

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 140 842**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
②1 N° d'enregistrement national : **22 10530**
⑤1 Int Cl⁸ : **B 60 W 30/14 (2023.01), G 05 D 1/43, B 60 K 31/00**

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION** **A1**

②2 Date de dépôt : 13.10.22.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 19.04.24 Bulletin 24/16.

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) : VIVET LUC.

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

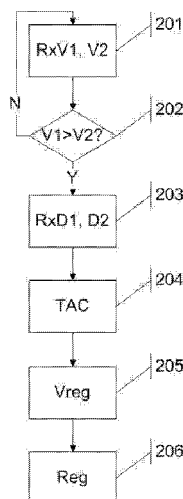
⑦4 Mandataire(s) : **Procédé et dispositif de régulation d'une vitesse d'un véhicule autonome.**

⑦5 L'invention concerne un procédé et un dispositif de ré-

gulation d'une vitesse d'un véhicule autonome en présence d'au moins deux objets cibles, dits respectivement premier objet et deuxième objet, ledit premier objet étant en amont d'une trajectoire dudit véhicule autonome, ledit deuxième objet

étant en amont d'une trajectoire dudit premier objet. La régulation (206) de la vitesse dudit véhicule est fonction d'une vitesse de régulation déterminée (205) à partir d'une première et d'une deuxième vitesse (201), et d'un temps avant contact (204).

Figure à publier pour l'abrégé : Figure 2



FR 3 140 842 - A1



Description

Titre de l'invention : Procédé et dispositif de régulation d'une vitesse d'un véhicule autonome.

Domaine technique de l'invention

[0001] L'invention est dans le domaine des systèmes d'aide à la conduite de véhicule autonome. En particulier, l'invention concerne un procédé et un dispositif de régulation d'une vitesse d'un véhicule autonome en présence d'au moins deux objets cibles.

Etat de la technique

[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] Les procédés aptes à assister la conduite du véhicule sont aussi nommés ADAS (de l'acronyme anglais « Advanced Driver Assistance Systems »), fonctions ADAS, systèmes ADAS ou systèmes d'aide à la conduite. Parmi ces systèmes ADAS, est connu un régulateur de vitesse adaptatif.

[0004] Le régulateur de vitesse adaptatif est également connu sous le nom d'ACC (de l'acronyme anglais « Auto Cruise Control »). Ce système maintient automatiquement une vitesse du véhicule, dit égo véhicule, à une valeur fixée par un occupant ou conducteur du véhicule, valeur dite vitesse de consigne, en respectant une distance de sécurité avec un objet précédant l'égo véhicule. Par exemple, un objet précédant l'égo véhicule est un véhicule terrestre, tout type d'obstacles, une perturbation quelconque ... L'objet est en amont de l'égo véhicule, sur une trajectoire possible de l'égo véhicule. La distance de sécurité est déterminée à partir d'un temps inter-véhicules, Tiv, fixé par le conducteur et à partir d'une vitesse de l'égo véhicule.

[0005] Un ACC utilise généralement une caméra implantée en haut d'un pare-brise de l'égo véhicule et un radar implanté dans un pare-chocs avant de l'égo véhicule afin de détecter et identifier des objets dans un environnement proche du véhicule. Un véhicule équipé d'un ACC est apte à détecter plusieurs objets devant l'égo véhicule, et est apte à déterminer des données associées à ces objets comme une vitesse, une position, des caractéristiques typant l'objet, ... Un objet est également dit objet cible si

cet objet intervient dans la mise en œuvre de l'ACC.

[0006] Un ensemble de manœuvre d'un ACC est typiquement, une activation de l'ACC par le conducteur après avoir renseigné une vitesse de consigne et un temps inter-véhicule. En l'absence de cible, l'ACC régule la vitesse du véhicule à la vitesse de consigne. Lorsqu'une cible est détectée, on dit que l'ACC accoste la cible : la vitesse du véhicule est adaptée en fonction de la distance inter-véhicule et de la vitesse consigne. Lorsque la cible n'est plus présente, la vitesse est adaptée en fonction ou non d'une nouvelle cible détectée.

[0007] Actuellement, un ACC conventionnel gère mal la régulation de vitesse de l'égo véhicule présence de deux objets distincts, le premier objet en amont d'une trajectoire de l'égo véhicule, le deuxième objet en amont d'une trajectoire du premier objet, en particulier, lorsque la vitesse du premier objet est supérieure à la vitesse du deuxième objet. Si l'égo véhicule, le premier véhicule et le deuxième véhicule circulent sur une même voie de circulation, le premier objet va entrer en collision avec le deuxième objet. Afin d'éviter la collision, le premier objet va certainement adopter un comportement brusque comme freiner ou changer de voie. Un ACC actuel a du mal à anticiper le comportement du premier objet dans cette situation. L'ACC va freiner fortement, et donc inconfortablement pour des occupants de l'égo véhicule, lorsque l'égo véhicule accostera le deuxième objet.

Résumé de l'invention

[0008] Un objet de la présente invention est de remédier au problème précité, en particulier de trouver un compromis sur l'ensemble d'une manœuvre en anticipant des comportements possibles du premier objet ou véhicule et en prenant en compte le deuxième objet. La vitesse du véhicule est régulée de manière plus proche comme le ferait un conducteur.

[0009] A cet effet, un premier aspect de l'invention concerne un procédé de régulation d'une vitesse d'un véhicule autonome en présence d'au moins deux objets cibles, dits respectivement premier objet et deuxième objet, ledit premier objet étant en amont d'une trajectoire dudit véhicule autonome, ledit deuxième objet étant en amont d'une trajectoire dudit premier objet, ledit procédé comportant les étapes de :

- Réception d'une vitesse dudit premier objet cible, dite première vitesse, et d'une vitesse dudit deuxième objet cible, dite deuxième vitesse ;
- Si ladite première vitesse est supérieure à la dite deuxième vitesse
 - Réception d'une première distance et d'une deuxième distance, ladite première distance étant une distance entre ledit véhicule autonome et ledit premier objet, ladite deuxième distance étant une distance entre ledit véhicule autonome et ledit deuxième objet ;

- Détermination d'un temps avant contact entre ledit premier objet et ledit deuxième objet ;
- Détermination d'une vitesse de régulation à partir de la dite première vitesse, de la dite deuxième vitesse et dudit temps avant contact ;
- Régulation de la vitesse dudit véhicule en fonction de ladite vitesse de régulation.

[0010] Le temps avant contact, ou TAC, est le temps, si les vitesses du premier objet et du deuxième objet ne changent pas, que met le premier objet à entrer en contact avec le deuxième objet. Si le premier objet et le deuxième objet circulent sur une même voie de circulation, le premier objet va entrer en collision avec le deuxième objet au bout du temps avant contact. Le temps avant contact est un indicateur de la dangerosité d'une situation de conduite. Plus le TAC est petit, plus le contact est imminent. Plus l'écart entre les vitesses du premier objet et du deuxième objet est grand, et/ou plus la vitesse du premier objet est élevée et/ou plus la vitesse du deuxième est faible, plus le changement de comportement du premier véhicule sera brusque.

[0011] La vitesse de régularisation est déterminée en prenant en compte les paramètres importants, vitesse du premier objet, vitesse du deuxième objet, et temps avant contact entre ledit premier objet et ledit deuxième objet. Puisque le régulateur de vitesse va utiliser la vitesse de régulation déterminée au lieu de la vitesse de consigne, l'invention permet alors d'anticiper un comportement du premier objet et l'accostage du deuxième objet.

[0012] Avantagement, ladite vitesse de régulation est déterminée en utilisant la formule $V_{reg} = V2 + \frac{V1-V2}{TTC_{hi}-TAC_{lo}} (TAC - TAC_{lo})$, où V_{reg} est ladite vitesse de régulation, $V1$ est ladite première vitesse, $V2$ est ladite deuxième vitesse, TAC est le temps avant contact déterminé, TAC_{hi} et TAC_{lo} sont des temps avant contact prédéterminés, TAC_{hi} étant strictement plus grand que TAC_{lo} .

[0013] Ainsi, plus le risque de contact ou de collision est grand (TAC est petit), plus la vitesse de régularisation est inférieure à la première vitesse. L'égo véhicule s'éloignera alors du premier objet de manière anticipée.

Inversement, plus TAC est grand, plus la vitesse de régularisation est grande. Toutefois, le régulateur maintient une distance de sécurité avec le premier objet en fonction du temps inter-véhicule fixé par le conducteur. Le régulateur ne fait pas dépasser la vitesse de l'égo véhicule au-delà de la vitesse de consigne.

Alors, la vitesse de régularisation varie principalement entre la deuxième vitesse et la première vitesse en fonction du temps avant contact entre le premier et le deuxième objet. Cette variation est continue et sans à-coups comme le fait un conducteur attentif. La variation de vitesse de l'égo véhicule est confortable tout en anticipant un com-

portement du premier objet et/ou un accostage futur avec le deuxième objet.

[0014] Avantageusement, ladite vitesse de régulation est saturée entre la dite deuxième vitesse et la dite première vitesse.

[0015] Ainsi, la vitesse de régulation est au minimum égale à la vitesse du deuxième objet, et est au maximum égale à la vitesse du premier objet. La vitesse de régularisation varie continuellement et sans à-coups entre la deuxième vitesse et la première vitesse. La variation de vitesse de l'égo véhicule est alors perçue confortable par un occupant de l'égo véhicule.

[0016] Avantageusement, ladite vitesse de régulation ne peut pas être inférieure à une vitesse de sécurité, ladite vitesse de sécurité étant égale à ladite première vitesse soustrait d'une valeur prédéterminée.

[0017] Ainsi, la vitesse de régulation sera au minimum égale la vitesse de sécurité. Dans un mode opératoire, la vitesse de régulation sera au minimum égale à un maximum entre la vitesse de sécurité et la deuxième vitesse. La vitesse de régularisation varie encore continuellement et sans à-coups. La vitesse minimum reste « assez proche » de la première vitesse, en effet plus la valeur prédéterminée est petite, plus la vitesse de sécurité est proche de la première vitesse. Cela permet à ce que la vitesse de régularisation ne soit pas trop éloignée de la première vitesse et/ou de la vitesse de consigne. Cela permet de prendre en compte le cas où le premier objet circule à une vitesse élevée, proche d'une vitesse limite, par exemple sur autoroute. Dans cette situation, la distance inter-véhicules entre l'égo véhicule et le premier objet est grande. Un conducteur accepte naturellement de circuler plus rapidement qu'un deuxième objet qu'il voit au loin devant le premier objet ayant au moins une voie pour se dégager d'une possible futures situation dangereuse (par exemple, un deuxième objet accidenté, en panne ...).

[0018] Avantageusement, ledit temps avant contact, *TAC*, est déterminé en utilisant la formule $TAC = \frac{D2-D1}{V1-V2}$, où *D1* est ladite première distance, *D2* est la dite deuxième distance, *V1* est ladite première vitesse, et *V2* est ladite deuxième vitesse.

[0019] Le temps avant contact est déterminé de manière très simple. C'est une estimation d'une distance entre le premier objet et le deuxième objet. Il n'est pas nécessaire de connaître une longueur dans le sens longitudinal du premier objet.

[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 comportant le dispositif.

[0022] L'invention concerne aussi un programme d'ordinateur comprenant des instructions qui, lorsque le programme est exécuté par le dispositif selon le deuxième aspect de

l'invention, conduisent celui-ci à mettre en œuvre le procédé selon le premier aspect de l'invention.

Brève description des figures

[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 de régulation d'une vitesse d'un véhicule autonome, selon un exemple particulier de réalisation de la présente invention.

Description détaillée de l'invention

[0026] L'invention est décrite ci-après dans son application, non limitative, au cas d'un véhicule automobile autonome circulant sur une route ou sur une voie de circulation. 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 [Fig.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 [Fig.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-avant. 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] Par exemple, l'interface d'entrée 106 peut réceptionner les données suivantes : position ou localisation géographique du véhicule, vitesse et/ou accélération du véhicule, positions/vitesses/accélérations consignées ou prédéterminées, régime moteur,

position et/ou course de la pédale d'embrayage, de frein et/ou d'accélération, détection d'autres véhicules ou objets, position ou localisation géographique des autres véhicules ou objets détectés, vitesse et/ou accélération des autres véhicules ou objets détectés, états de fonctionnement de capteurs, indice de confiance de données issues ou traitées par des capteurs et/ou dispositifs similaires au dispositif 101. Par exemple, les capteurs aptes à fournir des données sont : GPS associé ou non à une cartographie, tachymètres, accéléromètres, RADAR, LIDAR, lasers, ultra-sons, caméra ... Également, des capteurs non présents dans le véhicule peuvent transmettre ces données par l'intermédiaire d'ondes électro-magnétiques, lumineuses, ou autres et d'un protocole de communication, et d'autres capteurs présents dans l'égo véhicule sont aptes à réceptionner ces données.

Par exemple, l'interface d'entrée 106 peut également réceptionner les données de temps avant contact entre un premier et deuxième objets circulant en amont d'une trajectoire de l'égo véhicule.

[0034] Par exemple, l'interface de sortie 107 peut transmettre des données similaires aux données réceptionnée par l'interface d'entrée 106 ou transmettre des données comme une vitesse de régulation.

[0035] La [Fig.2] illustre schématiquement un procédé de régulation d'une vitesse d'un véhicule autonome, dit égo véhicule, selon un exemple particulier de réalisation de la présente invention. Au moins deux objets cibles, dits respectivement premier objet et deuxième objet, sont présents dans un environnement de l'égo véhicule.

[0036] Des capteurs présents dans le véhicule ou à l'extérieur du véhicule, après un traitement de données, sont aptes à détecter ces objets et sont aptes à déterminer des données relatives à ces objets. En particulier, ces capteurs sont aptes à déterminer :

- si ledit premier objet est en amont d'une trajectoire dudit véhicule autonome,
- si ledit deuxième objet est en amont d'une trajectoire dudit premier objet,
- une vitesse du premier objet, une vitesse du deuxième objet,
- une distance entre l'égo véhicule et le premier objet,
- une distance entre le premier objet et le deuxième objet, ...

[0037] Il n'est pas nécessaire que le premier objet et/ou le deuxième objets circulent sur une même voie de circulation que l'égo véhicule. Par exemple, si le premier objet et le deuxième objet sont sur une voie adjacente à la voie sur laquelle circule l'égo véhicule, le problème susmentionné peut être présent lorsque l'égo véhicule change de voie pour aller circuler sur la voie sur laquelle circule le premier objet. Autre exemple, si l'égo véhicule circule sur la même voie que le premier objet et si le deuxième objet circule sur une voie adjacente, le problème susmentionné peut être présent lorsque l'égo véhicule change de voie pour aller circuler sur la voie sur laquelle circule le deuxième objet.

- [0038] L'étape 201, RxV1, V2, est une étape de réception d'une vitesse dudit premier objet cible, dite première vitesse, et d'une vitesse dudit deuxième objet cible, dite deuxième vitesse. Les vitesses sont réceptionnées par l'interface 106 du dispositif 101.
- [0039] L'étape 202, V1>V2 ?, est une étape de test pour déterminer si ladite première vitesse est supérieure à la dite deuxième vitesse. Dans l'affirmative, on passe à l'étape 203.
- [0040] L'étape 203, RxD1, D2, est une étape de réception d'une première distance et d'une deuxième distance, ladite première distance étant une distance entre ledit véhicule autonome et ledit premier objet, ladite deuxième distance étant une distance entre ledit véhicule autonome et ledit deuxième objet. Les distances sont réceptionnées par l'interface 106 du dispositif 101.
- [0041] L'étape 204, TAC, est une étape de détermination d'un temps avant contact entre ledit premier objet et ledit deuxième objet. Le temps avant contact peut être déterminé de plusieurs façons. Dans un mode opératoire, ledit temps avant contact, *TAC*, est déterminé en utilisant la formule $TAC = \frac{D2-D1}{V1-V2}$, où *D1* est ladite première distance, *D2* est la dite deuxième distance, *V1* est ladite première vitesse, et *V2* est ladite deuxième vitesse. Dans un autre mode opératoire, le temps avant contact est lissé, par un filtrage numérique, sur une fenêtre de temps prédéterminée. Dans un autre mode opératoire, l'interface d'entrée réception des données représentative d'une longueur du premier objet et le temps avant contact est en plus fonction de cette longueur. Dans un autre mode opératoire, l'interface d'entrée 106 réceptionne la distance entre l'égo véhicule et le premier objet et une distance relative entre le deuxième objet et le premier objet. Ladite distance relative est déterminée par ledit premier objet et/ou un moyen en bord de route. Cette détermination est transmise par une onde électromagnétique, puis réceptionnée par l'égo véhicule par un dispositif similaire au dispositif 101.
- [0042] L'étape 205, Vreg, est une étape de détermination d'une vitesse de régulation à partir de la dite première vitesse, de la dite deuxième vitesse et dudit temps avant contact.
- [0043] Le temps avant contact, ou TAC, est le temps, si les vitesses du premier objet et du deuxième objet ne changent pas, que met le premier objet à entrer en contact avec le deuxième objet. Si le premier objet et le deuxième objet circulent sur une même voie de circulation, le premier objet va entrer en collision avec le deuxième objet au bout du temps avant contact. Le temps avant contact est un indicateur de la dangerosité d'une situation de conduite. Plus le TAC est petit, plus le contact est imminent. Plus l'écart entre les vitesses du premier objet et du deuxième objet est grand, et/ou plus la vitesse du premier objet est élevée et/ou plus la vitesse du deuxième est faible, plus le changement de comportement du premier véhicule sera brusque. Si le premier objet et le deuxième objet ne circulent pas sur une même voie de circulation, plus le temps

avant contact est petit et plus l'accostage avec le deuxième objet sera brusque.

[0044] La vitesse de régularisation est déterminée en prenant en compte les paramètres importants, vitesse du premier objet, vitesse du deuxième objet, et temps avant contact entre ledit premier objet et ledit deuxième objet. Puisque le régulateur de vitesse va utiliser la vitesse de régulation déterminée au lieu de la vitesse de consigne, l'invention permet alors d'anticiper un comportement du premier objet et l'accostage du deuxième objet.

[0045] Plusieurs méthodes permettent de calculer cette vitesse de régulation en fonction du temps avant contact entre le premier et le deuxième objet, en fonction de la première vitesse et en fonction de la deuxième vitesse. Par exemple, si temps avant contact est supérieur à un seuil (par exemple 1 seconde, d'autres valeurs sont possibles) la vitesse de régulation est égale à la première vitesse, sinon la vitesse de régulation est égale à la deuxième vitesse. Le saut de vitesse, entre la première vitesse et la deuxième vitesse, surtout si l'écart entre ces deux vitesses est grand, peut alors être adouci ou lissé en utilisant un filtre numérique.

[0046] Avantagement, ladite vitesse de régulation est déterminée en utilisant la formule $V_{reg} = V2 + \frac{V1-V2}{TAC_{hi}-TAC_{lo}} (TAC - TAC_{lo})$, où V_{reg} est ladite vitesse de régulation, $V1$ est ladite première vitesse, $V2$ est ladite deuxième vitesse, TAC est le temps avant contact déterminé, TAC_{hi} et TAC_{lo} sont des temps avant contact prédéterminés, TAC_{hi} étant strictement plus grand que TAC_{lo} .

[0047] Ainsi, plus le risque de contact ou de collision est grand (TAC est petit), plus la vitesse de régularisation est inférieure à la première vitesse. L'égo véhicule s'éloignera alors du premier objet de manière anticipée.

Inversement, plus TAC est grand, plus la vitesse de régularisation est grande. Toutefois, le régulateur maintient une distance de sécurité avec le premier objet en fonction du temps inter-véhicule fixé par le conducteur. Le régulateur ne fait pas dépasser la vitesse de l'égo véhicule au-delà de la vitesse de consigne.

Alors, la vitesse de régularisation varie principalement entre la deuxième vitesse et la première vitesse en fonction du temps avant contact entre le premier et le deuxième objet. Cette variation est continue et sans à-coups comme le fait un conducteur attentif. La variation de vitesse de l'égo véhicule est confortable tout en anticipant un comportement du premier objet et/ou un accostage futur avec le deuxième objet.

[0048] Les temps avant contact prédéterminés, TAC_{hi} et TAC_{lo} , sont des paramètres de réglage. Ils sont obtenus, par exemple, à l'aide de simulations, d'essais sur véhicules, ... Ils permettent de compenser une erreur de mesure du temps avant contact si la longueur du premier objet n'est pas connue. TAC_{lo} , « *lo* » pour « *low* », de l'anglais « *bas* », est inférieure à TAC_{hi} , « *hi* » pour « *high* » de l'anglais « *haut* ».

- [0049] Par exemple, une valeur de TAC_{lo} est comprise entre 0,2 et 1 seconde. D'autres valeurs sont possibles. Si le temps avant contact devient inférieur à TAC_{lo} , le premier objet est très proche du deuxième objet (environ 5 mètres, si $V1=35$ m/s, $V2=25$ m/s et $TAC=0,5$ s), il va certainement effectuer une manœuvre d'évitement ou de freinage brusque. L'invention permet de réduire la vitesse de régulation progressivement lorsque le TAC diminue. La vitesse de régulation va devenir inférieure à la deuxième vitesse pour limiter les risques d'une collision entre l'égo véhicule et le deuxième véhicule dans le cas où le conducteur de l'égo véhicule n'a pas déjà repris la main sur la régulation de vitesse.
- [0050] Par exemple, une valeur de TAC_{hi} est comprise entre 2 et 15 secondes. D'autres valeurs sont possibles. Si le temps avant contact devient supérieur à TAC_{hi} , le premier objet est à une distance confortable du deuxième objet (environ 50 mètres, si $V1=35$ m/s, $V2=25$ m/s et $TAC=10$ s). Cela laisse plus de temps et de distance au premier objet d'effectuer une manœuvre d'évitement ou d'effectuer un freinage progressif. La vitesse de régulation va devenir supérieure à la première vitesse. Cependant, le régulateur prend en compte aussi la vitesse consigne et le temps inter-véhicule, donc la distance inter-véhicules aussi, entre l'égo véhicule et le premier objet. Naturellement, la vitesse de l'égo véhicule va tendre vers la première vitesse, si la première vitesse est inférieure à la vitesse consigne. Ainsi, cela laisse également du temps et de la distance pour le conducteur de l'égo véhicule à réagir.
- [0051] Avantagement, ladite vitesse de régulation est saturée entre la dite deuxième vitesse et la dite première vitesse. Si le temps avant contact devient inférieure à TAC_{lo} , la vitesse de régulation est égale à la deuxième vitesse. L'égo véhicule s'éloignera du premier objet qui circule à la première vitesse plus grande que la deuxième vitesse, laissant ainsi du temps et de la distance au conducteur de l'égo véhicule pour réagir. L'égo véhicule commencent l'accostage avec le deuxième véhicule évitant ainsi de forts freinages. Si le temps avant contact devient supérieure à TAC_{hi} , la vitesse de régulation est égale à la première vitesse. Il y un moindre risque de contact ou de collision, l'égo véhicule maintient sa distance avec le premier objet.
- [0052] Ainsi, la vitesse de régulation est au minimum égale à la vitesse du deuxième objet, et est au maximum égale à la vitesse du premier objet. La vitesse de régularisation varie continuellement et sans à-coups entre la deuxième vitesse et la première vitesse. On évite ainsi de trop ralentir ou de trop accélérer. La variation de vitesse de l'égo véhicule est alors perçue confortablement par un occupant de l'égo véhicule.
- [0053] Avantagement, ladite vitesse de régulation ne peut pas être inférieure à une vitesse de sécurité, ladite vitesse de sécurité étant égale à ladite première vitesse soustrait d'une valeur prédéterminée. Ainsi, la vitesse de régulation sera au minimum égale la vitesse de sécurité. Dans un mode opératoire, la vitesse de régulation sera au

minimum égale à un maximum entre la vitesse de sécurité et la deuxième vitesse. La vitesse de régularisation varie encore continuellement et sans à-coups. La vitesse minimum reste « assez proche » de la première vitesse, en effet plus la valeur prédéterminée est petite, plus la vitesse de sécurité est proche de la première vitesse. Cela permet à ce que la vitesse de régularisation ne soit pas trop éloignée de la première vitesse et/ou de la vitesse de consigne. Cela permet de prendre en compte le cas où le premier objet circule à une vitesse élevée, proche d'une vitesse limite, par exemple sur autoroute. Dans cette situation, la distance inter-véhicules entre l'égo véhicule et le premier objet est grande. Un conducteur accepte naturellement de circuler plus rapidement qu'un deuxième objet qu'il voit au loin devant le premier objet ayant au moins une voie pour se dégager d'une possible futures situation dangereuse (par exemple, un deuxième objet accidenté, en panne ...).

- [0054] Par exemple, la valeur prédéterminée est comprise entre 4 et 10 m/s. d'autres valeurs sont possibles. Ainsi, par exemple sur autoroute, si $V1=35$ m/s, si $V2=25$ m/s, si la valeur prédéterminée est égale à 6 m/s, la vitesse de régulation n'est pas inférieure à 29 m/s. Le véhicule est ressenti plus sportivement à haute vitesse (poche de la vitesse limite sur autoroute) qu'à plus faible vitesse (par exemple sur route départementale).
- [0055] L'étape 206, reg, est une étape de régulation de la vitesse dudit véhicule en fonction de ladite vitesse de régulation. Un ACC prend en compte le temps inter-véhicule fixé par le conducteur, la vitesse consigne fixée par le conducteur et la vitesse de régulation. Le régulateur va permettre de faire converger la vitesse du véhicule vers la vitesse de régulation déterminée par l'invention tout en respectant les consignes du conducteur, et ainsi obtenir les avantages susmentionnés de l'invention.
- [0056] 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.
- [0057] Ainsi, on a décrit ci-avant un mode de réalisation dans lequel l'invention était décrite dans le cadre de l'application à la régulation adaptative de vitesse. L'invention n'est pas limitée à une telle application et peut être mise en œuvre par exemple pour des procédés / dispositifs de maintien dans la voie ou encore de prise de décision pour le changement de voie, ou autres système ADAS qui utilisent une régulation de la vitesse.
- [0058] On a aussi décrit ci-avant un mode de réalisation dans lequel deux objets sont détectés. L'invention n'est pas limitée à une telle application et peut être mise en œuvre par exemple lorsque plus de deux objets sont détectés.
- [0059] Des équations et calculs ont en outre été détaillés. L'invention n'est pas limitée à la forme de ces équations et calculs, et s'étend à tout type d'autre forme mathématiquement équivalente.
- [0060] En outre, les étapes décrites en référence à la [Fig.2] l'ont été dans un ordre précis. Un ordre différent est également envisageable. Par exemple, l'étape 203 peut être

réalisée avant ou simultanément avec l'étape 201.

Revendications

[Revendication 1] Procédé de régulation d'une vitesse d'un véhicule autonome en présence d'au moins deux objets cibles, dits respectivement premier objet et deuxième objet, ledit premier objet étant en amont d'une trajectoire dudit véhicule autonome, ledit deuxième objet étant en amont d'une trajectoire dudit premier objet, ledit procédé comportant les étapes de :

- Réception (201) d'une vitesse dudit premier objet cible, dite première vitesse, et d'une vitesse dudit deuxième objet cible, dite deuxième vitesse ;
- Si (202) ladite première vitesse est supérieure à la dite deuxième vitesse
 - Réception (203) d'une première distance et d'une deuxième distance, ladite première distance étant une distance entre ledit véhicule autonome et ledit premier objet, ladite deuxième distance étant une distance entre ledit véhicule autonome et ledit deuxième objet ;
 - Détermination (204) d'un temps avant contact entre ledit premier objet et ledit deuxième objet ;
 - Détermination (205) d'une vitesse de régulation à partir de la dite première vitesse, de la dite deuxième vitesse et dudit temps avant contact ;
 - Régulation (206) de la vitesse dudit véhicule en fonction de ladite vitesse de régulation.

[Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel ladite vitesse de régulation est déterminée en utilisant la formule

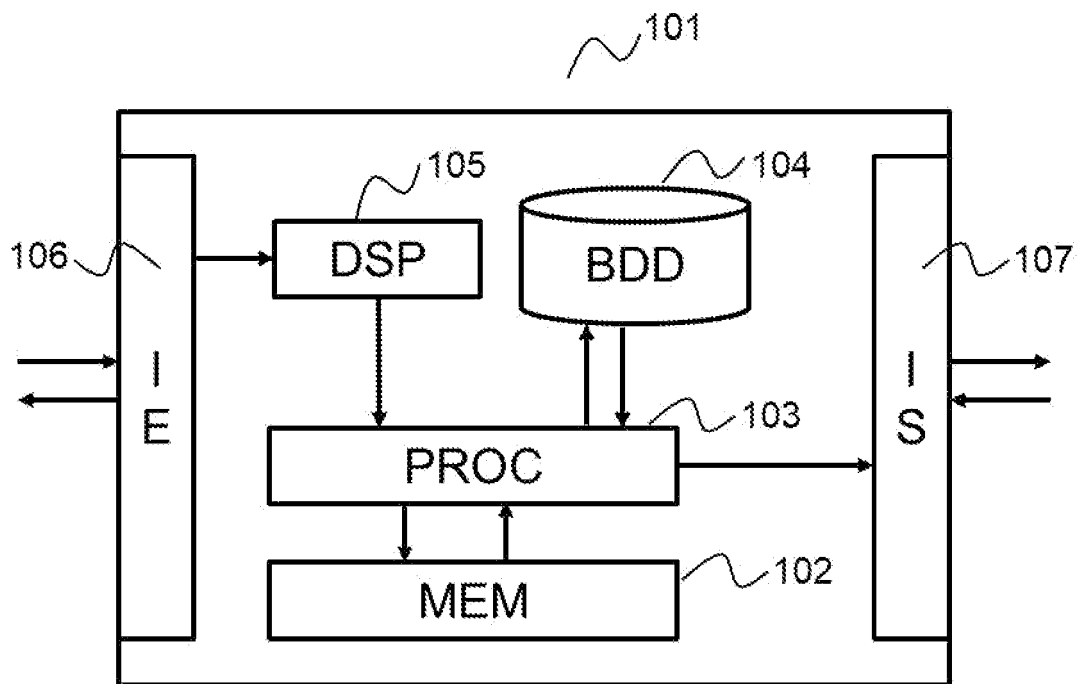
$$V_{reg} = V2 + \frac{V1-V2}{TAC_{hi}-TAC_{lo}} (TAC - TAC_{lo}),$$

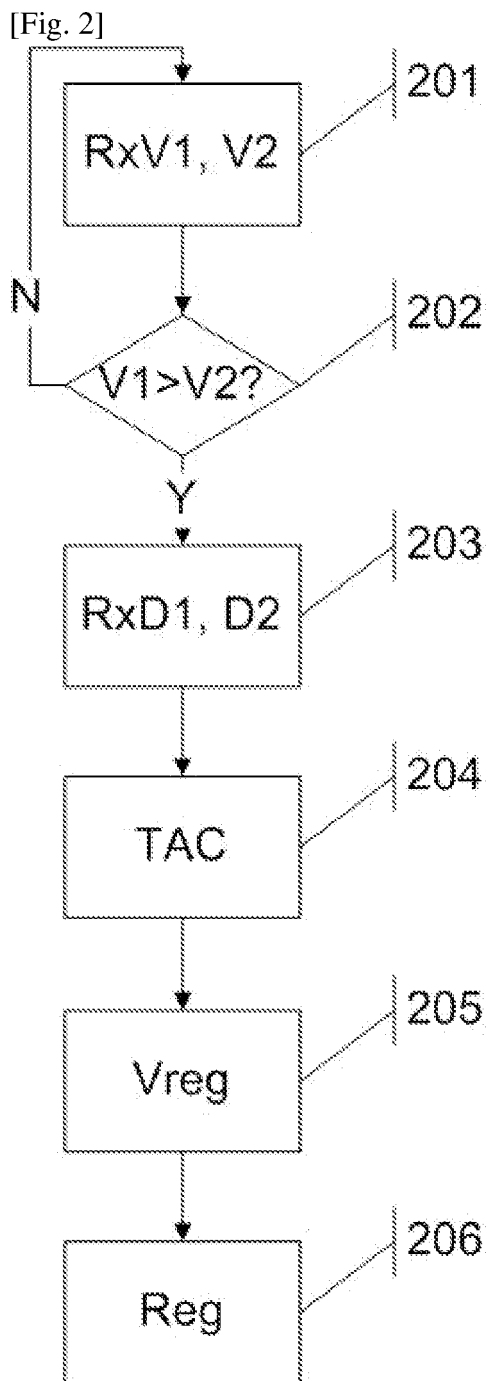
où V_{reg} est ladite vitesse de régulation, $V1$ est ladite première vitesse, $V2$ est ladite deuxième vitesse, TAC est le temps avant contact déterminé, TAC_{hi} et TAC_{lo} sont des temps avant contact prédéterminés, TAC_{hi} étant strictement plus grand que TAC_{lo} .

[Revendication 3] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ladite vitesse de régulation est saturée entre la dite deuxième vitesse et la dite

- première vitesse.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ladite vitesse de régulation ne peut pas être inférieure à une vitesse de sécurité, ladite vitesse de sécurité étant égale à ladite première vitesse soustrait d'une valeur prédéterminée.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit temps avant contact, *TAC*, est déterminé en utilisant la formule $TAC = \frac{D2-D1}{V1+V2}$, où *D1* est ladite première distance, *D2* est la dite deuxième distance, *V1* est ladite première vitesse, et *V2* est ladite deuxième vitesse.
- [Revendication 6] Dispositif (101) comprenant une mémoire (102) associée à au moins un processeur (103) configuré pour mettre en œuvre le procédé selon l'une des revendications précédentes.
- [Revendication 7] Véhicule comportant le dispositif selon la revendication précédente.
- [Revendication 8] Programme d'ordinateur comprenant des instructions qui, lorsque le programme est exécuté par le dispositif (101), conduisent celui-ci à mettre en œuvre le procédé selon l'une des revendication 1 à 5.

[Fig. 1]





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 911300
FR 2210530

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	WO 2020/157407 A1 (PSA AUTOMOBILES SA [FR]) 6 août 2020 (2020-08-06)	1, 3-8	B60W30/14 G05D1/02 B60K31/00
A	* pages 8-9; figure 2 * -----	2	
X	DE 10 2007 057722 A1 (DAIMLER AG [DE]) 4 juin 2009 (2009-06-04)	1, 5-8	
A	* alinéas [0023] - [0029]; figures 1, 2 * -----	2	
X	US 2011/106391 A1 (SHIDA MITSUHISA [JP]) 5 mai 2011 (2011-05-05)	1, 5-8	
A	* alinéas [0038] - [0070]; figures 2, 3 * -----	2	
A	EP 1 426 911 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 9 juin 2004 (2004-06-09) * le document en entier *	1-8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	FR 2 770 016 A1 (RENAULT [FR]) 23 avril 1999 (1999-04-23) * le document en entier * -----	1-8	
			B60W
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
1 juin 2023		Granier, Frédéric	
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 2210530 FA 911300**

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 **01-06-2023**
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
WO 2020157407 A1	06-08-2020	CN 113382907 A	10-09-2021
		EP 3917815 A1	08-12-2021
		FR 3092304 A1	07-08-2020
		WO 2020157407 A1	06-08-2020

DE 102007057722 A1	04-06-2009	DE 102007057722 A1	04-06-2009
		WO 2009068128 A1	04-06-2009

US 2011106391 A1	05-05-2011	CN 102076542 A	25-05-2011
		EP 2404804 A1	11-01-2012
		JP 5088444 B2	05-12-2012
		JP WO2010100725 A1	06-09-2012
		US 2011106391 A1	05-05-2011
		WO 2010100725 A1	10-09-2010

EP 1426911 A1	09-06-2004	DE 10256529 A1	24-06-2004
		EP 1426911 A1	09-06-2004

FR 2770016 A1	23-04-1999	EP 1023195 A1	02-08-2000
		FR 2770016 A1	23-04-1999
		WO 9920481 A1	29-04-1999
