

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

11 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

3 092 545

21 N° d'enregistrement national : 19 01293

51 Int Cl<sup>8</sup> : B 60 W 30/14 (2019.01), B 60 W 40/04, G 06 T 7/70,  
G 06 K 9/62, G 06 N 3/02

12

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 08.02.19.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 14.08.20 Bulletin 20/33.

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 ano-  
nyme — FR.

72 Inventeur(s) : LARGE FREDERIC, BOUTARD  
PATRICK, FLORES GONZALEZ JOSE ANTONIO et  
PERRAIS CLEMENT.

73 Titulaire(s) : PSA Automobiles SA Société anonyme.

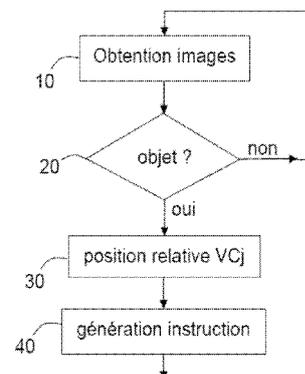
74 Mandataire(s) :

54 ASSISTANCE À LA CONDUITE D'UN VÉHICULE, PAR DÉTERMINATION DE LA VOIE DE CIRCULATION  
DANS LAQUELLE EST SITUÉ UN OBJET.

57 Un procédé assiste la conduite d'un véhicule à conduite autonome, circulant sur une portion de route comprenant  
des voies de circulation, et comportant au moins un capteur  
acquérant des images de l'environnement devant le véhi-  
cule. Ce procédé comprend :

une première étape (10) dans laquelle  
on obtient des images acquises de l'environnement,  
une deuxième étape (20-30) dans laquelle on analyse ces  
images obtenues pour déterminer si elles contiennent un  
objet, puis, dans l'affirmative, on détermine dans ces  
images la position relative de la voie de circulation de l'objet  
par rapport à la voie de circulation du véhicule, et  
une troisième étape (40) dans laquelle on génère une ins-  
truction de conduite configurée pour adapter la conduite du  
véhicule en fonction de la position relative de la voie de cir-  
culation de l'objet.

Figure à publier avec l'abrégié : Fig. 2



FR 3 092 545 - A1



## **Description**

### **Titre de l'invention : ASSISTANCE À LA CONDUITE D'UN VÉHICULE, PAR DÉTERMINATION DE LA VOIE DE CIRCULATION DANS LAQUELLE EST SITUÉ UN OBJET**

#### **Domaine technique de l'invention**

[0001] L'invention concerne les véhicules terrestres à conduite au moins partiellement automatisée (ou autonome) et éventuellement de type automobile, et plus précisément l'assistance à la conduite de tels véhicules.

#### **Etat de la technique**

[0002] Dans ce qui suit on considère qu'un véhicule terrestre est à conduite au moins partiellement automatisée (ou autonome) lorsqu'il peut être conduit sur une route de façon automatisée (partielle ou totale (sans intervention de son conducteur)) pendant une phase de conduite automatisée, ou de façon manuelle (et donc avec intervention de son conducteur sur le volant et/ou les pédales) pendant une phase de conduite manuelle. Par exemple, la conduite automatisée (ou autonome) d'un véhicule (à conduite au moins partiellement automatisée) peut consister à diriger partiellement ou totalement ce véhicule ou à apporter tout type d'aide à une personne physique conduisant ce véhicule. Cela couvre donc toute conduite automatisée (ou autonome), du niveau 1 au niveau 5 dans le barème de l'OICA (Organisation International des Constructeurs Automobiles).

[0003] Par ailleurs, on entend ici par « véhicule terrestre » tout type de véhicule pouvant circuler sur une route, et notamment un véhicule automobile, un véhicule utilitaire, un cyclomoteur, une motocyclette, un car, un robot de stockage dans un entrepôt, ou un engin de voirie.

[0004] De nombreux procédés d'assistance à la conduite de véhicules (à conduite au moins partiellement automatisée) ont pour but d'adapter la conduite de ces véhicules en fonction des positions d'objets (ou obstacles) qui sont détectés devant eux. Ces procédés d'assistance connus comportent une étape dans laquelle :

- on analyse des images, acquises successivement par au moins un capteur du véhicule dans l'environnement qui est situé devant lui, afin de déterminer si elles contiennent au moins un objet (comme par exemple un autre véhicule), puis
- dans l'affirmative, on détermine séparément dans ces images les positions des délimitations de la voie de circulation de chaque objet et la position de chaque objet, puis
- on rapporte (ou projette) dans le référentiel qui est associé au véhicule ces

positions déterminées des délimitations et la position déterminée de chaque objet.

[0005] En d'autres termes, ce type de procédé d'assistance détecte indépendamment des objets et des voies de circulation qu'il associe ensuite en travaillant dans un autre repère (typiquement celui du véhicule).

[0006] Un inconvénient de ce type de procédé d'assistance réside dans le fait qu'il cumule les imprécisions des positions des délimitations et objet(s) au sein d'une image acquise (notamment du fait de la résolution de la caméra du capteur), et les imprécisions des projections de ces dernières positions dans le référentiel associé au véhicule. Par conséquent, il arrive fréquemment que la position d'un objet soit erronée de plusieurs mètres et donc que la voie de circulation sur laquelle est réellement situé cet objet ne soit pas celle sur laquelle il a été finalement détecté, en particulier en virage, ce qui peut aboutir à des décisions de conduite mal adaptées à la situation réelle, voire potentiellement dangereuses. D'une manière générale la méthode utilisée rend difficile l'association d'un objet (ou obstacle) à une voie de circulation, et la détermination du caractère gênant ou non gênant de cet objet (ou obstacle) pour le véhicule faisant l'objet de l'assistance.

[0007] L'invention a donc notamment pour but d'améliorer la situation.

### **Présentation de l'invention**

[0008] Elle propose notamment à cet effet un procédé d'assistance destiné à assister la conduite d'un véhicule à conduite au moins partiellement autonome, circulant sur une portion d'une route comprenant un nombre  $N$  de voies de circulation définies chacune par deux délimitations, avec  $N \geq 1$ , et comportant au moins un capteur acquérant des images d'un environnement au moins devant le véhicule.

[0009] Ce procédé d'assistance se caractérise par le fait qu'il comprend :

- une première étape dans laquelle on obtient des images successives de l'environnement du véhicule, acquises avec le capteur,
- une deuxième étape dans laquelle on analyse ces images acquises et obtenues afin de déterminer si elles contiennent au moins un objet, puis, dans l'affirmative, on détermine dans ces images acquises et obtenues une position relative de la voie de circulation de chaque objet déterminé par rapport à la voie de circulation sur laquelle circule le véhicule, et
- une troisième étape dans laquelle on génère une instruction de conduite configurée pour adapter la conduite du véhicule en fonction de la position relative de chaque voie de circulation déterminée pour chaque objet.

[0010] Cette détermination de la position relative de la voie de circulation d'un objet par rapport à la voie de circulation du premier véhicule, sans projections multiples, permet

de réduire très notablement le risque d'erreur d'association de cet objet à sa voie de circulation (notamment due aux erreurs de projection dans un espace intermédiaire tel que le plan de la route sur laquelle évolue le véhicule), et donc d'avoir une association notablement plus robuste. En outre, elle permet une réduction importante du nombre de calculs à effectuer et donc un gain de temps de calcul, et évite d'avoir à déterminer et utiliser les paramètres nécessaires aux changements de repère.

[0011] Le procédé d'assistance selon l'invention peut comporter d'autres caractéristiques qui peuvent être prises séparément ou en combinaison, et notamment :

- dans un premier mode de réalisation, dans sa deuxième étape on peut déterminer dans les images acquises et obtenues une position relative de chaque objet qu'elle contient par rapport à la portion de route, puis on peut déterminer la voie de circulation sur laquelle est situé chaque objet en fonction du nombre  $N$  et de sa position relative déterminée, puis on peut déterminer dans ces images acquises et obtenues la position relative de la voie de circulation de chaque objet déterminé par rapport à la voie de circulation sur laquelle circule le véhicule ;
- dans sa deuxième étape on peut déterminer le nombre  $N$  dans des données représentatives de la portion de route ;
- dans sa deuxième étape on peut analyser les images acquises et obtenues afin de déterminer les délimitations qu'elles comprennent, puis on peut estimer le nombre  $N$  en fonction de ces délimitations déterminées ;
- dans sa deuxième étape on peut analyser les images acquises et obtenues afin de déterminer des objets représentant respectivement d'autres véhicules impliqués dans un dépassement, puis on peut déterminer un nombre minimal  $M$  de voies de circulation en fonction de ces autres véhicules déterminés, puis on peut estimer le nombre  $N$  en fonction de ce nombre minimal  $M$  déterminé ;
- dans sa deuxième étape on peut déterminer parmi les autres véhicules impliqués dans un dépassement celui qui est en cours de dépassement et celui qui dépasse. Dans ce cas, dans sa troisième étape on peut générer une instruction de conduite qui est configurée pour adapter la conduite du véhicule en fonction du véhicule dépassé et de la voie de circulation sur laquelle il circule, et du véhicule dépassant et de la voie de circulation sur laquelle il circule ;
- dans un second mode de réalisation, dans sa deuxième étape on peut déterminer chaque objet dans les images acquises et obtenues avec un premier réseau de neurones, puis on peut déterminer dans les images acquises et obtenues, avec un second réseau de neurones, la position relative de la voie de circulation de chaque objet déterminé par rapport à la voie de circulation sur laquelle circule le véhicule.

[0012] L'invention propose également un produit programme d'ordinateur comprenant un jeu d'instructions qui, lorsqu'il est exécuté par des moyens de traitement, est propre à mettre en œuvre un procédé d'assistance du type de celui présenté ci-avant pour déterminer la position relative de la voie de circulation sur laquelle est situé un objet détecté devant un véhicule par rapport à la voie de circulation sur laquelle circule ce véhicule.

[0013] L'invention propose également un dispositif d'assistance destiné à assister la conduite d'un véhicule à conduite au moins partiellement autonome, circulant sur une portion d'une route comprenant un nombre  $N$  de voies de circulation définies chacune par deux délimitations, avec  $N \geq 1$ , et comportant au moins un capteur acquérant des images d'un environnement au moins devant le véhicule.

[0014] Ce dispositif d'assistance se caractérise par le fait qu'il comprend au moins un processeur et au moins une mémoire agencés pour effectuer les opérations consistant à :

- obtenir des images successives de l'environnement acquises par le capteur,
- analyser ces images acquises et obtenues afin de déterminer si elles contiennent au moins un objet, puis, dans l'affirmative, déterminer dans ces images acquises et obtenues une position relative de la voie de circulation de chaque objet déterminé par rapport à la voie de circulation sur laquelle circule le véhicule, et
- générer une instruction de conduite configurée pour adapter la conduite du véhicule en fonction de la position relative de chaque voie de circulation déterminée pour chaque objet.

[0015] L'invention propose également un véhicule, éventuellement de type automobile, à conduite au moins partiellement autonome, circulant sur une portion d'une route comprenant un nombre  $N$  de voies de circulation définies chacune par deux délimitations, avec  $N \geq 1$ , et comportant au moins un capteur acquérant des images d'un environnement au moins devant le véhicule et un dispositif d'assistance du type de celui présenté ci-avant.

### **Brève description des figures**

[0016] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après, et des dessins annexés, sur lesquels :

[0017] [fig.1]

illustre schématiquement et fonctionnellement un véhicule situé sur l'une des deux voies de circulation d'une portion de route et équipé d'un capteur et d'un calculateur comportant un exemple de dispositif d'assistance selon l'invention,

[0018] [fig.2]

illustre schématiquement un exemple d'algorithme mettant en œuvre un procédé d'assistance selon l'invention, et

[0019] [fig.3]

illustre schématiquement et fonctionnellement un exemple de réalisation d'un dispositif d'assistance selon l'invention.

### **Description détaillée de l'invention**

[0020] L'invention a notamment pour but de proposer un procédé d'assistance à la conduite, et un dispositif d'assistance à la conduite DA associé, destinés à permettre l'assistance à la conduite d'un véhicule V1 à conduite automatisée (ou autonome).

[0021] Dans ce qui suit, on considère, à titre d'exemple non limitatif, que le véhicule V1 à conduite automatisée (ou autonome), ci-après appelé premier véhicule, est de type automobile. Il s'agit par exemple d'une voiture, comme illustré non limitativement sur la figure 1. Mais l'invention n'est pas limitée à ce type de véhicule. Elle concerne en effet tout type de véhicule terrestre à conduite au moins partiellement automatisée et pouvant circuler sur des voies de circulation terrestres. Ainsi, il pourra aussi s'agir d'un véhicule utilitaire, d'un cyclomoteur, d'une motocyclette, d'un car, d'un robot de stockage dans un entrepôt, ou d'un engin de voirie, par exemple.

[0022] On a schématiquement et fonctionnellement représenté sur la figure 1 un premier véhicule V1 (à conduite automatisée (ou autonome)), circulant sur l'une des deux voies de circulation VC<sub>k</sub> (k = 1 ou 2) d'une portion de route R, ici encadrée par des rambardes de sécurité RS. On notera que la première voie de circulation VC<sub>1</sub> est ici séparée de la rambarde de sécurité RS droite par une bande d'arrêt d'urgence BAU. Par ailleurs, cette première voie de circulation VC<sub>1</sub> est délimitée par deux délimitations d<sub>1</sub> et d<sub>2</sub>, et la seconde voie de circulation VC<sub>2</sub> est délimitée par deux délimitations d<sub>2</sub> et d<sub>3</sub>.

[0023] On notera que l'invention concerne toute portion de route comprenant au moins une voie de circulation. Par conséquent, le nombre N de voies de circulation d'une portion de route peut prendre n'importe quelle valeur supérieure ou égale à un (soit  $N \geq 1$ ).

[0024] Ce premier véhicule V1 comprend au moins un capteur CP et un exemple de réalisation d'un dispositif d'assistance à la conduite DA selon l'invention.

[0025] Ce capteur CP est chargé d'acquérir des images numériques dans l'environnement qui est situé au moins devant le premier véhicule V1.

[0026] On notera que le nombre de capteurs CP (chargés d'acquérir des images numériques) est ici égal à un (1). Mais ce nombre peut prendre n'importe quelle valeur supérieure ou égale à un (1), dès lors que cela permet d'acquérir des images numériques dans l'environnement situé au moins devant le premier véhicule V1.

[0027] Par exemple, le capteur CP peut comprendre au moins une caméra installée dans une

partie avant du véhicule (par exemple sur le pare-brise ou sur le rétroviseur intérieur), et chargée d'acquérir des images numériques au moins devant le premier véhicule V1 et éventuellement sur une partie au moins de ses deux côtés latéraux.

- [0028] En complément du capteur CP, le premier véhicule V1 peut aussi comprendre au moins un capteur à ultrasons, ou au moins un radar ou lidar, ou encore au moins une caméra installée dans une partie arrière. Ces autres capteurs peuvent être installés à l'avant ou à l'arrière ou sur au moins un côté latéral du premier véhicule V1.
- [0029] Comme évoqué plus haut, l'invention propose notamment un procédé d'assistance à la conduite destiné à permettre l'assistance à la conduite du premier véhicule V1.
- [0030] Ce procédé d'assistance (à la conduite) peut être au moins partiellement mis en œuvre par le dispositif d'assistance (à la conduite) DA qui comprend à cet effet au moins un processeur PR, par exemple de signal numérique (ou DSP (« Digital Signal Processor »)), et une mémoire MD.
- [0031] Dans l'exemple illustré non limitativement sur la figure 1, le dispositif d'assistance (à la conduite) DA fait partie d'un calculateur CA du premier véhicule V1. Mais cela n'est pas obligatoire. En effet, le dispositif d'assistance DA pourrait comprendre son propre calculateur. Par conséquent, le dispositif d'assistance DA peut être réalisé sous la forme d'une combinaison de circuits ou composants électriques ou électroniques (ou « hardware ») et de modules logiciels (ou « software »). La mémoire MD est vive afin de stocker des instructions pour la mise en œuvre par le processeur PR du procédé d'assistance.
- [0032] A titre d'exemple, le calculateur CA peut être dédié au contrôle complet de la conduite du premier véhicule V1 pendant chaque phase de conduite automatisée (ou autonome).
- [0033] Comme illustré sur la figure 2, le procédé d'assistance, selon l'invention, comprend trois étapes.
- [0034] Dans une première étape 10 du procédé d'assistance, on (le processeur PR et la mémoire MD) commence(nt) par obtenir des images successives de l'environnement du premier véhicule V1 acquises avec le capteur CP.
- [0035] Dans une deuxième étape 20-30 du procédé d'assistance, on (le processeur PR et la mémoire MD) analyse(nt) ces images acquises et obtenues afin de déterminer si elles contiennent au moins un objet (ou obstacle). On comprendra que cette analyse (objet de la première sous-étape 20 de la figure 2) consiste à déterminer si la route est dégagée devant le premier véhicule V1 sur un intervalle de distances prédéfini (éventuellement fonction de la vitesse en cours de ce dernier (V1)), et dans le cas contraire à considérer qu'il y a au moins un objet (ou obstacle) devant le premier véhicule V1. Puis, dans l'affirmative, on détermine dans une seconde sous-étape 30, dans les images acquises et obtenues, la position relative de la voie de circulation Vck

de chaque objet déterminé par rapport à la voie de circulation VC1 sur laquelle circule le premier véhicule V1.

- [0036] Dans l'exemple illustré non limitativement sur la figure 2, le processeur PR détecte la présence de deuxième V2 et troisième V3 véhicules dans l'environnement devant le premier véhicule V1. Le processeur PR et la mémoire MD déterminent alors dans les images acquises et obtenues que le deuxième véhicule V2 est situé sur la même voie de circulation que celle sur laquelle circule le premier véhicule V1 (à savoir VC1), tandis que le troisième véhicule V3 est situé sur la voie de circulation qui est placée à gauche de celle sur laquelle circule le premier véhicule V1 (à savoir VC2).
- [0037] Dans une troisième étape 40 du procédé d'assistance, on (le processeur PR et la mémoire MD) génère(nt) une instruction de conduite qui est configurée pour adapter la conduite du véhicule V1 en fonction de la position relative de chaque voie de circulation VCk déterminée pour chaque objet.
- [0038] Par exemple, dans la situation de dépassement illustrée sur la figure 1, une instruction peut réclamer l'adaptation de la vitesse du premier véhicule V1 afin qu'il suive le deuxième véhicule V2 au moins tant que le troisième véhicule V3 n'a pas fini de le dépasser. Par ailleurs, en l'absence de deuxième véhicule V2 et si le troisième véhicule V3 décélère brusquement, bien que le premier véhicule V1 ne soit pas sensé doubler à droite il est important qu'il détecte bien que le troisième véhicule V3 n'est pas sur sa voie de circulation et donc qu'il n'a pas à freiner brusquement, ce qui pourrait induire un accident avec un véhicule suiveur.
- [0039] Grâce à cette détermination de la position relative de la voie de circulation d'un objet par rapport à la voie de circulation du premier véhicule V1, sans projections multiples, on réduit très notablement le risque d'erreur d'association de cet objet à une voie de circulation (notamment due aux erreurs de projection dans un espace intermédiaire tel que le plan de la route sur laquelle évolue le véhicule). Par conséquent, la robustesse de l'association est bien meilleure. On notera que pour les situations de dépassement, la réduction du risque d'erreur provient de la capacité à associer plus facilement une voie de circulation à au moins deux véhicules qui se dépassent si le nombre de voies de circulation est connu, ou bien que le dépassement puisse être extrapolé du nombre de voies de circulation observées à proximité du véhicule lui-même, ou encore qu'un des véhicules impliqués dans le dépassement ait déjà été associé à une voie de circulation (ce qui est fort probable).
- [0040] De plus, la détermination assurée par l'invention permet une réduction importante du nombre de calculs à effectuer et donc un gain de temps de calcul, et évite d'avoir à déterminer et utiliser les paramètres nécessaires aux changements de repère.
- [0041] La deuxième étape 20-30 peut être mise en œuvre d'au moins deux façons.
- [0042] Dans une première façon, on (le processeur PR et la mémoire MD) peu(ven)t dé-

terminer dans les images acquises et obtenues la position relative de chaque objet qu'elle contient par rapport à la portion de route R. Puis, on (le processeur PR et la mémoire MD) peu(ven)t déterminer la voie de circulation VCk sur laquelle est situé chaque objet, en fonction du nombre N de voies de circulation VCk de la portion de route R concernée et de la position relative qui a été déterminée pour chaque objet. Puis, on (le processeur PR et la mémoire MD) peu(ven)t déterminer dans les images acquises et obtenues la position relative de la voie de circulation de chaque objet déterminé par rapport à la voie de circulation VC1 sur laquelle circule le premier véhicule V1.

- [0043] Ainsi, chaque objet détecté est localisé par rapport à la portion de route R directement dans les images et non pas dans le référentiel associé au premier véhicule V1, et la position relative de chaque objet dans sa voie de circulation est « croisée » avec le nombre de voies pour en déduire dans quelle voie de circulation il se trouve. Les détections des objets et des voies de circulation VCk peuvent chacune être réalisées avec des approches classiques de vision ou des approches d'intelligence artificielle (ou IA), comme par exemple le « deep learning ».
- [0044] Le nombre N peut être déterminé de différentes manières.
- [0045] Ainsi, dans la deuxième étape 20-30 on (le processeur PR et la mémoire MD) peu(ven)t déterminer ce nombre N dans des données qui sont représentatives de la portion de route R. Cette dernière est déterminée à chaque instant en fonction de la position en cours du premier véhicule V1 qui est fournie par un dispositif d'aide à la navigation DN qui est présent dans le premier véhicule V1 de façon permanente (comme illustré sur la figure 1 de façon non limitative), ou de façon temporaire (lorsqu'il fait partie d'un équipement portable ou d'un téléphone mobile intelligent (ou smartphone ») ou d'une tablette accompagnant un passager).
- [0046] Ces données (représentatives de la portion de route R) peuvent, par exemple, définir la largeur moyenne de la route ou de la voie de circulation pour le type de route concerné (détecté ou obtenu par géolocalisation). Dans ce cas, on déduit le nombre de voies de cette largeur moyenne.
- [0047] En variante, les données (représentatives de la portion de route R) peuvent être issues d'une cartographie routière. Dans ce cas, on obtient directement le nombre de voies sur la portion de route R des informations contenues dans cette cartographie routière.
- [0048] La cartographie routière peut faire partie du dispositif d'aide à la navigation DN précité. On comprendra que les données de cartographie routière sont stockées dans une mémoire du dispositif d'aide à la navigation DN ou sur un support de stockage (comme par exemple un CDROM) installé dans un lecteur du premier véhicule V1. En variante, les données de cartographie routière peuvent être téléchargées auprès d'un serveur accessible par voie d'ondes via un module de communication équipant le

premier véhicule V1, à la demande du dispositif d'assistance DA.

[0049] Dans une première variante, dans la deuxième étape 20-30 on (le processeur PR et la mémoire MD) peu(ven)t analyser les images acquises et obtenues afin de déterminer les délimitations qu'elles comprennent. Puis, on (le processeur PR et la mémoire MD) peu(ven)t estimer le nombre N en fonction de ces délimitations déterminées. En présence de la portion de route R illustrée sur la figure 1, le processeur PR et la mémoire MD vont détecter dans les images acquises par le capteur CP les trois délimitations  $d_1$  à  $d_3$  et en déduisent que cette portion de route R comprend deux voies de circulation VC1 et VC2 (soit  $N = 2$ ).

[0050] Dans une seconde variante, dans la deuxième étape 20-30 on (le processeur PR et la mémoire MD) peu(ven)t analyser les images acquises et obtenues afin de déterminer des objets qui représentent respectivement d'autres véhicules (ici V2 et V3) impliqués dans un dépassement. Puis, on (le processeur PR et la mémoire MD) peu(ven)t déterminer un nombre minimal M de voies de circulation VCk de la portion de route R concernée en fonction de ces autres véhicules déterminés (ici V2 et V3). On comprendra en effet que chaque fois que l'on détecte des véhicules impliqués dans un dépassement (et donc peu éloignés l'un de l'autre suivant une direction perpendiculaire à la direction de la portion de route R), cela signifie qu'il y a au moins deux voies de circulation VCk. La détection décrite ci-avant est directe, mais elle peut aussi être indirecte. En effet, un véhicule précédemment détecté derrière un autre véhicule peut se retrouver détecté devant cet autre véhicule suite à un masquage par l'infrastructure ou par un autre véhicule (ce qui signifie qu'il y a eu un dépassement et donc qu'il y a au moins deux voies de circulation pour ce faire). Puis, on (le processeur PR et la mémoire MD) peu(ven)t estimer le nombre N en fonction de ce nombre minimal M déterminé.

[0051] On notera que dans la deuxième étape 20-30 on (le processeur PR et la mémoire MD) peu(ven)t déterminer parmi les autres véhicules impliqués dans un dépassement (ici V2 et V3) celui (V2) qui est en cours de dépassement et celui (V3) qui dépasse. Dans ce cas, dans la troisième étape 40 on (le processeur PR et la mémoire MD) peu(ven)t générer une instruction de conduite qui est configurée pour adapter la conduite du véhicule V1 en fonction, d'une part, du véhicule dépassé V2 et de la voie de circulation (ici VC1) sur laquelle il circule, et, d'autre part, du véhicule dépassant V3 et de la voie de circulation sur laquelle il circule (ici VC2).

[0052] Dans une seconde façon, on (le processeur PR et la mémoire MD) peu(ven)t déterminer dans une première sous-étape 20 chaque objet dans les images acquises et obtenues avec un premier réseau de neurones. Puis, on (le processeur PR et la mémoire MD) peu(ven)t déterminer dans une première sous-étape 30, dans les images acquises et obtenues, avec un second réseau de neurones, la position relative de la voie de cir-

culacion de chaque objet déterminé par rapport à la voie de circulation V<sub>Ck</sub> sur laquelle circule le premier véhicule V<sub>1</sub>.

- [0053] Dans la première sous-étape 20 la détermination assurée par le premier réseau de neurones résulte d'une comparaison entre ce qui est vu par le capteur CP et ce qui est considéré comme un objet (ou obstacle) suite à un apprentissage préalable. Dans la seconde sous-étape 30 la détermination assurée par le second réseau de neurones résulte d'une comparaison entre ce qui est vu par le capteur CP et ce qui est considéré comme des positions relatives à droite, à gauche et devant le premier véhicule V<sub>1</sub> d'un objet (ou obstacle) suite à un apprentissage préalable.
- [0054] Pour ce faire, on utilise deux réseaux de neurones en cascade (ou concaténés) afin de cascader les détections. Les entrées du premier réseau de neurones sont les images acquises par le capteur CP, et les sorties du premier réseau de neurones sont des boîtes englobantes de détection dans chaque image (chaque boîte englobante de détection englobant un objet détecté). Les entrées du second réseau de neurones sont les boîtes englobantes de détection d'une image (sortant du premier réseau de neurones) et cette image, et les sorties du second réseau de neurones sont les positions relatives des objets (contenus dans les boîtes englobantes de détection) sur la portion de route R (voie de circulation à gauche du premier véhicule V<sub>1</sub>, ou même voie de circulation que celle du premier véhicule V<sub>1</sub>, ou voie de circulation à droite du premier véhicule V<sub>1</sub>).
- [0055] On notera que compte-tenu de l'importance de l'aspect temporel, le second réseau de neurones (pour le positionnement relatif sur la portion de route R) peut, par exemple, être de type récurrent (comme c'est par exemple le cas de ceux appelés LSTM (« Long Short-Term Memory » - unités de mémoire à long terme et à court terme) ou GRU (« Gated Recurrent Unit ») qui sont adaptés à l'analyse de comportement). Mais cela n'est pas une obligation.
- [0056] L'apprentissage des premier et second réseaux de neurones peut, par exemple, être réalisé en mode supervisé à partir d'enregistrements effectués lors de roulages longues distances par des « véhicules laboratoires (ou d'analyse) » ou lors de simulations destiné(e)s à acquérir des données. Généralement, ces enregistrements sont stockés dans au moins une base de données propriétaire qui a été constituée à partir de données affinées issues de données publiques provenant de roulages réels ou simulés et stockées dans au moins une base de données publique. A partir de ces enregistrements on réalise des détections/affectations confirmées et des suivis (ou « trackings ») de ces dernières, comme par exemple un suivi d'un véhicule qui dépasse le véhicule laboratoire et qui a pu être assigné à une voie de circulation au moment du dépassement, ou bien le suivi inverse (sur l'historique) d'un véhicule que le véhicule laboratoire rattrape et assigne alors à une voie de circulation.
- [0057] On notera que dans une variante de réalisation du second mode de réalisation (ou de

la seconde façon) on pourrait n'utiliser qu'un unique réseau de neurones. Cela permet, en effet d'obtenir en une seule passe la liste des objets détectés, leurs positions respectives dans les images (boîtes englobantes), et l'information de position relative dans la voie de circulation concernée.

- [0058] Contrairement aux procédés d'assistance de l'art antérieur qui détectent indépendamment des objets et des voies qui sont ensuite associés en travaillant dans un autre repère (typiquement celui du premier véhicule), le procédé d'assistance selon l'invention permet d'obtenir les position et type de chaque objet dans les images avec en plus l'information de voie de circulation à laquelle appartient chaque objet de façon moins sensible aux erreurs, et directement dans les images dans le cas du premier mode de réalisation (ou première façon), voire en une seule passe avec au moins un réseau de neurones dans le cas du second mode de réalisation (ou seconde façon).
- [0059] On notera que l'invention propose aussi un produit programme d'ordinateur comprenant un jeu d'instructions qui, lorsqu'il est exécuté par des moyens de traitement de type circuits électroniques (ou hardware), comme par exemple le processeur PR, est propre à mettre en œuvre le procédé d'assistance à la conduite décrit ci-avant pour assister la conduite du premier véhicule V1, pour déterminer la position relative de la voie de circulation Vck sur laquelle est situé un objet, détecté devant ce premier véhicule V1, par rapport à la voie de circulation de ce dernier (V1).
- [0060] On notera également que sur la figure 1 le dispositif d'assistance DA est très schématiquement illustré avec seulement sa mémoire vive MD et son processeur PR qui peut comprendre des circuits intégrés (ou imprimés), ou bien plusieurs circuits intégrés (ou imprimés) reliés par des connections filaires ou non filaires. On entend par circuit intégré (ou imprimé) tout type de dispositif apte à effectuer au moins une opération électrique ou électronique. Mais, comme illustré non limitativement sur la figure 3, le dispositif d'assistance DA peut aussi comprendre une mémoire de masse MM, notamment pour le stockage des données d'images acquises, et d'éventuelles données intermédiaires intervenant dans tous ses calculs et traitements. Par ailleurs, ce dispositif d'assistance DA peut aussi comprendre une interface d'entrée IE pour la réception d'au moins les données d'images acquises, les données de position du premier véhicule V1, et les éventuelles données de cartographie routière, pour les utiliser dans des calculs ou traitements, éventuellement après les avoir mises en forme et/ou démodulées et/ou amplifiées, de façon connue en soi, au moyen d'un processeur de signal numérique PR'. De plus, ce dispositif d'assistance DA peut aussi comprendre une interface de sortie IS, notamment pour la transmission des instructions qu'il génère.
- [0061] On notera également qu'une ou plusieurs étapes et/ou une ou plusieurs sous-étapes de la seconde étape du procédé d'assistance à la conduite peuvent être effectuées par des composants différents. Ainsi, le procédé d'assistance à la conduite peut-être mis en

œuvre par une pluralité de processeurs de signal numérique, mémoire vive, mémoire de masse, interface d'entrée, interface de sortie.

## Revendications

- [Revendication 1] Procédé d'assistance de la conduite d'un véhicule (V1) à conduite au moins partiellement autonome, circulant sur une portion d'une route comprenant un nombre N de voies de circulation (Vck) définies chacune par deux délimitations, avec  $N \geq 1$ , et comportant au moins un capteur (CP) acquérant des images d'un environnement au moins devant ledit véhicule (V1), caractérisé en ce qu'il comprend :
- une première étape (10) dans laquelle on obtient des images successives dudit environnement acquises avec ledit capteur (CP),
  - une deuxième étape (20-30) dans laquelle on analyse ces images acquises et obtenues afin de déterminer si elles contiennent au moins un objet, puis, dans l'affirmative, on détermine dans ces images acquises et obtenues une position relative de la voie de circulation de chaque objet déterminé par rapport à la voie de circulation (Vck) sur laquelle circule ledit véhicule (V1), et
  - une troisième étape (40) dans laquelle on génère une instruction de conduite configurée pour adapter la conduite dudit véhicule (V1), en fonction de la position relative de chaque voie de circulation (Vck) déterminée pour chaque objet.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que dans ladite deuxième étape (20-30) on détermine dans lesdites images acquises et obtenues une position relative de chaque objet qu'elles contiennent par rapport à ladite portion de route, puis on détermine la voie de circulation (Vck) sur laquelle est situé chaque objet en fonction dudit nombre N et de sa position relative déterminée, puis on détermine dans ces images acquises et obtenues la position relative de la voie de circulation de chaque objet déterminé par rapport à ladite voie de circulation (Vck) sur laquelle circule ledit véhicule (V1).
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que dans ladite deuxième étape (20-30) on détermine ledit nombre N dans des données représentatives de ladite portion de route.
- [Revendication 4] Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que dans ladite deuxième étape (20-30) on analyse lesdites images acquises et obtenues

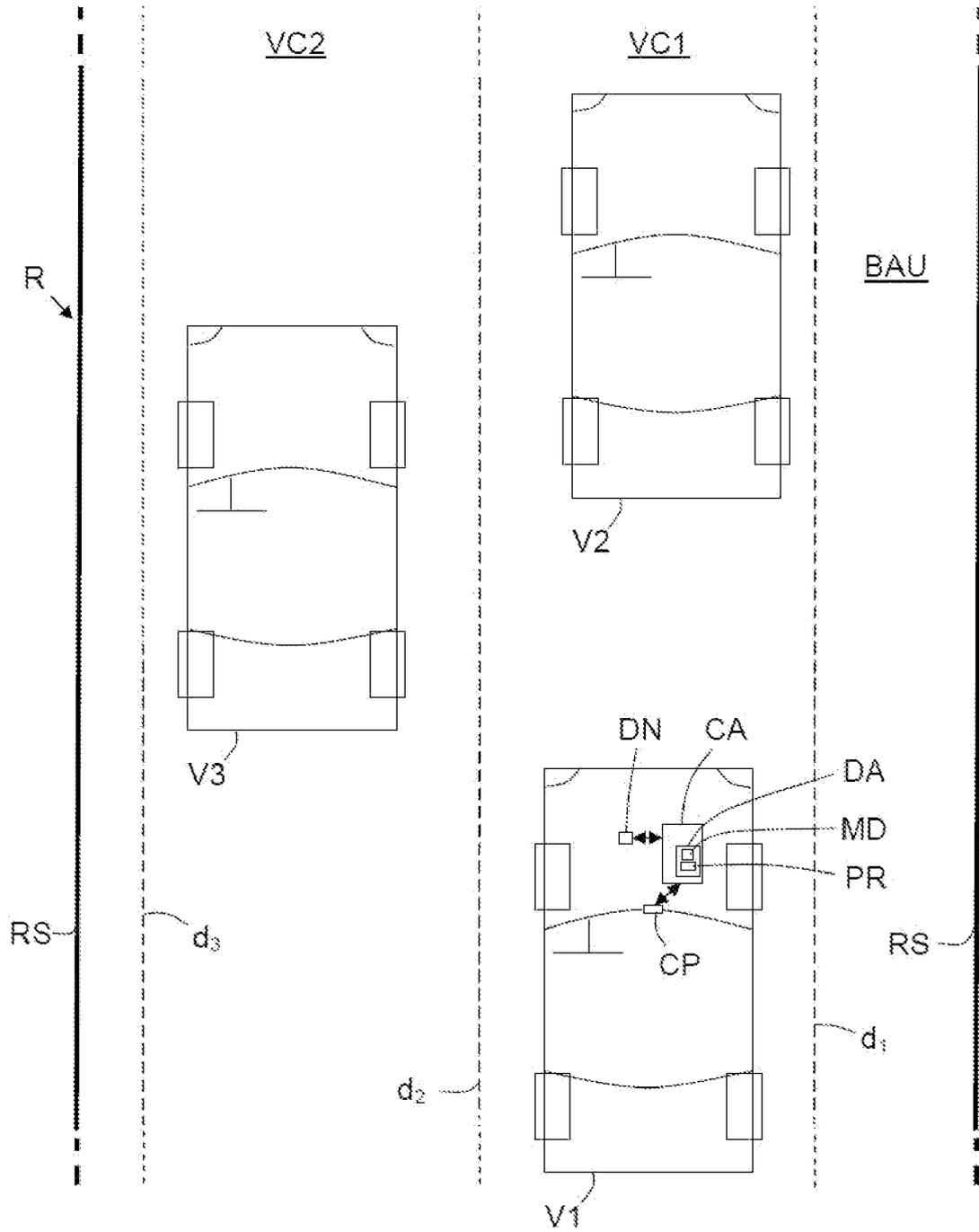
- afin de déterminer lesdites délimitations qu'elles comprennent, puis on estime ledit nombre  $N$  en fonction de ces délimitations déterminées.
- [Revendication 5] Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que dans ladite deuxième étape (20-30) on analyse lesdites images acquises et obtenues afin de déterminer des objets représentant respectivement d'autres véhicules ( $V2$ ,  $V3$ ) impliqués dans un dépassement, puis on détermine un nombre minimal  $M$  de voies de circulation ( $VCk$ ) en fonction de ces autres véhicules ( $V2$ ,  $V3$ ) déterminés, puis on estime ledit nombre  $N$  en fonction de ce nombre minimal  $M$  déterminé.
- [Revendication 6] Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que dans ladite deuxième étape (20-30) on détermine parmi lesdits autres véhicules ( $V2$ ,  $V3$ ) impliqués dans un dépassement celui ( $V2$ ) qui est en cours de dépassement et celui ( $V3$ ) qui dépasse, et dans ladite troisième étape (40) on génère une instruction de conduite configurée pour adapter la conduite dudit véhicule ( $V1$ ) en fonction dudit véhicule dépassé ( $V2$ ) et de la voie de circulation ( $VC1$ ) sur laquelle il circule, et dudit véhicule dépassant ( $V3$ ) et de la voie de circulation ( $VC2$ ) sur laquelle il circule.
- [Revendication 7] Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que dans ladite deuxième étape (20-30) on détermine chaque objet dans lesdites images acquises et obtenues avec un premier réseau de neurones, puis on détermine dans ces images acquises et obtenues, avec un second réseau de neurones, la position relative de la voie de circulation de chaque objet déterminé par rapport à la voie de circulation ( $VCk$ ) sur laquelle circule ledit véhicule ( $V1$ ).
- [Revendication 8] Produit programme d'ordinateur comprenant un jeu d'instructions qui, lorsqu'il est exécuté par des moyens de traitement, est propre à mettre en œuvre le procédé d'assistance selon l'une des revendications précédentes pour déterminer la position relative de la voie de circulation ( $VCk$ ) sur laquelle est situé un objet détecté devant un véhicule ( $V1$ ) par rapport à la voie de circulation ( $VCk$ ) sur laquelle circule ce véhicule ( $V1$ ).
- [Revendication 9] Dispositif d'assistance (DA) pour assister la conduite d'un véhicule ( $V1$ ) à conduite au moins partiellement autonome, circulant sur une portion d'une route comprenant un nombre  $N$  de voies de circulation ( $VCk$ ) définies chacune par deux délimitations, avec  $N \geq 1$ , et comportant au moins un capteur (CP) acquérant des images d'un environnement au moins devant ledit véhicule ( $V1$ ), caractérisé en ce qu'il comprend au moins un processeur (PR) et au moins une mémoire (MD)

agencés pour effectuer les opérations consistant à :

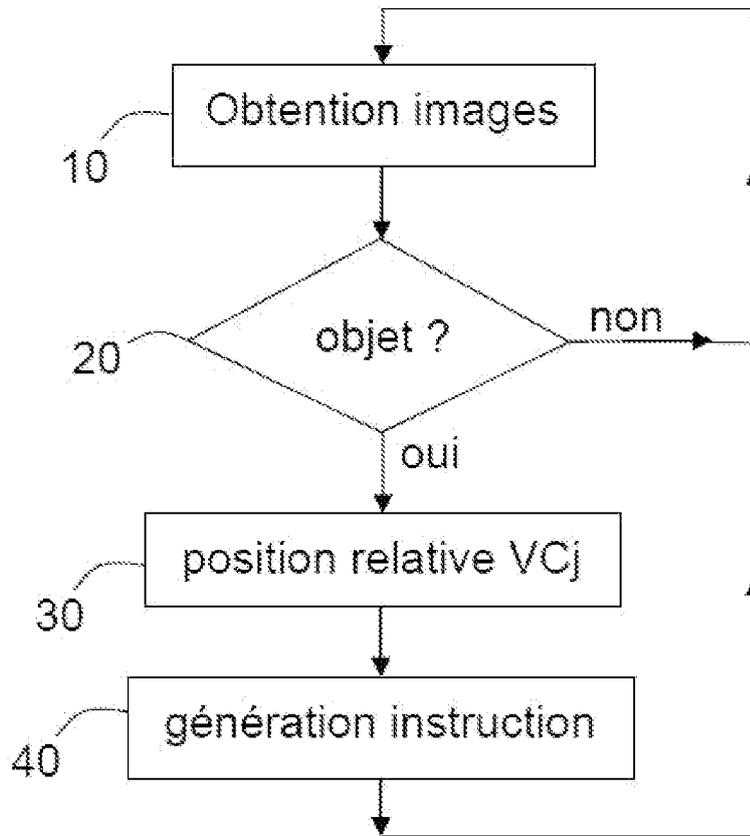
- obtenir des images successives dudit environnement acquises par ledit capteur (CP),
- analyser ces images acquises et obtenues afin de déterminer si elles contiennent au moins un objet, puis, dans l'affirmative, déterminer dans ces images acquises et obtenues une position relative de la voie de circulation de chaque objet déterminé par rapport à la voie de circulation (V<sub>Ck</sub>) sur laquelle circule ledit véhicule (V<sub>1</sub>), et
- générer une instruction de conduite configurée pour adapter la conduite dudit véhicule (V<sub>1</sub>), en fonction de la position relative de chaque voie de circulation (V<sub>Ck</sub>) déterminée pour chaque objet.

[Revendication 10] Véhicule (V<sub>1</sub>) à conduite au moins partiellement autonome, circulant sur une portion d'une route comprenant un nombre N de voies de circulation (V<sub>Ck</sub>) définies chacune par deux délimitations, avec  $N \geq 1$ , et comportant au moins un capteur (CP) acquérant des images d'un environnement au moins devant ledit véhicule (V<sub>1</sub>), caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif d'assistance (DA) selon la revendication 9.

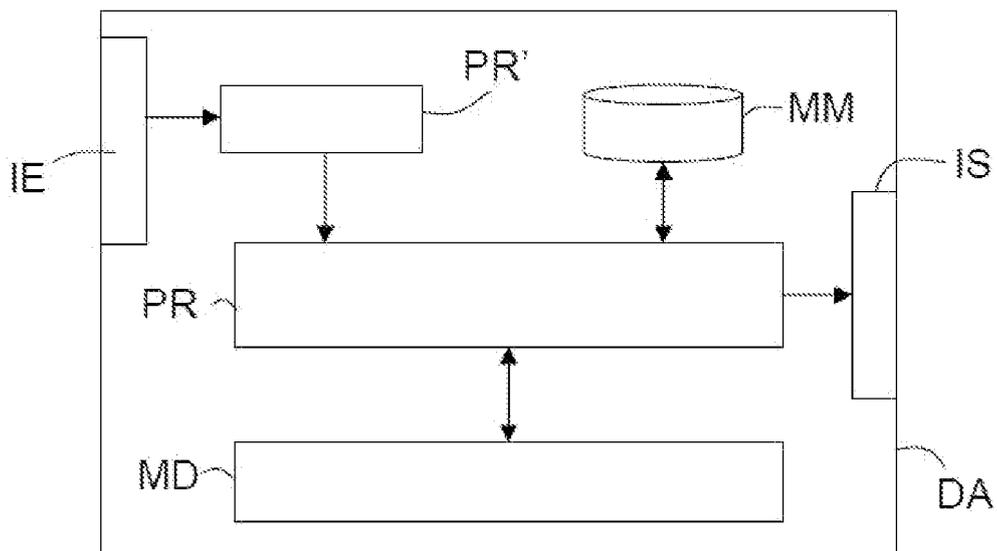
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]





**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

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

FA 863261  
FR 1901293

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	EP 3 401 182 A1 (VEONEER SWEDEN AB [SE]) 14 novembre 2018 (2018-11-14) * alinéas [0031] - [0037]; figures 1-4 *	1,8-10	B60W30/14 B60W40/04 G06T7/70 G06K9/62 G06N3/02
X	DE 10 2013 200462 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 18 juillet 2013 (2013-07-18) * alinéas [0006], [0016] - [0019]; figures 1,4, 5A-C *	1-4,8-10	
Y	DE 10 2013 104256 A1 (CONTI TEMIC MICROELECTRONIC [DE]) 30 octobre 2014 (2014-10-30) * alinéas [0008], [0014]; revendication 1; figure 1 *	5-7	
Y	DE 10 2017 100199 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 7 septembre 2017 (2017-09-07) * alinéas [0024], [0028] - [0030], [0040], [0041]; figure 4 *	5,6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B60W
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
16 octobre 2019		Elbel, Benedikte	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		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.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		.....	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1901293 FA 863261**

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 **16-10-2019**  
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
EP 3401182 A1	14-11-2018	EP 3401182 A1	14-11-2018
		WO 2018206403 A1	15-11-2018
-----			
DE 102013200462 A1	18-07-2013	CN 103204163 A	17-07-2013
		DE 102013200462 A1	18-07-2013
		GB 2499300 A	14-08-2013
		GB 2558386 A	11-07-2018
		US 2013184926 A1	18-07-2013
		US 2016039458 A1	11-02-2016
		US 2016039459 A1	11-02-2016
-----			
DE 102013104256 A1	30-10-2014	DE 102013104256 A1	30-10-2014
		US 2014324325 A1	30-10-2014
-----			
DE 102017100199 A1	07-09-2017	CN 106980814 A	25-07-2017
		DE 102017100199 A1	07-09-2017
		GB 2548200 A	13-09-2017
		US 2017206426 A1	20-07-2017
-----			