

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

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

**3 114 788**

②① N° d'enregistrement national : **20 10249**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **B 60 W 30/12 (2020.12), B 60 W 50/04, B 60 W 50/14**

①②

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ Procédé et dispositif de détermination d'un indicateur de comportement latéral dangereux d'un véhicule autonome circulant sur une voie de circulation.

②② Date de dépôt : 07.10.20.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *PSA Automobiles SA Société anonyme — FR.*

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 08.04.22 Bulletin 22/14.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 19.08.22 Bulletin 22/33.

⑦② Inventeur(s) : VIVET LUC.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

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

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑦④ Mandataire(s) :

**FR 3 114 788 - B1**



## Description

### **Titre de l'invention : Procédé et dispositif de détermination d'un indicateur de comportement latéral dangereux d'un véhicule autonome circulant sur une voie de circulation**

- [0001] L'invention concerne un procédé et un dispositif de détermination d'un comportement dangereux d'un véhicule autonome.
- [0002] On entend par « véhicule » tout type de véhicule tel qu'un véhicule automobile, un cyclomoteur, une motocyclette, un robot de stockage dans un entrepôt, etc. On entend par « conduite autonome » d'un « véhicule autonome » tout procédé apte à assister la conduite du véhicule. Le procédé peut ainsi consister à diriger partiellement ou totalement le véhicule ou à apporter tout type d'aide à une personne physique conduisant le véhicule. Le procédé couvre ainsi toute conduite autonome, du niveau 0 au niveau 5 dans le barème de l'OICA, pour Organisation International des Constructeurs Automobiles.
- [0003] L'alerte au franchissement de ligne est une assistance de conduite du véhicule connue. TW201938423 décrit une méthode et un dispositif pour déterminer un changement de voie imprévu du véhicule. Il ne considère pas les futurs changements de voie multiples et ne peut pas détecter des comportements de zigzag du véhicule, comportements dangereux.
- [0004] Un objet de la présente invention est de remédier au problème précité, en particulier de déterminer un comportement dangereux d'un véhicule autonome.
- [0005] A cet effet, un premier aspect de l'invention concerne un procédé de détermination d'un indicateur de comportement latéral dangereux d'un véhicule autonome circulant sur une voie de circulation, appelée égo-voie, délimitée par deux limites latérales. Ledit procédé comporte les étapes de :
- [0006] a. Détermination d'un temps avant franchissement d'une des deux limites latérales par ledit véhicule ;
- b. Confirmation d'un franchissement de l'égo-voie si le temps avant franchissement de ladite ligne est inférieure à un temps de confirmation ;
- c. Détermination d'un indicateur de comportement dangereux lorsque le temps entre au moins deux confirmations successives est inférieur à un temps de série.
- [0007] Ainsi, à l'aide des deux premières étapes, un futur franchissement d'une des deux limites latérales de l'égo-voie par le véhicule est déterminé de manière prédictive. Ceci a pour effet d'identifier un futur mouvement latéral du véhicule certain et rapide même si le véhicule n'a pas franchi une des deux limitations latérales de l'égo-voie. La

rapidité est déterminée par un temps avant franchissement inférieur à un seuil prédéterminé, le temps de confirmation. Ainsi, ne sont pas pris en compte les dérives latérales lente du véhicule. Egalement, les fausses détections lorsque le voie n'est pas rectilignes sont ainsi évitées.

- [0008] Une succession de deux mouvements latéraux certains et rapides, dans un temps bref (inférieur à un temps prédéterminé nommé temps de série) indique une oscillation de la trajectoire du véhicule, une trajectoire en zigzag du véhicule, et identifie donc un comportement dangereux du véhicule.
- [0009] Egalement, l'invention prend en compte non seulement la multitude de franchissement possible et futur sur une seule des limites latérales de l'égo-voie (par exemple que sur le côté gauche ou que sur le côté droit), mais aussi un futur franchissement d'une des deux limites latérales de l'égo-voie (côté gauche par exemple) puis de l'autre limite latérale de l'égo-voie (côté droit dans l'exemple).
- [0010] Avantagement, l'étape b) est suivie d'une étape d'infirmité de franchissement de l'égo-voie si le temps avant franchissement de ladite ego-voie devient supérieur à un temps d'infirmité. L'indicateur de comportement dangereux est alors déterminé lorsque le temps entre au moins deux séquences, confirmation d'un franchissement de l'égo-voie suivi d'une infirmité d'un franchissement de l'égo-voie, successives est inférieur à un temps de série.
- [0011] Ainsi, attendre une absence de franchissement pendant au moins un temps prédéterminé, temps nommé temps d'infirmité, rend la détermination de l'indicateur plus robuste vis-à-vis des incertitudes de mesures et des perturbations dues par exemple à des vibrations du véhicule. Cela diminue encore le risque d'une fausse détection d'un mouvement de zigzag du véhicule. Attendre au moins deux séquences laisse le temps de bien déterminer que le véhicule va et vient. Cela correspond à détecter, sur un horizon de temps donné, deux fois une première trajectoire qui prédit que le franchissement de l'égo-voie sera rapide, suivi d'une autre trajectoire avec une absence de franchissement de l'égo-voie.
- [0012] Avantagement, le procédé comporte en outre une étape d'alerte de comportement dangereux au conducteur lorsque l'indicateur de comportement dangereux est déterminé..
- [0013] Ainsi, le conducteur est informé du comportement dangereux de la conduite afin qu'il agisse. La source de ces oscillations de trajectoire provient soit de la conduite autonome, l'assistance de conduite, soit d'une manœuvre du conducteur s'il a repris la main sur la conduite autonome.
- [0014] Avantagement, le procédé comporte en outre une étape de détection d'anomalie d'une fonction de conduite autonome lorsque l'indicateur de comportement dangereux est déterminé.

- [0015] Lors d'une conduite autonome, la trajectoire du véhicule est régulée, le véhicule ne devrait pas faire de mouvement de zigzag. La détermination d'un comportement dangereux du véhicule indique alors un dysfonctionnement par exemple sur des mesures (Par exemple, une mesure d'angle volant avec une tension qui n'est plus stabilisée ce qui engendre des oscillations), sur des organes de commandes (Par exemple, une tension instable de commande d'un moteur de l'assistance de direction électrique), et/ou sur des calculateurs embarqués (par exemple, un calculateur apte à mettre en œuvre la conduite autonome avec des problèmes de surtensions ou des perturbations électromagnétiques).
- [0016] Avantageusement, le procédé comporte en outre une étape de désactivation de la fonction de conduite autonome lorsque l'indicateur de comportement dangereux est déterminé.
- [0017] Ainsi, ayant détecté une défaillance sur la fonction de conduite autonome, cette fonction est désactivée. Le véhicule n'aura alors plus un comportement dangereux. Idéalement, cette étape est précédée d'une étape d'alerte/information au conducteur afin qu'il reprenne en main la conduite du véhicule.
- [0018] Avantageusement, la fonction de conduite autonome est une fonction de maintien dans la voie.
- [0019] On entend par fonction de maintien dans la voie un système automatisé qui contrôle le déplacement latéral et longitudinal du véhicule pendant des périodes prolongées sans intervention du conducteur. Ce système, une fois activé, dirige le véhicule qui suit une trajectoire de référence, trajectoire qui n'effectue pas de zigzag. La détermination d'une trajectoire de zigzag rapide, alors que le système de maintien dans la voie est activé, implique une anomalie, un comportement non voulu.
- [0020] Un deuxième aspect de l'invention concerne un dispositif comprenant une mémoire associée à au moins un processeur configuré pour mettre en œuvre le procédé selon le premier aspect de l'invention.
- [0021] L'invention concerne aussi un véhicule terrestre à moteur comportant le dispositif.
- [0022] L'invention concerne aussi un programme d'ordinateur comprenant des instructions adaptées pour l'exécution des étapes du procédé lorsque ledit programme est exécuté par au moins un processeur.
- [0023] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description des modes de réalisation non limitatifs de l'invention ci-après, en référence aux figures annexées, sur lesquelles :
- [0024] [fig.1] illustre schématiquement un dispositif, selon un exemple particulier de réalisation de la présente invention.
- [0025] [fig.2] illustre schématiquement un procédé, selon un exemple particulier de réalisation de la présente invention.

- [0026] L'invention est décrite ci-après dans son application, non limitative, au cas d'un véhicule automobile autonome circulant sur une route. D'autres applications telles qu'un robot dans un entrepôt de stockage ou encore une motocyclette sur une route de campagne sont également envisageables.
- [0027] La **figure 1** représente un exemple de dispositif 101 compris dans le véhicule, dans un réseau (« cloud ») ou dans un serveur. Ce dispositif 101 peut être utilisé en tant que dispositif centralisé en charge d'au moins certaines étapes du procédé décrit ci-après en référence à la figure 2. Dans un mode de réalisation, il correspond à un calculateur de conduite autonome.
- [0028] Dans la présente invention, le dispositif 101 est compris dans le véhicule.
- [0029] Ce dispositif 101 peut prendre la forme d'un boîtier comprenant des circuits imprimés, de tout type d'ordinateur ou encore d'un téléphone mobile (« smartphone »).
- [0030] Le dispositif 101 comprend une mémoire vive 102 pour stocker des instructions pour la mise en œuvre par un processeur 103 d'au moins une étape du procédé tel que décrit ci-après. Le dispositif comporte aussi une mémoire de masse 104 pour le stockage de données destinées à être conservées après la mise en œuvre du procédé.
- [0031] Le dispositif 101 peut en outre comporter un processeur de signal numérique (DSP) 105. Ce DSP 105 reçoit des données pour mettre en forme, démoduler et amplifier, de façon connue en soi ces données.
- [0032] Le dispositif 101 comporte également une interface d'entrée 106 pour la réception des données mises en œuvre par le procédé selon l'invention et une interface de sortie 107 pour la transmission des données mises en œuvre par le procédé selon l'invention.
- [0033] La **figure 2** illustre schématiquement un procédé de détermination d'un indicateur de comportement latéral dangereux d'un véhicule autonome circulant sur une voie de circulation, appelée égo-voie, délimitée par deux limites latérales.
- [0034] L'étape 201, Init, est une étape d'initialisation où par exemple les valeurs prédéterminées sont fixées à certaines valeurs. C'est une étape qui peut être exécutée selon différents conditions comme par exemple l'activation ou non d'une fonction d'aide à la conduite, une vitesse minimum, le fait d'être sur une voie rapide, ...
- [0035] L'étape 202, Det T1, est une étape de détermination d'un temps avant franchissement d'une des deux limites latérales par ledit véhicule.
- [0036] Classiquement un véhicule autonome comporte des organes de perception de l'environnement de véhicule (par exemple caméra, RADAR, LIDAR, ultrasons, ou autres télémètres). Ces organes sont aptes à reconnaître l'égo-voie dans laquelle circule le véhicule et à reconnaître les limites latérales de l'égo-voie. Ces organes associés à des organes de géolocalisation (GPS, ...) et cartographie sont alors aptes à déterminer la trajectoire du véhicule par rapport à l'égo-voie, et donc à estimer à l'aide d'une mesure de vitesse du véhicule le temps avant franchissement par le véhicule d'une des

deux limites latérales de l'égo-voie.

- [0037] L'étape 203,  $T1 < T_{conf}$ , teste si le temps avant franchissement est inférieure un temps prédéterminé, ici nommé temps de confirmation. Dans un mode opératoire préféré, le temps de confirmation est de l'ordre de 1 seconde. Bien entendu dans un autre mode opératoire, le temps de confirmation peut prendre tout autre valeur.
- [0038] Si le résultat du test est négatif, on retourne à l'étape 201. Si le résultat du test est positif, le véhicule va franchir une des deux limites de l'égo-voie avant un temps donné, c'est ce qu'on entend par confirmation du franchissement de l'égo-voie.
- [0039] Dans l'étape 204, Det T2, le prochain temps avant franchissement de l'égo-voie est déterminé.
- [0040] L'étape 205,  $T2 > T_{inf}$ , teste si ce nouveau temps avant franchissement est supérieur à un temps prédéterminé, temps nommé temps d'infirmité. Dans un mode opératoire préféré, le temps d'infirmité est de l'ordre de 1,5 seconde. Bien entendu dans un autre mode opératoire, le temps de d'infirmité peut prendre tout autre valeur.
- [0041] Si le résultat du test est négatif, on retourne à l'étape 204. Si le résultat du test est positif, le véhicule ne va pas franchir une des deux limites avant temps minimum. Arrivé à cette étape, la trajectoire du véhicule allait tout d'abord franchir une des deux limites latérales de l'égo-voie dans un temps maximum, donc assez rapidement, puis, la trajectoire du véhicule s'éloigne nettement du franchissement de la limite pendant au moins un temps minimum.
- [0042] Dans cette description de mode opératoire, une séquence est l'enchaînement des étapes 202, 203, 204 et 205.
- [0043] Les étapes 206 (Det T1'), 207 ( $T1' > T_{conf}$ ), 208 (Det T2) et respectivement 209 ( $T2' > T_{inf}$ ) sont similaire aux étapes 202, 203, 204 et respectivement 205. L'enchaînement des étapes 206, 207, 208 et 209 est une deuxième séquence. La deuxième séquence suit la première séquence. Dans un mode opératoire, il est possible d'avoir un temps de confirmation et un temps d'infirmité différent selon la séquence afin de détecter, par exemple, une accélération des oscillations de la trajectoire synonyme d'anomalie importante.
- [0044] L'étape 210,  $T1 + T2 + T1' + T2' < T_{ser}$ , vérifie si la somme des temps est inférieure à un temps prédéterminé, ici nommé temps série. Dans un mode opératoire préféré, le temps série est de l'ordre de 10 seconde. Bien entendu dans un autre mode opératoire, le temps série peut prendre tout autre valeur.
- [0045] Si le résultat du test est négatif, le procédé recommence. Si le résultat du test est positif, les différentes étapes se sont enchaînée dans temps maximum, le temps série. Ainsi, dans un temps fixé, la trajectoire du véhicule à zigzagué : successivement la trajectoire du véhicule se dirige vers un franchissement rapide d'une des deux limites de l'égo-voie, puis retourne vers le centre de la voie, puis se dirige vers un deuxième fran-

chissement rapide, pas forcément du même côté de la voie, puis finalement retourne à nouveau vers le centre de la voie. Ceci détermine l'indicateur de comportement dangereux.

- [0046] Dans un autre mode opératoire, le procédé comporte en outre une étape d'alerte de comportement dangereux au conducteur lorsque l'indicateur de comportement dangereux est déterminé. Cette alerte est sonore, visuelle et/ou haptique. Le conducteur doit alors prendre des dispositions pour faire cesser ce comportement dangereux. Une première raison du mouvement en zigzag du véhicule peut provenir du conducteur. Celui-ci est en train de conduire le véhicule et n'est plus en état de conduire pour des raisons de fatigue, d'ébriété, ... Une deuxième raison du mouvement en zigzag est un dysfonctionnement des organes de pilotage du véhicule. Dans un mode opératoire, le procédé désactive alors la conduite autonome, ou une des fonctions de la conduite autonome comme le maintien dans la voie.
- [0047] La présente invention ne se limite pas aux formes de réalisation décrites ci-avant à titre d'exemples ; elle s'étend à d'autres variantes.
- [0048] Ainsi, on a décrit ci-avant un exemple de réalisation dans lequel la détermination d'un temps avant franchissement d'une des deux limites latérales par ledit véhicule est réalisée à l'aide d'organe de perception de l'environnement, donc d'organes embarqués dans le véhicule. Un véhicule communicant, ayant la capacité de traiter des ondes radiofréquence selon différentes normes de communication comme par exemple 3G, 4G, 5G, Wifi ou autres, peut communiquer avec les autres véhicules l'infrastructure ou autre. Le véhicule peut également déterminer un temps de franchissement à l'aide du traitement des informations communiquées par les autre véhicule, infrastructure ou autre.
- [0049] Egalement, on a décrit ci-avant un exemple de réalisation dans lequel l'indicateur de comportement dangereux est déterminé lorsque le temps entre deux séquences, confirmation d'un franchissement de l'égo-voie suivi d'une infirmation d'un franchissement de l'égo-voie, successives est inférieur à un temps de série. Dans un mode opératoire, l'indicateur de comportement dangereux est déterminé lorsque le temps entre trois séquences, ou plus, successives est inférieur à un temps de série. Ainsi, plus il y a de séquences prises en compte, plus certaine est la détermination de l'indicateur de comportement dangereux par rapport aux incertitudes de mesures ou par rapport aux différentes situations de conduite (manœuvres d'évitement, franchissement volontaire de ligne dynamique ...). Bien entendu, le temps de confirmation, le temps d'infirmation et le temps série peuvent être adaptée suivant le nombre de séquences pris en compte. De la même manière, dans un autre mode opératoire, l'indicateur de comportement dangereux est déterminé lorsque le temps entre trois confirmations successives est inférieur à un temps de série.

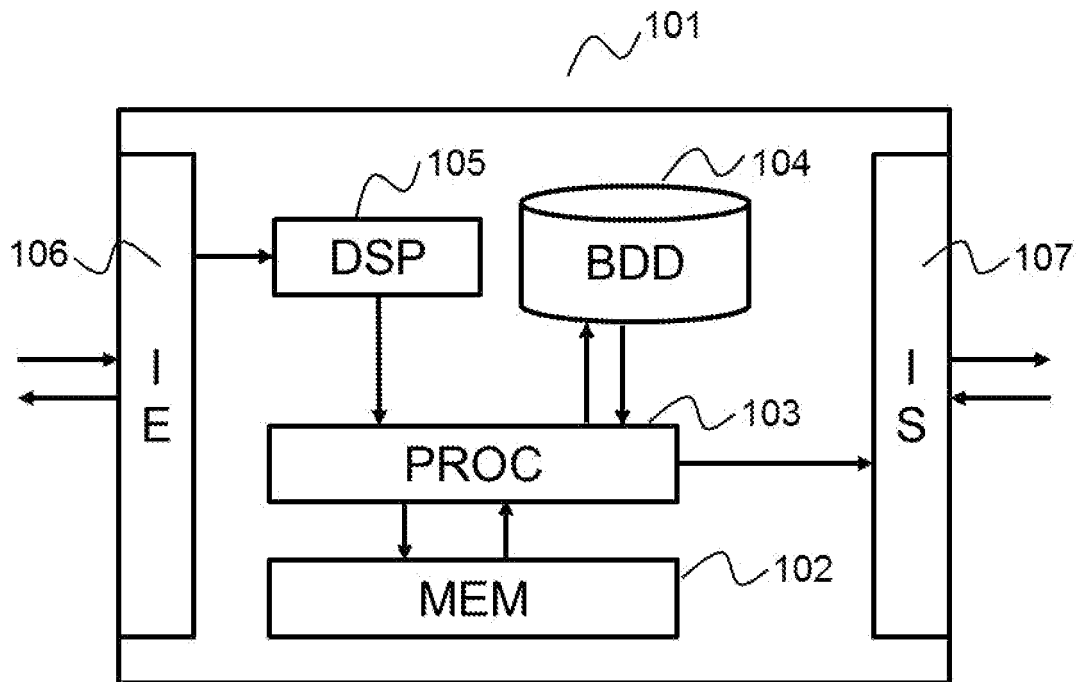
## Revendications

- [Revendication 1] Procédé de détermination d'un indicateur de comportement latéral dangereux d'un véhicule autonome circulant sur une voie de circulation, appelée égo-voie, délimitée par deux limites latérales, ledit procédé comportant les étapes de :
- a. Détermination (202) d'un temps avant franchissement d'une des deux limites latérales par ledit véhicule ;
  - b. Confirmation (203) d'un franchissement de l'égo-voie si le temps avant franchissement de ladite ligne est inférieure à un temps de confirmation ;
  - c. Détermination (210) d'un indicateur de comportement dangereux lorsque le temps entre au moins deux confirmations successives est inférieur à un temps de série.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1 dans lequel l'étape b) est suivie d'une étape (204, 205) d'infirmité de franchissement de l'égo-voie si le temps avant franchissement de ladite ego-voie devient supérieur à un temps d'infirmité, et dans lequel l'indicateur de comportement dangereux est déterminé lorsque le temps entre au moins deux séquences, confirmation d'un franchissement de l'égo-voie suivi d'une infirmité d'un franchissement de l'égo-voie, successives est inférieur à un temps de série.
- [Revendication 3] Procédé selon l'une des revendications 1 à 2, dans lequel le procédé comporte en outre une étape d'alerte de comportement dangereux au conducteur lorsque l'indicateur de comportement dangereux est déterminé.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le procédé comporte en outre une étape de détection d'anomalie d'une fonction de conduite autonome lorsque l'indicateur de comportement dangereux est déterminé.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le procédé comporte en outre une étape de désactivation de la fonction de conduite autonome lorsque l'indicateur de comportement dangereux est déterminé.
- [Revendication 6] Procédé selon l'une des revendications 4 à 5, dans lequel la fonction de conduite autonome est une fonction de maintien dans la voie.

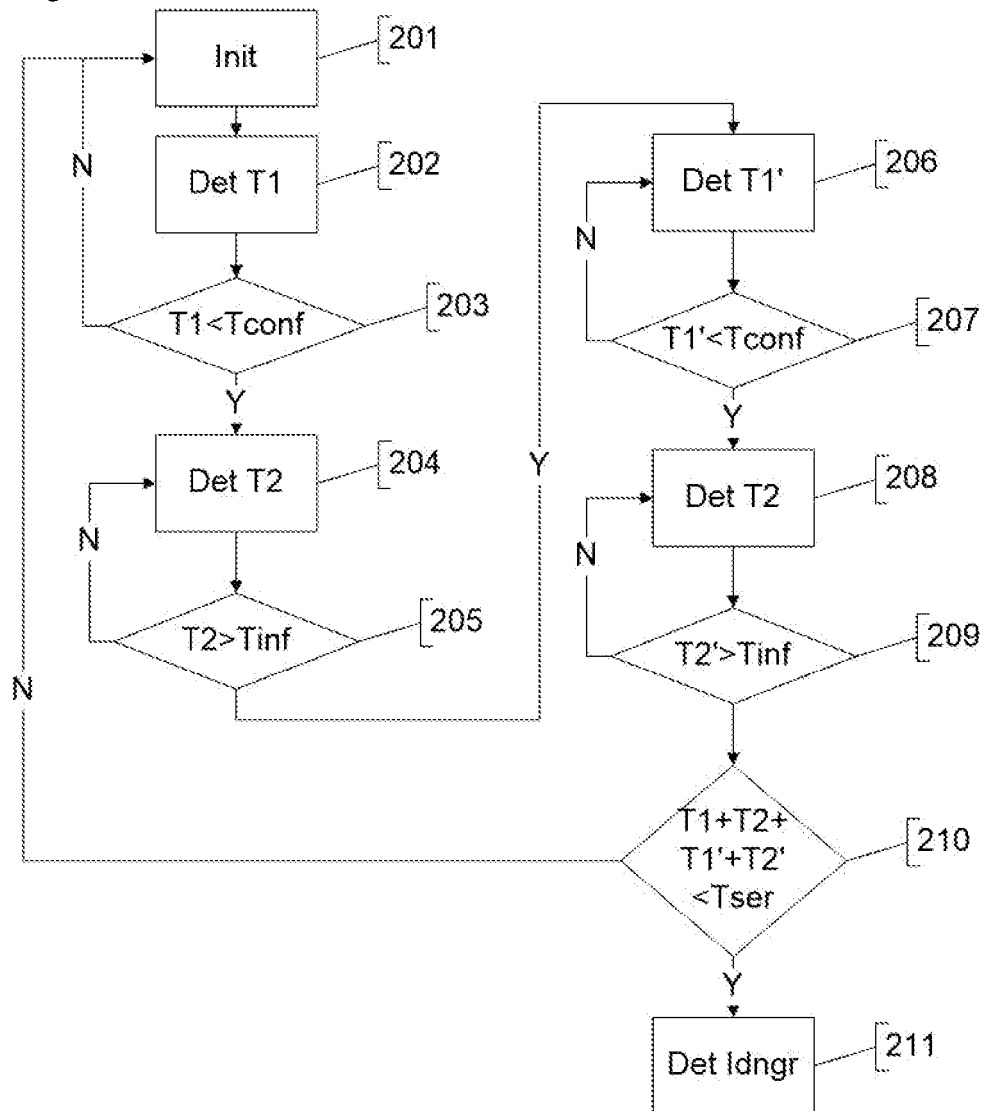


- [Revendication 7] Dispositif (101) comprenant une mémoire (102) associée à au moins un processeur (103) configuré pour mettre en œuvre le procédé selon l'une des revendication 1 à 6.
- [Revendication 8] Véhicule comportant le dispositif selon la revendication 7.
- [Revendication 9] Programme d'ordinateur comprenant des instructions adaptées pour l'exécution des étapes du procédé selon l'une des revendications 1 à 6 lorsque ledit programme est exécuté par au moins un processeur (103).

[Fig. 1]



[Fig. 2]



# RAPPORT DE RECHERCHE

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

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

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

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

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

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

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

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

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

NEANT

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

WO 2016/151554 A1 (LIGHTMETRICS TECH PVT LTD [IN]) 29 septembre 2016 (2016-09-29)

FR 3 085 332 A1 (PSA AUTOMOBILES SA [FR]) 6 mars 2020 (2020-03-06)

WO 2019/174397 A1 (HUAWEI TECH CO LTD [CN]) 19 septembre 2019 (2019-09-19)

US 2014/236414 A1 (DROZ PIERRE-YVES [US] ET AL) 21 août 2014 (2014-08-21)

EP 3 657 465 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP [JP]) 27 mai 2020 (2020-05-27)

US 2020/079368 A1 (YAMADA TOMOHIRO [JP] ET AL) 12 mars 2020 (2020-03-12)

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

NEANT