groupes selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention.
- [0201] Selon cet exemple de réalisation, une méthode dite « k-means » (« k-moyennes » en français) est utilisée.
- [0202] La méthode « k-means » regroupe les ensembles de données (représentés par des carrés) en k (ici  $k=3$ ) groupes appelés « clusters » en anglais. Pour cela, chaque ensemble est représenté dans un espace multidimensionnel (ici dans un espace bidimensionnel). Chaque groupe  $GR_i$  est représenté dans cet espace par un centroïde  $C_i$  (ici une moyenne) dont la valeur initiale est une valeur aléatoire. Sur la [Fig.2], chaque centroïde  $C_i$  est représenté par un cercle 201, 202, 203. Pour chaque ensemble de données ajouté, une distance  $D_i$  est calculée entre un point de l'espace représentant cet ensemble et chaque centroïde  $C_i$ . L'ensemble de données est alors ajouté au groupe  $GR_i$  dont la distance  $D_i$  est minimale. Le centroïde  $C_i$  du groupe  $C_i$  dans lequel vient d'être ajouté l'ensemble de données est alors mis à jour en tenant compte de l'ensemble de données ajouté.
- [0203] En variante, plusieurs regroupements d'ensembles de données sont calculés pour des nombres K différents et l'un de ces regroupements est conservé.
- [0204] Par exemple, le regroupement conservé est celui qui minimise des écarts types entre les ensembles de données des groupes de ce regroupement et le centroïde associé à ces

groupes.

[0205] La [Fig.3] illustre schématiquement une cellule, notée 'c', à mémoire court terme et long terme selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention.

[0206] L'idée associée à un réseau de neurones à mémoire court terme et long terme, dit réseau LSTM, est que chaque cellule est liée à deux états internes ; l'un dit état caché ( $h_t$ ) et l'autre dit état de la cellule ( $c_t$ ) qui joue le rôle de mémoire. Le passage d'un état d'entrée  $c_{t-1}$  d'une cellule à un instant temporel (t-1) à un état de sortie  $c_t$  à un instant temporel suivant t se fait par transfert à gain constant et égal à 1. De cette façon les erreurs se propagent aux pas antérieurs sans phénomène de disparition de gradient. L'état de la cellule peut être modifié à travers une porte d'entrée  $I_t$  qui autorise ou bloque la mise à jour. De même pour une porte contrôle  $O_t$  si l'état de cellule est communiqué en sortie de la cellule. Les cellules peuvent aussi utiliser une porte  $F_t$  permettant la remise à zéro de l'état de la cellule.

[0207] Selon un exemple, en considérant les valeurs initiales suivantes :  $c_0 = 0$  et  $h_0 = 0$ , et en considérant une fonction d'activation de ces cellules de type sigmoïde  $\sigma$  et tangente hyperbolique  $\tanh$ , les états des portes de remise à zéro, de sortie et de mise à jour ainsi que les états cachés, de la cellule et de sortie sont donnés par :

[0208] [Math.1]

$$\begin{aligned} F_t &= \sigma(W_F x_t + U_F h_{t-1} + b_F) \\ I_t &= \sigma(W_I x_t + U_I h_{t-1} + b_I) \\ O_t &= \sigma(W_O x_t + U_O h_{t-1} + b_O) \\ c_t &= F_t o c_{t-1} + I_t o \tanh(W_c x_t + U_c h_{t-1} + b_c) \\ h_t &= O_t o \tanh(c_t) \\ o_t &= f(W_o h_t + b_o) \end{aligned}$$

[0209] dans lesquelles o est un opérateur symbolisant le produit matriciel de Hadamard (produit terme à terme) et  $W_F, U_F, W_I, U_I, W_c, U_c, W_o$  sont des poids (paramètres) et  $b_F, b_I, b_o, b_c$  sont des valeurs de décalages (paramètres).

[0210] En variante, d'autres fonctions peuvent être utilisées.

[0211] Lors de la phase d'apprentissage, le réseau de neurones apprend à produire une prédiction de la catégorie d'usure (et/ou du niveau d'usure et/ou du mode de conduite) à partir d'ensemble de données (premières, deuxièmes, troisièmes, quatrièmes et/ou cinquièmes données) collectées.

[0212] Un algorithme d'apprentissage classique de réseau de neurones est alors utilisé pour l'apprentissage. Le principe de cet algorithme d'apprentissage est que le réseau de neurones apprend les valeurs des paramètres des cellules par rétropropagation du gradient de l'erreur c'est-à-dire que l'algorithme calcule progressivement les valeurs

des paramètres de manière à minimiser une fonction de coût pour chacune des cellules à mémoire court terme et long terme en partant des sorties du réseau de neurones.

[0213] Selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif, la fonction de coût est une fonction de précision donnée par :

[0214] [Math.2]

$$\text{accuracy} = \frac{\text{vrais positifs} + \text{vrais négatifs}}{\text{vrais positifs} + \text{faux positifs} + \text{vrais négatifs} + \text{faux négatifs}}$$

[0215] Selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif, la fonction de coût est une fonction de type F1 donnée par :

[0216] [Math.3]

$$\text{F1 score} = 2 * \frac{\text{Precision} * \text{Rappel}}{\text{Precision} + \text{Rappel}}$$

[0217] Cette fonction de coût peut être minimisée en utilisant un algorithme classique de descente de gradient tel que l'algorithme supervisé ADAM de descente de gradient ( Kingma & Ba (2015) *Adam: A Method for Stochastic Optimization. Proceedings of the International Conference for Learning Representations, San Diego(ICLR)*).

[0218] Lors de la phase de production, le réseau de neurones est identique au réseau de neurones en phase d'apprentissage, excepté que l'entrée du réseau de neurones n'est plus alimentée par des données des deuxièmes véhicules 11 mais par les premières, deuxièmes et troisièmes données relatives au premier véhicule 10 et à son environnement. Le réseau de neurones est alors capable de reproduire une prédiction de la catégorie d'usure des plaquettes de frein tel qu'expliqué ci-dessus qui correspond à la catégorie d'usure associée au groupe GRi auquel appartient l'ensemble de données.

[0219] Selon une variante, le réseau de neurones de type LSTM comporte une seule cellule.

[0220] En variante, le réseau de neurones de type LSTM comporte plusieurs cellules.

[0221] Selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif, le réseau de neurones est mémorisé dans une mémoire ou une base de données du premier véhicule 10.

[0222] La [Fig.4] illustre schématiquement un dispositif 4 configuré pour contrôler un ou plusieurs systèmes ADAS d'un véhicule, par exemple le premier véhicule 10, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention.

[0223] Selon un autre exemple de réalisation, le dispositif 4 est configuré pour déterminer ou prédire une catégorie d'usure des plaquettes de frein d'un véhicule, par exemple du premier véhicule 10.

[0224] Un tel dispositif 4 est configuré pour la mise en œuvre de la phase d'apprentissage et de la phase de production d'une méthode d'apprentissage machine.

[0225] Selon encore un autre exemple, le dispositif 4 est à la fois configuré pour contrôler un ou plusieurs systèmes ADAS d'un véhicule et pour déterminer ou prédire une catégorie d'usure des plaquettes de frein de ce véhicule.

[0226] Le dispositif 4 est par exemple configuré pour la mise en œuvre des opérations

décrites en regard des figures 1, 2, et 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 ordinateur, un ordinateur portable, un serveur, un téléphone portable, une tablette ou encore un équipement électronique embarqué tel qu'un ordinateur de bord d'un véhicule ou un calculateur électronique tel qu'une UCE (« Unité de Commande Electronique. 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.

- [0227] 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.
- [0228] 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.
- [0229] 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, par exemple un serveur distant ou le « cloud », d'autres nœuds du réseau ad hoc. Les éléments d'interface du bloc 42 comprennent une ou plusieurs des interfaces suivantes :
- [0230] - 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) ;
- [0231] - interface USB (de l'anglais « Universal Serial Bus » ou « Bus Universel en Série » en français) ;
- [0232] - interface HDMI (de l'anglais « High Definition Multimedia Interface », ou « Interface Multimedia Haute Definition » en français) ;
- [0233] - interface LIN (de l'anglais « Local Interconnect Network », ou en français « Réseau

interconnecté local »).

- [0234] 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).
- [0235] 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.
- [0236] La [Fig.5] illustre un organigramme des différentes étapes d'un procédé de contrôle 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 véhicule, par exemple par le dispositif 4 de la [Fig.4], ou par un système comprenant le dispositif embarqué relié en communication sans fil à un dispositif distant de type serveur ou ordinateur.
- [0237] Dans une première étape 51, des premières données représentatives d'un comportement dynamique du véhicule depuis un ensemble de capteurs embarqués dans le véhicule sont reçues, l'ensemble de capteurs comprenant au moins un capteur.
- [0238] Dans une deuxième étape 52, des deuxièmes données représentatives d'un environnement dans lequel circule le véhicule sont reçues.
- [0239] Dans une troisième étape 53, des troisièmes données représentatives d'un changement d'un ensemble de plaquettes de frein du véhicule sont reçues.
- [0240] Dans une quatrième étape 54, des quatrièmes données représentatives d'un niveau d'usure de l'ensemble de plaquettes de frein du véhicule sont déterminées en fonction des premières et deuxièmes données et des cinquièmes données représentatives d'un mode de conduite du véhicule sont déterminées en fonction des premières données.
- [0241] Dans une cinquième étape 55, des informations représentatives d'une catégorie d'usure de l'ensemble de plaquettes de frein sont déterminées par classification d'un ensemble de données comprenant les troisièmes données, les quatrièmes données et les cinquièmes données à partir d'un modèle de classification appris dans une phase dite d'apprentissage, la catégorie d'usure étant associée à une classe d'un ensemble de

classes en sortie du modèle de classification.

- [0242] Dans une sixième étape 56, le véhicule est contrôlé en fonction des informations représentatives d'une catégorie d'usure.
- [0243] Selon une variante, les variantes et exemples des opérations décrits en relation avec les figures 1, 2 et 3 s'appliquent aux étapes du procédé de la [Fig.5].
- [0244] Bien entendu, la présente invention ne se limite pas aux exemples de réalisation décrits ci-avant mais s'étend à un procédé de prédiction d'une catégorie d'usure ou d'un niveau d'usure des plaquettes de frein d'un véhicule, 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.
- [0245] La présente invention concerne également un véhicule, par exemple automobile, comprenant le dispositif de la [Fig.4].
- [0246] La présente invention concerne également un système comprenant un véhicule et un ou plusieurs dispositifs distants de type serveur, le véhicule étant relié en communication sans fil à le ou les dispositifs distants.

## Revendications

- [Revendication 1] Procédé de contrôle d'un véhicule (10), ledit procédé étant mis en œuvre par au moins un processeur et comprenant les étapes suivantes :
- réception (51) de premières données représentatives d'un comportement dynamique dudit véhicule (10) depuis un ensemble de capteurs embarqués dans ledit véhicule (10), ledit ensemble comprenant au moins un capteur ;
  - réception (52) de deuxièmes données représentatives d'un environnement (1) dans lequel circule ledit véhicule (10) ;
  - réception (53) de troisièmes données représentatives d'un changement d'un ensemble de plaquettes de frein dudit véhicule (10) ;
  - détermination (54) de quatrièmes données représentatives d'un niveau d'usure dudit ensemble de plaquettes de frein dudit véhicule (10) en fonction desdites premières et deuxièmes données et détermination de cinquièmes données représentatives d'un mode de conduite dudit véhicule (10) en fonction desdites premières données ;
  - détermination (55) d'informations représentatives d'une catégorie d'usure dudit ensemble de plaquettes de frein par classification d'un ensemble de données comprenant lesdites troisièmes données, lesdites quatrièmes données et lesdites cinquièmes données à partir d'un modèle de classification appris dans une phase dite d'apprentissage, ladite catégorie d'usure étant associée à une classe d'un ensemble de classes en sortie dudit modèle de classification ;
  - contrôle (56) dudit véhicule (10) en fonction desdites informations représentatives d'une catégorie d'usure.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, pour lequel ledit contrôle dudit véhicule comprend au moins une des étapes suivantes :
- contrôle d'au moins un système d'aide à la conduite, dit système ADAS, dudit véhicule en fonction de ladite catégorie d'usure ; et/ou
  - rendu d'un premier message représentatif de ladite catégorie d'usure via une interface homme-machine embarquée dans ledit véhicule ; et/ou
  - rendu d'un deuxième message représentatif d'au moins une recommandation fonction de ladite catégorie d'usure via ladite interface homme-machine embarquée dans ledit véhicule ; et/ou
  - détermination d'un itinéraire pour ledit véhicule (10) en fonction de ladite catégorie d'usure.
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 2, pour lequel ledit au moins un système

ADAS appartient à un ensemble de systèmes ADAS comprenant :

- un système de contrôle électronique de stabilité, dit système ESC ;
- un système antiblocage des roues, dit système ABS ;
- un système de régulation de vitesse ;
- un système de contrôle de trajectoire ;
- un système de contrôle d'itinéraire ;
- un système de contrôle d'au moins un organe d'une chaîne de traction dudit véhicule.

[Revendication 4]

Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, pour lequel lesdites premières données appartiennent à un ensemble de données comprenant :

- des données représentatives d'accélération ;
  - des données représentatives de vitesse de lacet ;
  - des données représentatives de vitesse ;
  - des données représentatives d'angle volant ;
  - des données représentatives d'utilisation d'une pédale de frein dudit véhicule ;
  - des données représentatives d'utilisation d'une pédale d'accélérateur dudit véhicule ;
  - des données représentatives de distance de freinage ;
  - des données représentatives de décélération ;
  - des données représentatives de son généré lors d'un freinage,
- et pour lequel lesdites deuxièmes données appartiennent à un ensemble de données comprenant :
- des données représentatives de conditions météorologiques ;
  - des données représentatives d'état et/ou de niveau d'entretien de chaussée ;
  - des données représentatives de type de route ;
  - des données représentatives de pente ou de dénivelé ;
  - des données représentatives de localisation dudit véhicule ;
  - des données cartographiques.

[Revendication 5]

Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, pour lequel ladite classification est mise en œuvre via une méthode de partition en k-moyennes.

[Revendication 6]

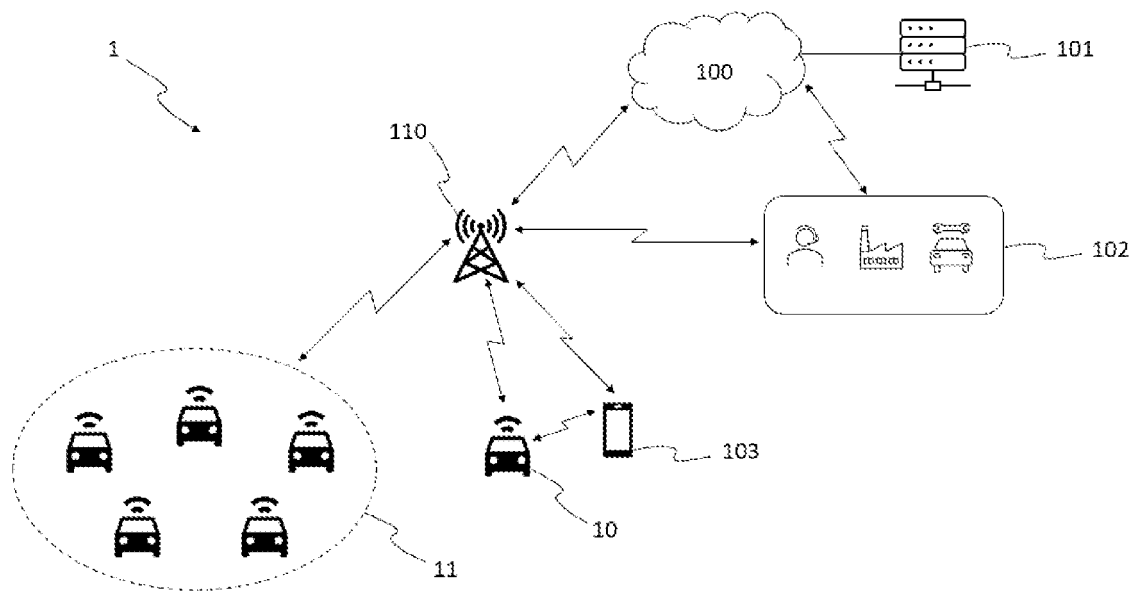
Procédé selon la revendication 5, pour lequel ladite classification est mise en œuvre par un réseau de neurones.

[Revendication 7]

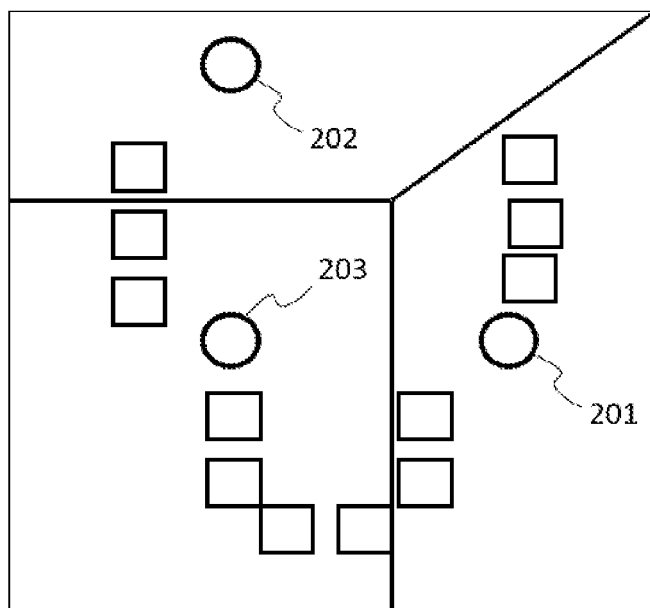
Procédé selon la revendication 6, pour lequel ledit réseau de neurones est un réseau de type réseau récurrent à mémoire court et long terme, dit réseau LSTM.

- [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 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.

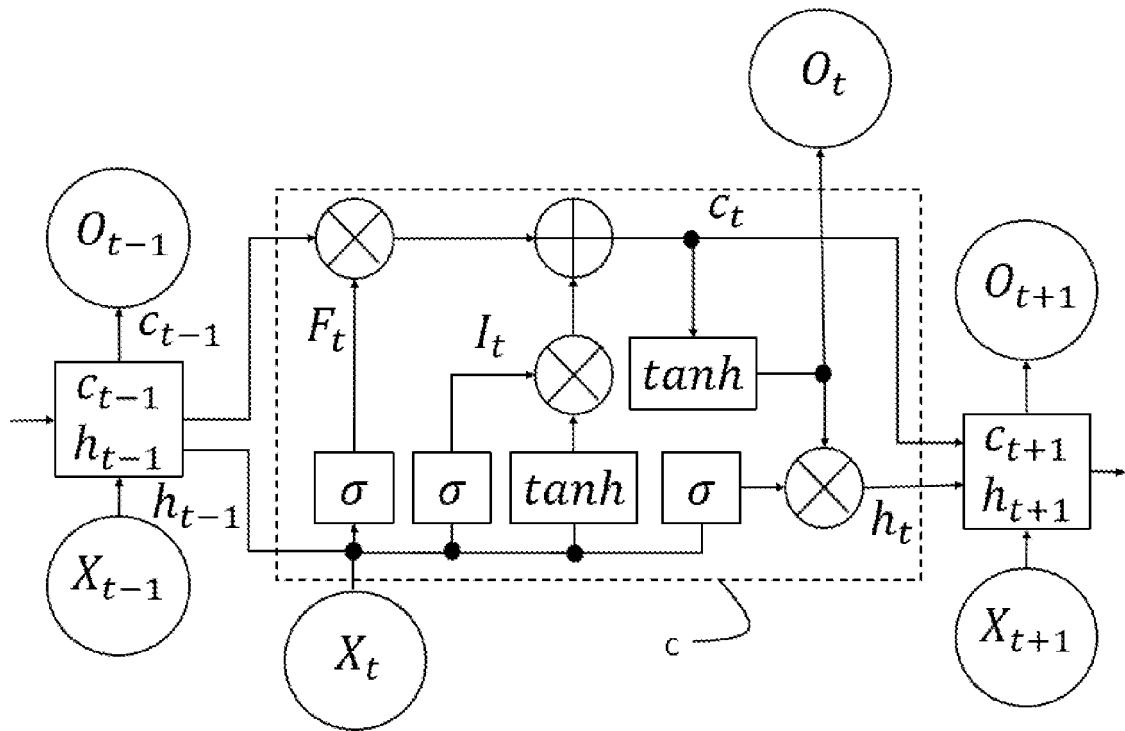
[Fig. 1]



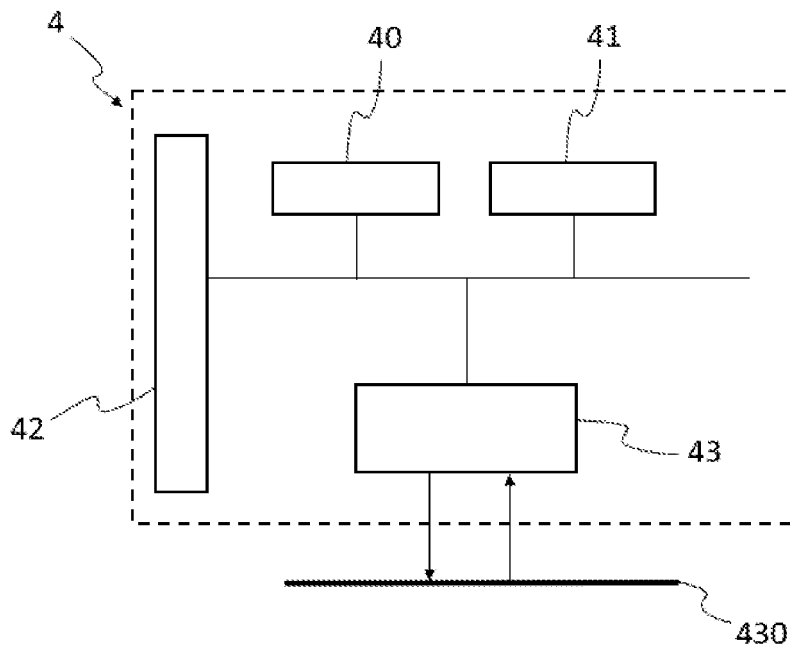
[Fig. 2]



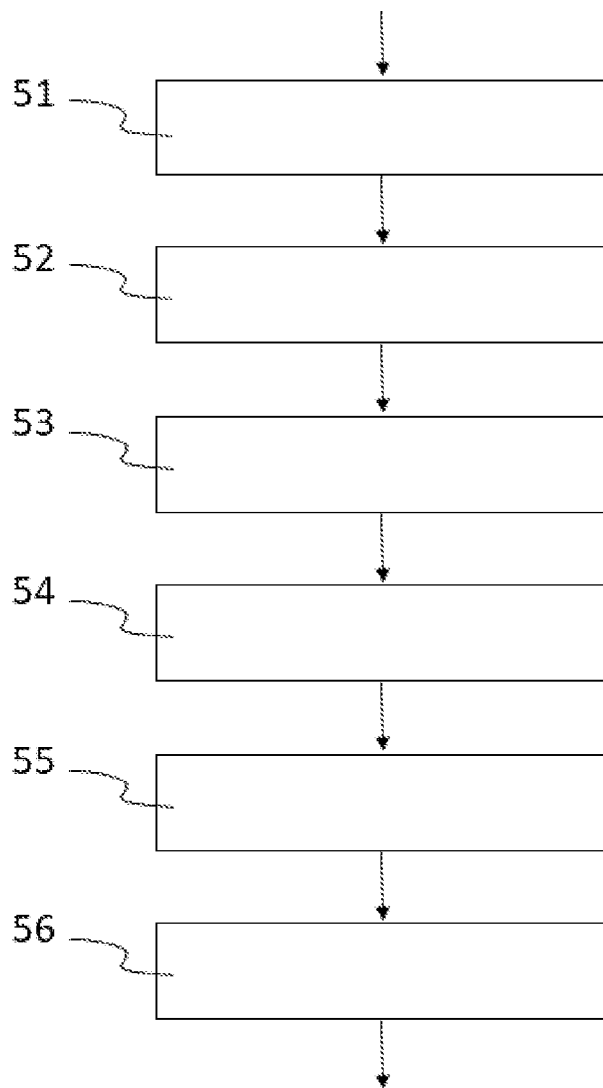
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

**FA 909151**  
**FR 2207655**

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2022/068053 A1 (HINDUJA HITESH [IN] ET AL) 3 mars 2022 (2022-03-03) * alinéa [0050] - alinéa [0088]; figures 1A, 1B, 2 * * alinéa [0169] - alinéa [0176]; figures 8, 9, 25A *	1-10	G05D1/02 B60W30/18 B60C23/06 B60W40/12 B60W50/14 G01C21/34 B60W30/14
X	US 2022/194401 A1 (GEE ROBERT ALLEN [US] ET AL) 23 juin 2022 (2022-06-23) * alinéa [0134] * * alinéa [0214] * * alinéa [0228] * * alinéa [0243] * * alinéa [0280] - alinéa [0290]; figures 1-5, 14 * * le document en entier *	1-10	B60W30/02 B60W10/18 G06N3/02 G06N20/00 B60W50/02
X	DE 10 2013 211543 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24 décembre 2014 (2014-12-24) * alinéa [0006] - alinéa [0016] * * alinéa [0035] - alinéa [0051]; figures 1-7 *	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
X	US 2020/010138 A1 (NISHIHARA TAIHEI [JP] ET AL) 9 janvier 2020 (2020-01-09) * alinéa [0054] - alinéa [0082]; figures 1-5 *	1-10	B60W G01C G06N G07C
A	US 2012/083959 A1 (DOLGOV DMITRI A [US] ET AL) 5 avril 2012 (2012-04-05) * alinéa [0076] *	3	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
<b>2 mars 2023</b>		<b>Engelhardt, Helmut</b>	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2207655 FA 909151**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **02-03-2023**  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
<b>US 2022068053 A1</b>	<b>03-03-2022</b>	<b>US 2022068053 A1</b> <b>WO 2022044041 A1</b>	<b>03-03-2022</b> <b>03-03-2022</b>
-----			
<b>US 2022194401 A1</b>	<b>23-06-2022</b>	<b>AUCUN</b>	
-----			
<b>DE 102013211543 A1</b>	<b>24-12-2014</b>	<b>DE 102013211543 A1</b> <b>FR 3007371 A1</b> <b>JP 6692884 B2</b> <b>JP 2015003722 A</b> <b>JP 2019059475 A</b> <b>KR 20140147705 A</b> <b>US 2014379199 A1</b>	<b>24-12-2014</b> <b>26-12-2014</b> <b>13-05-2020</b> <b>08-01-2015</b> <b>18-04-2019</b> <b>30-12-2014</b> <b>25-12-2014</b>
-----			
<b>US 2020010138 A1</b>	<b>09-01-2020</b>	<b>AUCUN</b>	
-----			
<b>US 2012083959 A1</b>	<b>05-04-2012</b>	<b>CN 103339009 A</b> <b>CN 103339010 A</b> <b>CN 103370249 A</b> <b>EP 2625079 A2</b> <b>EP 2625081 A2</b> <b>EP 2625083 A2</b> <b>EP 3176666 A1</b> <b>EP 3473510 A2</b> <b>JP 5973447 B2</b> <b>JP 6013340 B2</b> <b>JP 6051162 B2</b> <b>JP 2013544695 A</b> <b>JP 2013544696 A</b> <b>JP 2013544697 A</b> <b>KR 20130129931 A</b> <b>KR 20130132790 A</b> <b>KR 20140020230 A</b> <b>US 8634980 B1</b> <b>US 8688306 B1</b> <b>US 8965621 B1</b> <b>US 9120484 B1</b> <b>US 9122948 B1</b> <b>US 9658620 B1</b> <b>US 9679191 B1</b> <b>US 9911030 B1</b> <b>US 10198619 B1</b> <b>US 10372129 B1</b> <b>US 10572717 B1</b> <b>US 11010998 B1</b> <b>US 11106893 B1</b> <b>US 11287817 B1</b>	<b>02-10-2013</b> <b>02-10-2013</b> <b>23-10-2013</b> <b>14-08-2013</b> <b>14-08-2013</b> <b>14-08-2013</b> <b>07-06-2017</b> <b>24-04-2019</b> <b>23-08-2016</b> <b>26-10-2016</b> <b>27-12-2016</b> <b>19-12-2013</b> <b>19-12-2013</b> <b>19-12-2013</b> <b>29-11-2013</b> <b>05-12-2013</b> <b>18-02-2014</b> <b>21-01-2014</b> <b>01-04-2014</b> <b>24-02-2015</b> <b>01-09-2015</b> <b>01-09-2015</b> <b>23-05-2017</b> <b>13-06-2017</b> <b>06-03-2018</b> <b>05-02-2019</b> <b>06-08-2019</b> <b>25-02-2020</b> <b>18-05-2021</b> <b>31-08-2021</b> <b>29-03-2022</b>

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2207655 FA 909151**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **02-03-2023**  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
		US 2012083959 A1	05-04-2012
		US 2012083960 A1	05-04-2012
		US 2012083964 A1	05-04-2012
		US 2013297140 A1	07-11-2013
		US 2014136045 A1	15-05-2014
		US 2014324268 A1	30-10-2014
		WO 2012047743 A2	12-04-2012
		WO 2012047977 A2	12-04-2012
		WO 2012047980 A2	12-04-2012
-----			