

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
17 août 2017 (17.08.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/137612 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B60W 30/09 (2012.01) *B60W 50/14* (2012.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2017/053085

(22) Date de dépôt international :
10 février 2017 (10.02.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1651085 11 février 2016 (11.02.2016) FR

(71) Déposant : VALEO COMFORT AND DRIVING AS-
SISTANCE [FR/FR]; 76 rue Auguste Perret - ZI Euro-
parc, 94046 Créteil Cedex (FR).

(72) Inventeurs : MAROUDIS, Pantelis; C/o Valeo Comfort
and Driving Assistance, 76 rue Auguste Perret - ZI Euro-
parc, 94046 Créteil Cedex (FR). PINOTEAU, Jérémie;
C/o Valeo Comfort and Driving Assistance, 76 rue Au-
guste Perret - ZI Europarc, 94046 Créteil Cedex (FR).

(74) Mandataire : DELPLANQUE, Arnaud; C/o Valeo Com-
fort and Driving Assistance, Propriété Intellectuelle, 76,

rue Auguste Perret - ZI Europarc, 94046 Créteil Cedex
(FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS,
RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY,
TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN,
ZA, ZM, ZW.

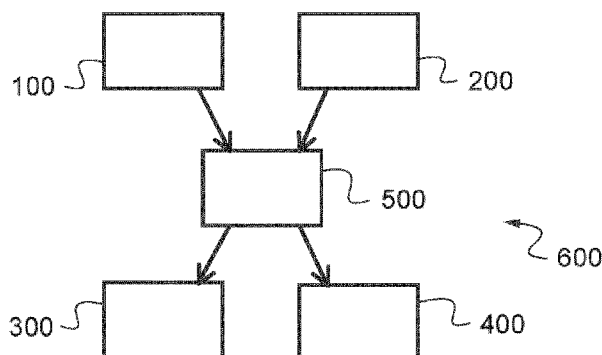
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : ANTICOLLISION DEVICE AND METHOD FOR A MOTOR VEHICLE

(54) Titre : DISPOSITIF ET MÉTHODE ANTI-COLLISION POUR UN VÉHICULE AUTOMOBILE

Fig.1



(57) Abstract : The invention relates to an anticollision device (600) for a motor vehicle, comprising a device (100) for monitoring a driver of said vehicle, suitable for measuring a monitoring parameter of the driver; a device (200) for detecting an obstacle liable to generate a collision with the motor vehicle, suitable for determining the time before collision between the obstacle and the vehicle; a warning device (300) suitable for emitting an alarm signal intended for the driver; and an avoidance device (400) suitable for making the vehicle slow down or change direction so as to prevent said collision, wherein provision is furthermore made for a control unit (500) that is programmed to get the warning device (300) to emit the alarm signal when the determined time before collision is shorter than a first threshold value, and to make the vehicle slow down or change direction via the avoidance device (400) when the determined time before collision is shorter than a second threshold value, this second threshold value being lower than or equal to said first threshold value, at least one of said first and second threshold values being determined by this control unit (500) depending on said monitoring parameter. It also relates to an associated anticollision method.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2017/137612 A1

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))

L'invention concerne un dispositif anti-collision (600) pour un véhicule automobile, comprenant un dispositif de surveillance (100) d'un conducteur dudit véhicule adapté à mesurer un paramètre de surveillance du conducteur, un dispositif de détection (200) d'un obstacle susceptible de générer une collision avec le véhicule automobile, adapté à déterminer un délai avant collision entre l'obstacle et le véhicule, un dispositif d'alerte (300) adapté à émettre un signal d'alarme à destination du conducteur, un dispositif d'évitement (400) adapté à commander un ralentissement ou un changement de direction du véhicule de manière à éviter ladite collision, dans lequel il est en outre prévu une unité de commande (500) programmée pour commander l'émission du signal d'alerte par le dispositif d'alerte (300) lorsque le délai avant collision déterminé est inférieur à une première valeur seuil, et commander le ralentissement ou le changement de direction du véhicule par le dispositif d'évitement (400) lorsque le délai avant collision déterminé est inférieur à une deuxième valeur seuil; cette deuxième valeur seuil étant inférieure ou égale à ladite première valeur seuil, au moins une desdites première et deuxième valeur seuil étant déterminée par cette unité de commande (500) en fonction dudit paramètre de surveillance. Elle concerne également une méthode anti-collision associée.

« Dispositif et méthode anti-collision pour un véhicule automobile »

DOMAINE TECHNIQUE AUQUEL SE RAPPORTE L'INVENTION

5 La présente invention concerne de manière générale le domaine des dispositifs anti-collision pour véhicule automobile.

Elle concerne également une méthode anti-collision pour un véhicule automobile.

ARRIÈRE-PLAN TECHNOLOGIQUE

10 On connaît des véhicules équipés de dispositifs anti-collision. Il s'agit notamment de dispositifs comportant un moyen de détection d'un obstacle frontal disposé sur la trajectoire du véhicule, adaptés à déterminer un délai avant collision entre le véhicule et l'obstacle.

Les dispositifs anti-collision connus sont programmés pour comparer le
15 délai avant collision à une valeur seuil de délai prédéterminée et fixée.

Lorsque le délai avant collision est inférieur à la valeur seuil de délai prédéterminée, le dispositif anti-collision actionne des moyens d'alarme qui signalent au conducteur qu'un obstacle de survenue imminente est détecté.

La valeur seuil de délai est prédéterminée à l'avance, de manière à
20 convenir au plus grand nombre possible de conducteur.

Elle est déterminée de manière à être supérieure au délai de réaction moyen de l'ensemble des conducteurs. De cette manière, le conducteur a le temps de réagir après émission du signal d'alarme et avant la collision prévue.

Cependant, la valeur seuil de délai ne doit pas être trop éloignée du délai
25 de réaction moyen de l'ensemble des conducteurs, sans quoi le signal d'alarme serait émis trop longtemps avant l'arrivée sur l'obstacle, et serait perçu comme intempestif par le conducteur.

Un inconvénient de ces dispositifs et méthodes est que la valeur seuil de délai ne tient pas compte du fait que le délai de réaction du conducteur peut être
30 allongé dans certaines conditions de conduite.

OBJET DE L'INVENTION

Afin de remédier à l'inconvénient précité de l'état de la technique, la présente invention propose un nouveau dispositif anti-collision prenant en compte les conditions de conduite du conducteur.

35 Plus particulièrement, on propose selon l'invention un dispositif anti-

collision pour un véhicule automobile, comprenant :

- un dispositif de surveillance d'un conducteur dudit véhicule adapté à mesurer un paramètre de surveillance du conducteur,
 - un dispositif de détection d'un obstacle susceptible de générer une collision avec le véhicule automobile, adapté à déterminer un délai avant collision entre l'obstacle et le véhicule,
 - un dispositif d'alerte adapté à émettre un signal d'alarme à destination du conducteur,
 - un dispositif d'évitement adapté à commander un ralentissement ou un changement de direction du véhicule de manière à éviter ladite collision,
- dans lequel il est en outre prévu une unité de commande programmée pour commander l'émission du signal d'alerte par le dispositif d'alerte lorsque le délai avant collision déterminé est inférieur à une première valeur seuil, et commander le ralentissement ou le changement de direction du véhicule par le dispositif d'évitement lorsque le délai avant collision déterminé est inférieur à une deuxième valeur seuil ; cette deuxième valeur seuil étant inférieure ou égale à ladite première valeur seuil,
- au moins une desdites première et deuxième valeur seuil étant déterminée par cette unité de commande en fonction dudit paramètre de surveillance.

Ainsi, grâce au dispositif selon l'invention, le dispositif anti-collision présente une efficacité améliorée. En effet, en déterminant au moins l'une des première et deuxième valeur seuil en tenant compte du paramètre de surveillance mesuré du conducteur, il est possible d'ajuster ce seuil de manière à améliorer la précision du dispositif anti-collision en évitant l'émission de signaux d'alarme inutiles lorsque le conducteur est vigilant et présente un temps de réaction dont on prévoit qu'il sera faible et en déclenchant l'émission du signal d'alarme de manière anticipée lorsque le conducteur présente un temps de réaction dont on prévoit qu'il sera allongé.

D'autres caractéristiques non limitatives et avantageuses du dispositif anti-collision conforme à l'invention sont les suivantes :

- les première et deuxième valeurs seuil sont toutes les deux déterminées en fonction dudit paramètre de surveillance ;
- ledit dispositif de surveillance est adapté à estimer un état de vigilance

du conducteur en fonction de la valeur mesurée dudit paramètre de surveillance, et au moins l'une desdites première et deuxième valeur seuil est déterminée en fonction dudit état de vigilance déterminé ;

5 - ledit paramètre de surveillance mesuré par le dispositif de surveillance est relatif à la direction de regard du conducteur et/ou à la posture de la tête du conducteur, et/ou à la fermeture des paupières du conducteur, et/ou les mouvements de volant du conducteur, et/ou la tenue de route du véhicule ;

10 - l'unité de commande est programmée pour déterminer ladite au moins une des première et deuxième valeurs seuil de manière à ce qu'elle est d'autant plus grande que l'état de vigilance estimé du conducteur indique que celui-ci est d'autant moins vigilant ; et,

15 - le dispositif de surveillance comprend au moins un dispositif de capture d'image de la tête du conducteur et ledit paramètre de surveillance du conducteur mesuré est déterminé en fonction d'au moins une image capturée de la tête du conducteur.

L'invention concerne également une méthode anti-collision pour un véhicule automobile, comprenant les étapes suivantes :

20 - on mesure un paramètre de surveillance d'un conducteur du véhicule,
- on détecte un obstacle susceptible de générer une collision avec le véhicule automobile, et on détermine un délai avant collision entre l'obstacle et le véhicule,

25 - on détermine une première et une deuxième valeur seuil dudit délai avant collision, cette deuxième valeur seuil étant inférieure ou égale à ladite première valeur seuil, et l'une au moins de ces première et deuxième valeur seuil étant déterminée en fonction dudit paramètre de surveillance,

 - lorsque le délai avant collision est inférieur à ladite première valeur seuil, on génère un signal d'alarme à destination du conducteur, et,

30 - lorsque le délai avant collision est inférieur à ladite deuxième valeur seuil, on commande un ralentissement ou un changement de direction du véhicule de manière à éviter ladite collision.

Ainsi, la méthode selon l'invention présente de manière similaire une efficacité améliorée.

D'autres caractéristiques non limitatives et avantageuses du dispositif anti-collision conforme à l'invention sont les suivantes :

- on détermine lesdites première et deuxième valeurs seuil en fonction dudit paramètre de surveillance ;

- on déduit de la valeur du paramètre de surveillance du conducteur un état de vigilance estimé de ce conducteur et on détermine au moins l'une des
5 première et deuxième valeurs seuil en fonction de cet état de vigilance estimé ;

- ladite au moins une des première et deuxième valeurs seuil est d'autant plus grande que l'état de vigilance estimé du conducteur indique que celui-ci est insuffisamment vigilant ;

- on détermine les paramètres du signal d'alarme et/ou les paramètres
10 du ralentissement ou du changement de direction en fonction de la comparaison entre ledit délai avant collision et lesdites première et deuxième valeurs seuil ; et,

- lesdites première et deuxième valeurs seuil sont déterminées en outre en fonction d'un temps de réaction moyen du conducteur.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE D'UN EXEMPLE DE RÉALISATION

15 La description qui va suivre en regard des dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs, fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.

Sur les dessins annexés :

- la figure 1 est une vue schématique du dispositif selon l'invention,
20 - la figure 2 est un schéma bloc des étapes de la méthode selon l'invention.

Sur la figure 1, on a représenté de manière schématique les éléments d'un dispositif anti-collision 600 selon l'invention.

Ce dispositif anti-collision 600 comprend :

25 - un dispositif de surveillance 100 d'un conducteur dudit véhicule adapté à mesurer un paramètre de surveillance du conducteur,

- un dispositif de détection 200 d'un obstacle susceptible de générer une collision avec le véhicule automobile, adapté à déterminer un délai avant collision TTC entre l'obstacle et le véhicule,

30 - un dispositif d'alerte 300 adapté à émettre un signal d'alarme à destination du conducteur,

- un dispositif d'évitement 400 adapté à commander un ralentissement ou un changement de direction du véhicule de manière à éviter ladite collision.

De manière remarquable, il est en outre prévu une unité de commande

500 programmée pour commander l'émission du signal d'alerte par le dispositif d'alerte 300 lorsque le délai avant collision TTC déterminé est inférieur à une première valeur seuil VS1, et commander le ralentissement ou le changement de direction du véhicule par le dispositif d'évitement 400 lorsque le délai avant collision TTC déterminé est inférieur à une deuxième valeur seuil VS2; cette
5 deuxième valeur seuil VS2 étant inférieure ou égale à ladite première valeur seuil VS1, et au moins une desdites première et deuxième valeur seuil VS1, VS2 étant déterminée en fonction dudit paramètre de surveillance.

De préférence, les première et deuxième valeurs seuil VS1, VS2 sont
10 toutes les deux déterminées en fonction dudit paramètre de surveillance.

Plus précisément, ici, le dispositif de surveillance 100 comprend un dispositif de mesure d'un paramètre de surveillance du conducteur et un calculateur qui reçoit des informations de ce dispositif de mesure. Le calculateur peut être dédié ou intégré à l'unité de commande 500 du dispositif anti-collision
15 600.

De manière générale, le dispositif de mesure enregistre des informations sur le conducteur sans interagir avec celui-ci, donc sans le perturber. En particulier, le dispositif de mesure n'émet de préférence aucun signal en direction du conducteur.

20 Cela présente l'avantage de permettre au dispositif de mesure d'enregistrer le comportement naturel du conducteur, en l'absence de toute perturbation ou contrainte par le dispositif de mesure.

Plus précisément, dans l'exemple de réalisation décrit ici, le dispositif de mesure comprend au moins un dispositif de capture d'image de la tête du
25 conducteur.

Ce dispositif de capture d'image comprend par exemple une caméra disposée au dessus du volant du véhicule.

En variante, il peut comprendre tout dispositif de capture d'image positionné de manière à ce que le visage du conducteur dans sa position de
30 conduite entre dans le champ de ce dispositif de capture d'image.

Par exemple, ledit paramètre de surveillance mesuré par le dispositif de mesure est relatif à la direction de regard du conducteur et/ou à la posture de la tête du conducteur, et/ou à la fermeture des paupières du conducteur.

Ce paramètre de surveillance du conducteur mesuré est déterminé en

fonction d'au moins une image de la tête du conducteur capturée par le dispositif de mesure.

Ce paramètre peut être également déterminé à partir de deux images de la tête du conducteur ou plus.

- 5 Il peut alors également comprendre une information statistique sur un ensemble de données mesurées sur une pluralité de capture d'image de la tête du conducteur, de mesures de capteurs du véhicule ou de capteurs biométriques.

En particulier, lorsque le paramètre de surveillance du conducteur est relatif à la direction du regard du conducteur, le dispositif de capture d'image peut
10 comprendre tout dispositif de suivi de la direction du regard connu de l'Homme du métier. Le paramètre de surveillance relatif à la direction du regard du conducteur peut notamment être la direction du regard dans un référentiel lié au dispositif de capture d'image ou dans un référentiel lié à la tête du conducteur, ou la position des pupilles du conducteur dans un tel référentiel.

- 15 Il peut également comprendre une durée de fixation d'un même point, c'est-à-dire la durée pendant laquelle la direction du regard dans le référentiel lié au dispositif de capture d'image est presque constante, une fréquence des moments de fixation d'un même point, une fréquence et une durée des saccades des yeux, c'est-à-dire des mouvements des yeux entre deux moments de fixation
20 d'un même point.

Le paramètre de surveillance peut également comprendre une information statistique sur un ensemble de directions du regard mesurées à partir d'une pluralité de captures d'image réalisées pendant une durée prédéterminée, par exemple une direction moyenne du regard, un écart type à cette direction
25 moyenne, une description de la distribution statistique des directions de regard.

Le paramètre de surveillance du conducteur relatif à la posture de la tête peut comprendre une position et une orientation de la tête du conducteur dans le référentiel lié au dispositif de capture d'image. Il peut également comprendre par exemple une information statistique sur un ensemble de postures mesurées à
30 partir d'une pluralité de captures d'image réalisées pendant une durée prédéterminée, un spectre fréquentiel des mouvements de la tête, ou une position moyenne de la tête dans un intervalle de temps donné. Le paramètre de surveillance du conducteur relatif à la fermeture des paupières du conducteur peut comprendre une fréquence de clignement des yeux, une durée de fermeture des

paupières, une vitesse de fermeture des paupières, une durée de clignement des yeux, une classification des différents types de clignements des yeux, ou une information statistique de type moyenne ou distribution statistique de la fréquence ou de la durée de fermeture des paupières du conducteur.

5 Le dispositif de mesure peut également comprendre deux dispositifs de capture d'image autorisant la reconstitution d'une image de la tête du conducteur en trois dimensions, par stéréoscopie.

En variante, le dispositif de mesure peut comprendre d'autres types de capteurs permettant la mesure d'autres types de paramètre de surveillance, en
10 plus d'au moins un des paramètres de surveillance déjà cité, ou en remplacement de ce paramètre de surveillance.

Notamment, ledit paramètre de surveillance mesuré par le dispositif de mesure peut être relatif à la pression des mains sur le volant du véhicule, à une grandeur biométrique du conducteur, ou encore à la conduite de ce conducteur
15 et/ou à des données provenant du réseau CAN du véhicule.

Le réseau CAN (Controller Area Network) est un bus multiplexés qui relie les différents capteurs et/ou calculateurs présents dans le véhicule.

Par exemple, le dispositif de mesure peut comprendre un capteur adapté à mesurer la pression des mains sur le volant du véhicule.

20 Le dispositif de mesure peut par exemple comprendre un ou des capteurs biométriques permettant par exemple de mesurer ladite grandeur biométrique, par exemple le rythme cardiaque du conducteur, et/ou la fréquence et/ou l'amplitude d'une variation de taille de la pupille du conducteur et/ou la température corporelle du conducteur, et/ou la glycémie du conducteur et/ou
25 l'activité cérébrale du conducteur. Ce dispositif de mesure peut alors être intégré dans le siège ou la ceinture de sécurité du conducteur, ou encore dans une paire de lunettes, un casque, une montre, une ceinture et/ou un smartphone porté par celui-ci. Le dispositif de mesure peut également comprendre un dispositif de mesure d'une grandeur relative à la conduite du véhicule par le conducteur et/ou
30 des capteurs du véhicule connectés au réseau CAN du véhicule.

Il s'agit par exemple de capteurs préexistants du véhicule, qui transmettent à l'unité de commande des données relatives à la conduite du véhicule par le conducteur et/ou des données provenant du réseau CAN du véhicule telles que données GPS, accélération/freinage, activation de certaines

fonctions du véhicule, comme par exemple l'activation de la connexion sans fil d'un téléphone portable au véhicule ou des données indiquant une conduite selon une trajectoire peu adaptée à la route.

5 Ces données peuvent inclure, par exemple, la déviation latérale du véhicule par rapport au centre de sa voie, la stabilité latérale du véhicule, la fréquence et l'amplitude des micro-corrrections exercées par le conducteur sur le volant, et la régularité de la vitesse du véhicule.

10 Le paramètre de surveillance du conducteur est déterminé par le calculateur du dispositif de surveillance 100 à partir des mesures effectuées par le dispositif de mesure.

Ce paramètre de surveillance peut être transmis directement à l'unité de commande 500 du dispositif anti-collision.

15 De préférence, le calculateur du dispositif de surveillance 100 est programmé pour estimer un état de vigilance du conducteur en fonction d'une première règle d'estimation et en fonction de la valeur mesurée dudit paramètre de surveillance. C'est alors l'état de vigilance estimé du conducteur qui est transmis à l'unité de commande 500.

La première règle d'estimation est mise en œuvre par un premier module d'estimation du calculateur.

20 La première règle d'estimation comporte en sortie plusieurs niveaux de vigilance du conducteur possible. Il est prévu au moins deux niveaux correspondant à une vigilance satisfaisante ou insuffisante.

25 Cette vigilance insuffisante peut avoir différentes origines. Elle peut être liée à une distraction du conducteur, à un état de somnolence de ce conducteur, à un stress ou encore un état émotionnel instable.

De préférence, il est prévu au moins trois niveaux de vigilance.

Par exemple, les niveaux suivants sont prévus pour estimer la somnolence éventuelle du conducteur : éveil alerte, hypovigilance, et endormissement.

30 L'éveil alerte correspond à un niveau d'éveil satisfaisant du conducteur et donc à un état de vigilance satisfaisant.

Au contraire, l'hypovigilance, et l'endormissement correspondent à un niveau d'éveil insatisfaisant et donc à un niveau de vigilance insatisfaisant.

L'hypovigilance aussi appelée éveil relaxé est un niveau d'éveil abaissé

caractérisé par des schémas spécifiques d'activité cérébrale, notamment la présence d'onde alpha dont la fréquence varie de 8 à 12 Hz. Les mouvements corporels sont plus rares qu'en état d'éveil alerte, le temps de réaction est allongé. L'attention est plus labile, il est donc plus difficile de se concentrer sur une tâche.

- 5 L'endormissement correspond à un état intermédiaire entre le sommeil et l'éveil caractérisé par des schémas spécifiques d'activité cérébrale, notamment la présence d'onde thêta dont la fréquence varie de 3,5 à 7,5 Hz, des mouvements oculaires lents et une réduction du tonus musculaire. La présence de bâillements peut être détectée. Si la personne lutte contre l'endormissement, des
- 10 microsommeils peuvent être observés.

Les niveaux suivants peuvent être prévus pour estimer la distraction du conducteur : concentration, faible distraction, forte distraction.

Le niveau de concentration correspond à un niveau d'attention satisfaisant du conducteur et donc à un état de vigilance satisfaisant.

- 15 Au contraire, les niveaux de distraction faible ou forte correspondent à un niveau d'attention insatisfaisant, et donc à un état de vigilance insatisfaisant.

- Il est de même possible de définir des niveaux de stress, par exemple les états calme, nerveux, très nerveux, ou de classifier l'état émotionnel du conducteur selon différentes catégories, par exemple, un état émotionnel stable et
- 20 un état émotionnel instable.

- La détermination du niveau de stress ou de l'état émotionnel peut par exemple être réalisée à partir des captures d'image du porteur, sur la base de la reconnaissance de certains comportements indiquant le stress ou un état émotionnel instable. Ce niveau de stress ou état émotionnel instable peut
- 25 également être déduit des mesures réalisées par les capteurs biométriques tels qu'un casque connecté, une ceinture connectée, et/ou un bracelet connecté.

- De préférence, l'état de vigilance déterminé est un état de vigilance global pouvant contenir un niveau de somnolence, un niveau de distraction, un niveau de stress et une catégorie émotionnelle. L'état de vigilance peut alors être
- 30 représenté par un vecteur contenant ces différentes informations.

De façon générale, si au moins l'un des niveau d'éveil ou niveau d'attention ou encore niveau de stress etc est insatisfaisant alors l'état de vigilance sera insatisfaisant.

Selon un premier mode de réalisation simplifié, ladite règle d'estimation

comprend une comparaison entre la valeur mesurée du paramètre de surveillance du conducteur et une valeur seuil de ce paramètre de surveillance.

Par exemple, lorsque le paramètre de surveillance du conducteur est une fréquence ou une durée de fermeture des paupières du conducteur, la règle d'estimation peut comprendre la comparaison entre la valeur mesurée de fréquence ou de durée avec une valeur seuil de fréquence ou de durée. Lorsque la valeur mesurée de fréquence ou de durée est supérieure à la valeur seuil de fréquence ou de durée, la règle d'estimation renvoie en sortie un état de vigilance du conducteur indiquant que celui-ci est somnolent, distrait ou présente une vigilance insuffisante.

Un niveau de faible distraction peut par exemple être déterminé lorsque le conducteur détourne son regard de la route pendant un intervalle de temps allant de 1.6 à 2 s ;

Un niveau de forte distraction peut être par exemple être déterminé lorsque le conducteur détourne son regard de la route pendant un intervalle de temps supérieur à 2 s. Selon un deuxième mode de réalisation, ladite première règle d'estimation est déterminée par un algorithme d'apprentissage adapté à établir une structure de causalité entre le paramètre de surveillance et l'état de vigilance du conducteur. Cet algorithme d'apprentissage est initialement entraîné à l'aide d'une base de données initiale prédéterminée comprenant des couples de variables d'entrée paramètre de surveillance/état de vigilance associé prédéterminés.

Cette base de données initiale comporte des données relatives à différents conducteurs, de manière à ce que les performances initiales de la première règle d'estimation soit satisfaisante pour une majorité de conducteurs.

L'algorithme d'apprentissage détermine par exemple, à partir de cette base de données, la probabilité d'observer un état de vigilance donné chez le conducteur sachant que le paramètre de surveillance présente ladite valeur mesurée.

La règle d'estimation renvoie en sortie, sur la base de l'algorithme d'apprentissage, le niveau de vigilance le plus probable en fonction de la valeur mesurée du paramètre de surveillance du conducteur.

L'algorithme d'apprentissage est par exemple un réseau Bayésien et/ou un réseau de neurones, et/ou un algorithme d'apprentissage profond et/ou une

machine à vecteurs de supports et/ou un arbre de décision, ou tout autre algorithme d'apprentissage approprié connu de l'Homme du métier. L'algorithme d'apprentissage peut également renvoyer une probabilité pour les différents niveaux de vigilance du conducteur.

- 5 De préférence, quel que soit le mode de réalisation, on mesure une pluralité de valeurs mesurées du paramètre de surveillance et on estime l'état de vigilance du conducteur en fonction de cette pluralité de valeurs mesurées.

L'unité de commande 500 reçoit ici du dispositif de surveillance 100 l'état de vigilance du conducteur estimé.

- 10 Le dispositif de détection 200 d'un obstacle susceptible de générer une collision avec le véhicule automobile, et adapté à déterminer le délai avant collision TTC entre l'obstacle et le véhicule. Il s'agit d'un élément connu de l'Homme du métier qui ne fait pas l'objet de l'invention décrite ici. Il ne sera donc pas décrit en détails. On se contentera de préciser qu'il comprend par exemple un
- 15 émetteur et un récepteur d'ultra-sons ainsi qu'un calculateur.

Il peut s'agir d'un calculateur dédié ou intégré à l'unité de commande 500 du dispositif anti-collision 600.

- Cet émetteur et ce récepteur peuvent être combinés en un unique capteur à ultra-sons, ou un autre système capable d'estimer une distance tel que
- 20 radar, lidar, et/ou camera.

Ils sont disposés à l'avant du véhicule,

L'émetteur d'ultra-sons émet un signal ultra-sons dans un cône d'émission orienté vers l'avant du véhicule.

- Lorsqu'un obstacle se trouve dans ce cône d'émission, une partie des
- 25 ultra-sons est réfléchi par l'obstacle et détectée par le récepteur d'ultra-sons.

Cet obstacle est alors détecté.

Le délai écoulé entre l'émission et la réception des ultra-sons est mesuré et transmis au calculateur du dispositif de détection 200.

- Ce calculateur reçoit aussi diverses informations concernant le véhicule,
- 30 par exemple sa vitesse, éventuellement son accélération, l'état de ses clignotants, positionnement du véhicule dans la voie, et/ou position du volant.

Le calculateur est programmé pour déduire de ces informations et du délai mesuré entre émission des ultra-sons et réception des ultra-sons réfléchis par l'obstacle, le délai avant collision TTC, c'est-à-dire le délai avant que le

véhicule n'arrive à la position où se trouve l'obstacle.

Le calculateur peut également déduire la vitesse de déplacement, la direction de déplacement et/ou l'accélération de l'obstacle détecté et prendre en compte ces paramètres dans le calcul du délai avant collision TTC.

- 5 Le délai avant collision TTC déterminé est transmis à l'unité de commande 500.

10 Cette unité de commande 500 est programmée pour commander l'activation du dispositif d'alerte 300 et/ou du dispositif d'évitement 400 en fonction du délai avant collision TTC mesuré et en fonction du paramètre de surveillance mesuré du conducteur.

Plus précisément, l'unité de commande 500 est programmée pour comparer le délai avant collision TTC déterminé et des première VS_1 et deuxième VS_2 valeurs seuil de délai déterminées de la manière décrite plus loin.

15 Lorsque le délai avant collision TTC est inférieur à ladite première valeur seuil VS_1 , l'unité de commande 500 est programmée pour commander la génération d'un signal d'alarme par le dispositif d'alerte 300, à destination du conducteur, et lorsque le délai avant collision TTC est inférieur à ladite deuxième valeur seuil VS_2 , l'unité de commande 500 est programmée pour commander un ralentissement ou un changement de direction du véhicule par le dispositif
20 d'évitement 400, de manière à éviter ladite collision.

La première valeur seuil de délai VS_1 est strictement supérieure à la deuxième valeur seuil de délai VS_2 . De cette manière, lorsque l'obstacle est détecté suffisamment à l'avance avant la collision éventuelle pour que le conducteur puisse réagir après l'émission du signal d'alarme pour éviter l'obstacle,
25 seul ce signal d'alarme est émis et le conducteur garde le contrôle total du véhicule. Lorsque l'obstacle est détecté trop peu de temps avant la collision éventuelle pour que le conducteur puisse réagir pour éviter cet obstacle, ou que le conducteur n'a pas réagi après l'émission du signal d'alarme, le dispositif anti-collision prend le contrôle du véhicule temporairement pour ralentir ou changer de
30 direction à la place du conducteur, de manière à éviter l'obstacle.

Le signal d'alarme que le dispositif d'alerte 300 est adapté à émettre peut être visuel, sonore, ou haptique. Il s'agit par exemple d'un clignotement ou d'un flash lumineux, d'un avertissement sonore ou d'une vibration dans le volant, le siège ou la ceinture du conducteur.

L'intensité et/ou la fréquence du signal sonore, lumineux ou haptique peut éventuellement varier dans le temps.

Le dispositif d'évitement 400 comprend des moyens pour ralentir le véhicule et/ou des moyens pour faire changer la direction de déplacement du
5 véhicule.

Ce dispositif d'évitement 400 comprend ainsi par exemple un module de calcul adapté à déterminer les paramètres du freinage ou de changement de direction nécessaire pour éviter la collision, notamment l'amplitude du freinage, la vitesse de freinage, la déviation angulaire par rapport à la direction initiale de
10 déplacement.

Le dispositif d'évitement 400 comprend également un module de commande adapté à actionner la pédale de frein et/ou le volant du véhicule de manière à réaliser le freinage et/ou le changement de direction déterminé.

Ici, l'unité de commande 500 détermine lesdites premières et deuxième
15 valeurs seuil de délai en fonction de l'état de vigilance du conducteur déterminé sur la base du paramètre de surveillance du conducteur.

En pratique, l'unité de commande 500 comporte en mémoire des première et deuxième valeurs seuil initiales VSI_1 , VSI_2 .

Celles-ci sont prédéterminées de manière à ce que les performances
20 initiales du dispositif anti-collision soit satisfaisante pour une majorité de conducteurs.

Ces valeurs seuil initiales sont notamment prédéterminées en fonction du temps de réaction moyen des conducteurs, dans des conditions de conduite dans lesquelles le conducteur est en éveil alerte, concentré sur la conduite, peu stressé
25 et dans un état émotionnel stable.

Elles sont déterminées de manière à être supérieures à ce délai de réaction moyen des conducteurs. De cette manière, le conducteur a le temps de réagir après émission du signal d'alarme et avant la collision prévue.

Elles sont également déterminées de manière à rester proches de ce
30 délai de réaction moyen, sans quoi le signal d'alarme serait émis trop longtemps avant l'arrivée sur l'obstacle, et serait perçu comme intempestif par le conducteur.

Dans le dispositif anti-collision selon l'invention, l'unité de commande 500 modifie ces première et deuxième valeur seuil initiales VSI_1 , VSI_2 pour prendre en compte les conditions de conduite du conducteur et plus précisément le paramètre

de surveillance mesuré du conducteur. Dans l'exemple décrit ici, elles sont modifiées en fonction de l'état de vigilance du conducteur.

Par exemple, chacune des première et deuxième valeurs seuil VS_1 , VS_2 déterminée par l'unité de commande 500 peut être calculée grâce à une fonction f_1 , f_2 de la valeur seuil initiale VSI_1 , VSI_2 correspondante et de l'état de vigilance global EVG du conducteur.

Autrement écrit : $VS_1 = f_1(VSI_1, EVG)$ et $VS_2 = f_2(VSI_2, EVG)$.

Par exemple, $f_1(VSI_1, EVG) = VSI_1 (1 - \langle a_1 | EVG \rangle) + \langle b_1 | EVG \rangle$ et $f_2(VSI_2, EVG) = VSI_2 (1 - \langle a_2 | EVG \rangle) + \langle b_2 | EVG \rangle$, avec a_1 , b_1 , a_2 , b_2 des vecteurs constants prédéterminés, et $\langle | \rangle$ un produit scalaire.

Les fonctions f_1 et f_2 peuvent également comprendre d'autres facteurs, par exemple des composantes non-linéaires, notamment polynomiaux, exponentiels ou logarithmiques.

Ces fonctions sont déterminées de manière à prendre en compte l'état de vigilance du conducteur pour augmenter les première et/ou deuxième valeurs seuil VS_1 , VS_2 du délai en fonction de l'état de vigilance du conducteur.

En particulier, ladite au moins une des première et deuxième valeurs seuil VS_1 , VS_2 est d'autant plus grande que l'état de vigilance estimé du conducteur indique que celui-ci est insuffisamment vigilant.

Par exemple, pour les niveaux de distraction et de somnolence décrits précédemment, on peut prévoir que les première et deuxième valeurs seuil VS_1 , VS_2 de délai restent égales aux valeurs seuils initiales VSI_1 , VSI_2 si le niveau déterminé est le niveau de concentration ou le niveau d'éveil alerte, puis que ces première et deuxième valeurs seuil VS_1 , VS_2 de délai augmentent au fur et à mesure que la distraction ou la somnolence du conducteur augmente, c'est-à-dire au fur et à mesure que la vigilance du conducteur baisse.

Il est possible de prévoir différentes valeurs seuil VS_1 , VS_2 déterminées en fonction de l'origine de la baisse de vigilance lorsque celle-ci a lieu.

En effet, selon son origine, la baisse de vigilance a un effet différent sur le temps de réaction du conducteur.

Par exemple, lorsque la baisse de vigilance est liée à une distraction visuelle, l'allongement du temps de réaction peut être principalement lié au temps nécessaire pour que le conducteur ramène son regard dans la direction de la route. Lorsque la baisse de vigilance est liée à la somnolence du conducteur

l'allongement du temps de réaction est dû au temps nécessaire pour que le conducteur sorte de cet état de torpeur et se rende compte de la situation, puis prenne les décisions appropriées.

5 Ainsi l'augmentation des valeurs seuil de délai VS_1 , VS_2 sera plus importante dans le cas où une baisse de vigilance liée à la somnolence du conducteur est détectée que dans le cas où une baisse de vigilance liée à la distraction visuelle du conducteur est détectée.

10 Les valeurs des seuils VS_1 et VS_2 peuvent également être modulées en fonction de la probabilité des différents niveaux de somnolence renvoyée par l'algorithme d'apprentissage.

Par exemple, les première et deuxième valeurs seuil initiales VSI_1 , VSI_2 de délai sont fixées à 4 et 2 secondes. Les première et deuxième valeurs seuil de délai déterminées en tenant compte d'un niveau de faible distraction sont 4,5 et 2,5 secondes. Les première et deuxième valeurs seuil de délai déterminées en
15 tenant compte d'un niveau de forte distraction sont 5 et 3 secondes.

Les première et deuxième valeurs seuil de délai déterminées en tenant compte d'un niveau d'hypovigilance sont 4,5 et 2,5 secondes. Les première et deuxième valeurs seuil de délai déterminées en tenant compte d'un niveau d'endormissement sont 5 et 3 secondes.

20 Les fonctions permettant de déterminer la valeur seuil VS_1 , VS_2 de délai, par exemple, dans le cas décrit ici, les vecteurs constants a_1 , b_1 , a_2 , b_2 sont déterminés de manière à pondérer l'augmentation de la valeur seuil VS_1 , VS_2 de délai par rapport à la valeur seuil initiale VSI_1 , VSI_2 en fonction du niveau de somnolence, de distraction, de stress et de la catégorie émotionnelle du
25 conducteur

En plus de l'ajustement de la valeur seuil VS_1 , VS_2 de délai réalisé en fonction de l'état de vigilance du conducteur, il est possible de prévoir que d'autres paramètres du signal d'alarme émis par le dispositif d'alerte 300 ou que d'autres paramètres du changement de direction ou ralentissement effectué par le
30 dispositif d'évitement 400 soient modifiées en fonction du paramètre de surveillance mesuré du conducteur, ici par exemple en fonction de l'état de vigilance déterminé.

Par exemple, l'intensité, la fréquence du son, du signal lumineux ou de la vibration émise, la répétition et/ou le délai entre deux répétitions peuvent être

modifiés en fonction de cet état de vigilance.

De même, la force du freinage, la trajectoire de freinage ou l'angle maximal de la trajectoire du véhicule avec sa trajectoire initial peuvent être modifiés en fonction de cet état de vigilance.

- 5 Lesdites valeurs seuil initiales étant prédéterminées en fonction du temps de réaction moyen des conducteurs, les valeurs seuils déterminées par l'unité de commande sont également fonction de ce temps de réaction.

On peut également prévoir que ces paramètres du signal d'alarme et/ou les paramètres du ralentissement ou du changement de direction sont déterminés
10 en fonction de la comparaison entre ledit délai avant collision et lesdites première et deuxième valeurs seuil.

Procédé

Sur la figure 2, on a représenté schématiquement les étapes d'un exemple de réalisation de la méthode anti-collision selon l'invention.

- 15 Selon l'invention, la méthode anti-collision comprend les étapes suivantes :

- on mesure 10, 20, 30 le paramètre de surveillance d'un conducteur du véhicule,
- on détecte 60 l'obstacle susceptible de générer une collision avec le
20 véhicule automobile, et on détermine 70 le délai avant collision TTC entre l'obstacle et le véhicule,
- on détermine 50 la première et la deuxième valeur seuil VS_1 , VS_2 dudit délai avant collision, cette deuxième valeur seuil VS_2 étant inférieure ou égale à ladite première valeur seuil VS_1 , et l'une au moins de ces première et deuxième
25 valeur seuil VS_1 , VS_2 étant déterminée en fonction dudit paramètre de surveillance,
- on compare 80 le délai avant collision TTC déterminé et les première et deuxième valeurs seuil VS_1 , VS_2 déterminées,
- lorsque le délai avant collision TTC est inférieur à ladite première valeur
30 seuil VS_1 , on génère 91 un signal d'alarme à destination du conducteur, et,
- lorsque le délai avant collision TTC est inférieur à ladite deuxième valeur seuil VS_2 , on commande 92 un ralentissement ou un changement de direction du véhicule de manière à éviter ladite collision.

Cette méthode met en œuvre le dispositif anti-collision décrit

précédemment.

Plus précisément, ici l'étape de mesure du paramètre de surveillance est réalisée à l'aide d'un ou plusieurs dispositifs de mesure du dispositif de surveillance 100 tels que décrit précédemment.

5 Dans l'exemple de mise en œuvre plus particulièrement décrit ici, la mesure du paramètre de surveillance comprend par exemple la mesure 10 d'une direction de regard, la récupération 20 de données provenant du CAN, et la mesure 30 de grandeurs biométriques ou d'autres paramètres (pression des mains sur le volant, par exemple) tel que décrit précédemment.

10 Dans une étape intermédiaire, le dispositif de surveillance 100 estime 40 l'état de vigilance du conducteur en fonction du paramètre de surveillance mesuré, comme décrit précédemment.

Cet état de vigilance estimé est transmis à l'unité de commande 500 qui en déduit les premières et deuxième valeurs seuil VS_1 , VS_2 .

15 Ces étapes de mesure, estimation de l'état de vigilance du conducteur et détermination des première et deuxième valeurs seuil de délai sont répétées pendant le fonctionnement du véhicule. Elles sont de préférence répétées continuellement.

Elles sont par exemple répétées à intervalles de temps régulier.

20 Les première et deuxième valeurs seuil sont mises en mémoire dans l'unité de commande 500.

Ainsi, l'unité de commande 500 dispose toujours des dernières valeurs seuils déterminées en mémoire.

25 Lorsque le dispositif de détection 200 détecte un obstacle et détermine un délai avant collision TTC, l'unité de commande 500 reçoit ce délai avant collision TTC et le compare aux première et deuxième valeurs seuil de délai VS_1 , VS_2 déterminées en dernier et mise en mémoire dans cette unité de commande 500.

30 L'unité de commande 500 commande l'émission du signal d'alarme par le dispositif d'alerte 300 ou le ralentissement ou changement de direction du véhicule par le dispositif d'évitement 400 en fonction de cette comparaison.

En outre, l'unité de commande 500 peut déterminer les paramètres du signal d'alarme et/ou les paramètres du ralentissement ou du changement de direction en fonction de cette comparaison.

Ainsi, grâce au dispositif anti-collision et à la méthode anti-collision selon l'invention, les valeurs seuils de délai avant collision en deçà desquelles on déclenche, dans un premier temps l'émission du signal d'alarme et, dans un deuxième temps, une manœuvre d'évitement de l'obstacle détecté, sont ajustées
5 en fonction de la vigilance du conducteur au moment de la détection de cet obstacle.

Lorsque la vigilance du conducteur est abaissée par rapport aux conditions dans lesquelles les valeurs seuil de délai initiales sont déterminées, à savoir les conditions dans lesquelles le conducteur est en éveil alerte, concentré,
10 peu stressé et dans un état émotionnel stable, l'unité de commande détermine de nouvelles valeurs seuil de délai modifiées pour tenir compte de cette baisse de vigilance.

Avantageusement, il est prévu deux valeurs seuil de délai avant collision, de manière à déclencher tout d'abord la génération du signal d'alarme afin
15 d'améliorer la vigilance du conducteur et ensuite la mise en œuvre d'une manœuvre automatique d'évitement, par exemple du type ralentissement ou changement de direction. Ainsi, selon le temps restant avant la collision prévue, l'action la plus sûre est effectuée.

On a décrit ici plus particulièrement le cas où les valeurs seuils de délai
20 sont déterminées en fonction de l'état de vigilance estimé. En variante, elles peuvent être déterminées en fonction du paramètre de surveillance mesuré, par exemple en fonction de la direction du regard du conducteur et/ou de la position des mains posées ou non sur le volant.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif anti-collision (600) pour un véhicule automobile, comprenant
- 5 - un dispositif de surveillance (100) d'un conducteur dudit véhicule adapté à mesurer un paramètre de surveillance du conducteur,
- un dispositif de détection (200) d'un obstacle susceptible de générer une collision avec le véhicule automobile, adapté à déterminer un délai avant collision entre l'obstacle et le véhicule,
- 10 - un dispositif d'alerte (300) adapté à émettre un signal d'alarme à destination du conducteur,
- un dispositif d'évitement (400) adapté à commander un ralentissement ou un changement de direction du véhicule de manière à éviter ladite collision, dans lequel il est en outre prévu une unité de commande (500)
- 15 programmée pour commander l'émission du signal d'alerte par le dispositif d'alerte (300) lorsque le délai avant collision déterminé est inférieur à une première valeur seuil, et commander le ralentissement ou le changement de direction du véhicule par le dispositif d'évitement (400) lorsque le délai avant collision déterminé est inférieur à une deuxième valeur seuil ; cette deuxième valeur seuil étant inférieure
- 20 ou égale à ladite première valeur seuil,
- au moins une desdites première et deuxième valeur seuil étant déterminée par cette unité de commande (500) en fonction dudit paramètre de surveillance.
2. Dispositif anti-collision selon la revendication 1, dans lequel les
- 25 première et deuxième valeurs seuil sont toutes les deux déterminées en fonction dudit paramètre de surveillance.
3. Dispositif anti-collision selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit dispositif de surveillance (100) est adapté à estimer un état de vigilance du conducteur en fonction de la valeur mesurée dudit paramètre de
- 30 surveillance, et au moins l'une desdites première et deuxième valeur seuil est déterminée en fonction dudit état de vigilance déterminé.
4. Dispositif anti-collision selon la revendication 3, dans lequel l'unité de commande (500) est programmée pour déterminer ladite au moins une des première et deuxième valeurs seuil de manière à ce qu'elle est d'autant plus

grande que l'état de vigilance estimé du conducteur indique que celui-ci est d'autant moins vigilant.

5 5. Dispositif anti-collision selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit paramètre de surveillance mesuré par le dispositif de surveillance (100) est relatif à la direction de regard du conducteur et/ou à la posture de la tête du conducteur, et/ou à la fermeture des paupières du conducteur.

10 6. Dispositif anti-collision selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif de surveillance (100) comprend au moins un dispositif de capture d'image de la tête du conducteur et ledit paramètre de surveillance du conducteur mesuré est déterminé en fonction d'au moins une image capturée de la tête du conducteur.

7. Méthode anti-collision pour un véhicule automobile, comprenant les étapes suivantes :

15 - on mesure (10, 20, 30) un paramètre de surveillance d'un conducteur du véhicule,

- on détecte (60) un obstacle susceptible de générer une collision avec le véhicule automobile, et on détermine (70) un délai avant collision entre l'obstacle et le véhicule,

20 - on détermine (50) une première et une deuxième valeur seuil dudit délai avant collision, cette deuxième valeur seuil étant inférieure ou égale à ladite première valeur seuil, et l'une au moins de ces première et deuxième valeur seuil étant déterminée en fonction dudit paramètre de surveillance,

- lorsque le délai avant collision est inférieur à ladite première valeur seuil, on génère (91) un signal d'alarme à destination du conducteur, et,

25 - lorsque le délai avant collision est inférieur à ladite deuxième valeur seuil, on commande (92) un ralentissement ou un changement de direction du véhicule de manière à éviter ladite collision.

30 8. Méthode anti-collision selon la revendication 7, selon laquelle, on détermine lesdites première et deuxième valeurs seuil en fonction dudit paramètre de surveillance.

9. Méthode anti-collision selon l'une des revendications 7 et 8, selon laquelle, on déduit de la valeur du paramètre de surveillance du conducteur un état de vigilance estimé de ce conducteur et on détermine au moins l'une des première et deuxième valeurs seuil en fonction de cet état de vigilance estimé.

10. Méthode anti-collision selon la revendication 9, selon laquelle ladite au moins une des première et deuxième valeurs seuil est d'autant plus grande que l'état de vigilance estimé du conducteur indique que celui-ci est d'autant moins vigilant.

5 11. Méthode anti-collision selon l'une des revendications 7 à 10, selon laquelle, on détermine les paramètres du signal d'alarme et/ou les paramètres du ralentissement ou du changement de direction en fonction de la comparaison entre ledit délai avant collision et lesdites première et deuxième valeurs seuil.

10 12. Méthode anti-collision selon l'une des revendications 7 à 11, selon laquelle lesdites première et deuxième valeurs seuil sont déterminées en outre en fonction d'un temps de réaction moyen du conducteur.

Fig.1

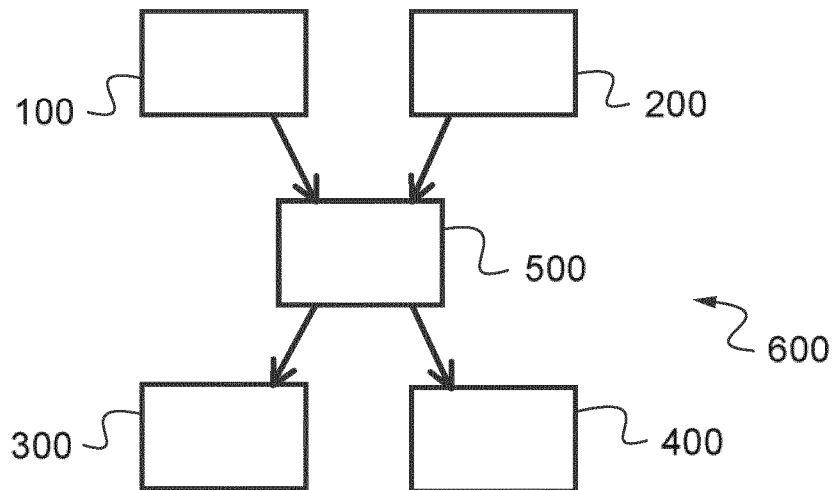
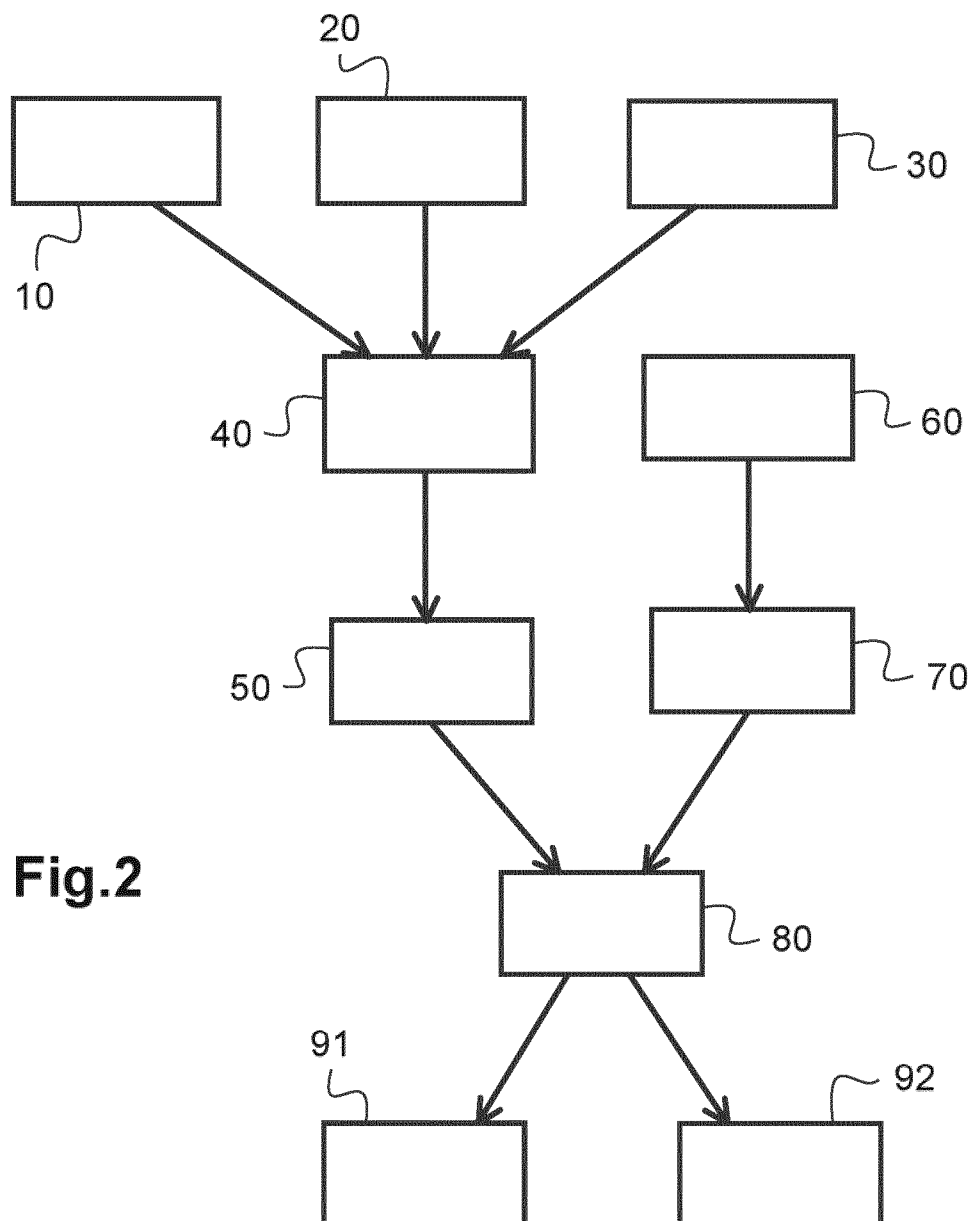


Fig.2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/053085

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60W30/09 B60W50/14
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B60W

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2012/212353 A1 (FUNG KIN [US] ET AL) 23 August 2012 (2012-08-23) abstract paragraphs [0002], [0003], [0058], [0077] - [0084], [0115], [0116], [0126] - [0133], [0145] - [0156], [0161] - [0182], [0242] - [0002]; figures 6-9, 11-16, 48-52, 69-76 -----	1-12
X	DE 10 2012 025468 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN GMBH [DE]) 3 July 2014 (2014-07-03) abstract; figure 1 paragraphs [0002], [0006], [0008], [0009], [0012], [0018], [0022], [0023], [0039] - [0042], [0049], [0051] - [0053] ----- -/-	1-4, 7, 10, 12 5, 6, 11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 June 2017

Date of mailing of the international search report

12/06/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Elbel, Benedikte

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/053085

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2014/195120 A1 (MCCLAIN JEREMY JASON [US] ET AL) 10 July 2014 (2014-07-10) abstract; figures 2A, 2B paragraphs [0004], [0005], [0010] - [0023]	1-12
X A	----- US 2010/214087 A1 (NAKAGOSHI AKIRA [JP] ET AL) 26 August 2010 (2010-08-26) abstract paragraphs [0011], [0032] - [0040] -----	1,3-7,9, 10 2,8,11, 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/053085

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012212353 A1	23-08-2012	AU 2012218054 B2	23-10-2014
		CA 2826549 A1	23-08-2012
		CN 103370252 A	23-10-2013
		EP 2675686 A1	25-12-2013
		EP 3100927 A1	07-12-2016
		JP 2014511301 A	15-05-2014
		JP 2015110411 A	18-06-2015
		JP 2016186821 A	27-10-2016
		KR 20140007444 A	17-01-2014
		KR 20150032598 A	26-03-2015
		KR 20160055969 A	18-05-2016
		US 2012212353 A1	23-08-2012
		US 2013245886 A1	19-09-2013
		US 2014309881 A1	16-10-2014
		US 2014371984 A1	18-12-2014
		US 2016152233 A1	02-06-2016
		WO 2012112300 A1	23-08-2012

DE 102012025468 A1	03-07-2014	DE 102012025468 A1	03-07-2014
		EP 2938526 A2	04-11-2015
		WO 2014102190 A2	03-07-2014

US 2014195120 A1	10-07-2014	EP 2752348 A1	09-07-2014
		US 2014195120 A1	10-07-2014

US 2010214087 A1	26-08-2010	AT 540615 T	15-01-2012
		CN 101588757 A	25-11-2009
		EP 2117432 A2	18-11-2009
		JP 4400624 B2	20-01-2010
		JP 2008181327 A	07-08-2008
		US 2010214087 A1	26-08-2010
		WO 2008090451 A2	31-07-2008

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2017/053085

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B60W30/09 B60W50/14 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B60W		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2012/212353 A1 (FUNG KIN [US] ET AL) 23 août 2012 (2012-08-23) abrégé alinéas [0002], [0003], [0058], [0077] - [0084], [0115], [0116], [0126] - [0133], [0145] - [0156], [0161] - [0182], [0242] - [0002]; figures 6-9, 11-16, 48-52, 69-76 -----	1-12
X	DE 10 2012 025468 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN GMBH [DE]) 3 juillet 2014 (2014-07-03) abrégé; figure 1 alinéas [0002], [0006], [0008], [0009], [0012], [0018], [0022], [0023], [0039] - [0042], [0049], [0051] - [0053] ----- - / - -	1-4, 7, 10, 12 5, 6, 11
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 1 juin 2017		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 12/06/2017
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Elbel, Benedikte

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2014/195120 A1 (MCCLAIN JEREMY JASON [US] ET AL) 10 juillet 2014 (2014-07-10) abrégé; figures 2A, 2B alinéas [0004], [0005], [0010] - [0023] -----	1-12
X A	US 2010/214087 A1 (NAKAGOSHI AKIRA [JP] ET AL) 26 août 2010 (2010-08-26) abrégé alinéas [0011], [0032] - [0040] -----	1,3-7,9, 10 2,8,11, 12

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2017/053085

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2012212353 A1	23-08-2012	AU 2012218054 B2	23-10-2014
		CA 2826549 A1	23-08-2012
		CN 103370252 A	23-10-2013
		EP 2675686 A1	25-12-2013
		EP 3100927 A1	07-12-2016
		JP 2014511301 A	15-05-2014
		JP 2015110411 A	18-06-2015
		JP 2016186821 A	27-10-2016
		KR 20140007444 A	17-01-2014
		KR 20150032598 A	26-03-2015
		KR 20160055969 A	18-05-2016
		US 2012212353 A1	23-08-2012
		US 2013245886 A1	19-09-2013
		US 2014309881 A1	16-10-2014
		US 2014371984 A1	18-12-2014
		US 2016152233 A1	02-06-2016
		WO 2012112300 A1	23-08-2012

DE 102012025468 A1	03-07-2014	DE 102012025468 A1	03-07-2014
		EP 2938526 A2	04-11-2015
		WO 2014102190 A2	03-07-2014

US 2014195120 A1	10-07-2014	EP 2752348 A1	09-07-2014
		US 2014195120 A1	10-07-2014

US 2010214087 A1	26-08-2010	AT 540615 T	15-01-2012
		CN 101588757 A	25-11-2009
		EP 2117432 A2	18-11-2009
		JP 4400624 B2	20-01-2010
		JP 2008181327 A	07-08-2008
		US 2010214087 A1	26-08-2010
		WO 2008090451 A2	31-07-2008
