

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

①① N° de publication : **3 049 560**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)  
②① N° d'enregistrement national : **16 00544**  
⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **B 62 D 15/02** (2016.01), B 60 W 30/14, B 60 W 30/  
18, G 01 S 13/93

⑫

## BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ PROCÉDE ET SYSTÈME D'ASSISTANCE AU CHANGEMENT DE VOIE DE ROULAGE POUR VÉHICULE AUTOMOBILE.

②② Date de dépôt : 01.04.16.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 06.10.17 Bulletin 17/40.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 09.08.19 Bulletin 19/32.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : VALEO SCHALTER UND SENSOREN GMBH — DE.

⑦② Inventeur(s) : GROULT XAVIER et LE GALL GAETAN.

⑦③ Titulaire(s) : VALEO SCHALTER UND SENSOREN GMBH.

⑦④ Mandataire(s) : VALEO COMFORT AND DRIVING ASSISTANCE.

FR 3 049 560 - B1



## **PROCEDE ET SYSTEME D'ASSISTANCE AU CHANGEMENT DE VOIE DE ROULAGE POUR VEHICULE AUTOMOBILE**

5 La présente invention concerne de manière générale les véhicules automobiles équipés de systèmes semi-automatiques, voire automatiques d'assistance à la conduite, et plus précisément de systèmes d'assistance au changement de voie de roulage pour un véhicule automobile.

De tels systèmes de changement de voie, connus sous l'appellation  
10 LCC (initiales anglo-saxonnes mises pour Lane Change Control), ont pour but de contrôler, en agissant sur les organes de contrôle de la direction du véhicule voire du système de freinage, la trajectoire suivie par un véhicule automobile lorsqu'il est nécessaire de changer de voie de roulage, par exemple en cas de dépassement d'un autre véhicule ou après dépassement d'un  
15 véhicule.

De tels systèmes utilisent généralement les informations provenant d'un détecteur des lignes de marquage routier, tel qu'une caméra embarquée à l'avant du véhicule, pour identifier les limites latérales non seulement de la voie sur laquelle le véhicule roule, mais aussi des voies adjacentes à la voie  
20 courante de roulage. Lorsque le véhicule est dans une situation où un changement de voie, depuis une voie de roulage initiale vers une voie de roulage finale, est possible, les systèmes classiques calculent généralement la trajectoire centrale de la voie de roulage finale, et déterminent à partir d'informations provenant d'un système de localisation du véhicule, par  
25 exemple un système de navigation, et d'informations de vitesse et/ou d'accélération du véhicule, une trajectoire qui doit être suivie par le véhicule automobile pour lui faire atteindre la trajectoire centrale de la voie de roulage finale. Les systèmes classiques contrôlent alors le véhicule pour qu'il suive automatiquement cette trajectoire jusqu'à atteindre la trajectoire centrale de  
30 la voie de roulage finale.

A titre d'exemple, on a représenté sur la figure 1 une situation de roulage sur une route 1, par exemple une autoroute, comprenant, à l'intérieur de deux limites latérales extrêmes 10 et 11, trois voies de roulage possibles

$L_1$ ,  $L_2$  et  $L_3$  dans la même direction de roulage, chacune étant délimitée par deux lignes de marquage au sol, telle la ligne de marquage 13. Un véhicule automobile 2 équipé d'un système d'assistance au changement de voie est représenté roulant sur la voie de roulage  $L_1$  située ici le plus à droite de la route 1 dans le sens de la circulation. Le véhicule automobile 2 suit dans l'exemple un véhicule tiers 3 qu'il s'apprête à dépasser en utilisant le système d'assistance au changement de voie. Par souci de simplification, on suppose que le système a déjà identifié la voie de roulage initiale, ici la voie  $L_1$ , la voie de roulage finale, ici la voie  $L_2$ , et que le changement de voie est effectivement possible (marquage au sol autorisant le changement de voie, aucun véhicule tiers sur la voie de roulage finale susceptible de gêner le dépassement, par exemple un véhicule tiers situé à l'arrière du véhicule 2). Dans ce cas de figure, un système classique d'assistance au changement de voie va déterminer la trajectoire centrale  $L_C$  de la voie de roulage finale  $L_2$ , puis déterminer la trajectoire  $P$  à suivre par le véhicule 2 pour amener ce véhicule sur la trajectoire centrale  $L_C$ .

La manœuvre de changement de voie est en général déclenchée après que le conducteur ou le système a vérifié qu'un changement de voie était possible, et que le conducteur a activé l'indicateur de direction. La durée  $T$  nécessaire pour permettre au véhicule automobile 2 de rejoindre la trajectoire centrale  $L_C$  est fixe, en général de l'ordre de 5 secondes.

De tels systèmes ne donnent néanmoins pas toujours un sentiment de sécurité pour le conducteur. En particulier, certains conducteurs de nature calme vont trouver que la manœuvre est trop rapide, alors que d'autres conducteurs, à la conduite plus agressive, vont au contraire considérer que la manœuvre est trop lente par rapport à ce qu'ils auraient effectué eux-mêmes.

On connaît par ailleurs du document US 2012/0215415 un système d'assistance à la conduite qui utilise une détermination d'au moins un paramètre caractéristique du comportement en accélération d'un conducteur du véhicule automobile. Le système est alors apte à réguler la vitesse du véhicule en fonction de ce paramètre. Les procédures de changement de voie ne sont néanmoins pas prises en charge par le système décrit.

L'invention a pour but de pallier les inconvénients et limites des systèmes connus en proposant une assistance au changement de voie qui tend à se rapprocher du comportement naturel d'un automobiliste et à augmenter en conséquence son sentiment de sécurité.

5 Pour ce faire, la présente invention a pour objet un procédé d'assistance au changement de voie pour un véhicule automobile depuis une voie de roulage initiale vers une voie de roulage finale, le procédé comportant une étape de détection de la voie de roulage finale, et une étape de contrôle  
10 du véhicule automobile pour qu'il rejoigne la voie de roulage finale en une durée de changement de voie prédéterminée, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape de détermination d'au moins un paramètre caractéristique du comportement de conduite d'un conducteur dudit véhicule automobile, et en ce que ladite durée de changement de voie est prédéterminée et fixée en fonction dudit au moins un paramètre.

15 Le paramètre caractéristique du style de conduite d'un conducteur peut par exemple être lié aux accélérations/décélérations faites par un conducteur.

En variante ou en combinaison, on peut également déterminer le style de conduite à partir d'autres mesures, par exemple par un suivi des angles au volant (angle de braquage) lorsqu'un conducteur effectue manuellement un  
20 changement de voie.

Par ailleurs, certains systèmes connus alertent le conducteur, voire empêchent la manœuvre de changement automatique de voie, lorsque les conditions de trafic ne le permettent pas. La figure 2 illustre les zones de surveillance proches du véhicule automobile 2 qui permettent à de tels  
25 systèmes d'offrir cette fonctionnalité. Par souci de simplification, seules les zones de surveillance situées sur la voie de gauche par rapport à la voie de roulage du véhicule automobile 2 ont été représentées, mais on comprend aisément que des zones similaires sont prévues sur la droite du véhicule automobile 2. Une première zone de surveillance représentée sur la figure 2, à  
30 hauteur du véhicule automobile 2, forme une zone  $A_1$  dite zone de sécurité qui permet d'empêcher tout changement automatique de voie dès lors qu'un véhicule tiers est détecté comme étant présent dans cette zone. La longueur

de la zone  $A_1$ , prise dans la direction du roulage, est prédéfinie par rapport à l'avant et à l'arrière du véhicule automobile 2 et prend donc également en compte la longueur du véhicule automobile 2. Dans l'exemple représenté, cette zone  $A_1$  s'étend sur 12 mètres par rapport à l'avant du véhicule 2, et sur 5 3 mètres par rapport à l'arrière du véhicule 2. La largeur de la zone  $A_1$  est également définie comme étant au minimum la largeur de la voie de roulage finale (typiquement de l'ordre de 3,5 mètres pour une autoroute en France), augmentée de préférence par une marge de sécurité, par exemple de l'ordre de 0,5 mètre, empiétant sur la voie de roulage du véhicule automobile 2, pour 10 tenir avantagement compte des véhicules à deux roues susceptibles de rouler entre les deux voies.

Une deuxième zone  $A_2$ , formant une zone de surveillance arrière, est également observée par des composants appropriés du système (caméras, radars...). Cette zone  $A_2$ , qui débute immédiatement à l'arrière de la zone de 15 sécurité  $A_1$ , peut présenter une largeur identique à la zone de sécurité  $A_1$ , et une longueur prédéfinie, fixée dans l'exemple à 67 mètres. L'observation de cette zone de surveillance arrière permet de donner une autorisation de changement de voie sous certaines conditions uniquement. Le principe est le suivant : le changement de voie est autorisé par le système si aucun véhicule 20 tiers n'a été détecté comme présent dans cette zone  $A_2$ . Si en revanche, comme illustré sur la figure 2, un véhicule tiers est détecté sur la voie de roulage finale, comme survenant à l'arrière du véhicule 2, le système va estimer, à partir d'une détermination des positions et vitesses relatives du véhicule tiers détecté et du véhicule 2, une durée TTC (initiales anglo- 25 saxonnes mises pour Time To Collision) correspondant au temps qui s'écoulerait jusqu'à une collision entre le véhicule automobile 2 et le véhicule tiers détecté dans le cas où le système autoriserait le dépassement. Un premier seuil  $TTC_{th-re}$ , par exemple fixé à 5 secondes, va servir de valeur de comparaison avec la durée TTC estimée pour autoriser ou non le changement 30 de voie. Plus précisément, un changement de voie sera autorisé si la durée TTC estimée est supérieure au premier seuil  $TTC_{th-re}$ , et interdite dans le cas contraire.

Certains systèmes plus élaborés font de même pour la surveillance du trafic dans une troisième zone  $A_3$ , formant une zone de surveillance avant. Cette zone  $A_3$ , qui débute immédiatement à l'avant de la zone de sécurité  $A_1$ , peut présenter une largeur identique à la zone de sécurité  $A_1$ , et une longueur  
 5 prédéfinie, fixée dans l'exemple à 58 mètres. De manière analogue à ce qui a été décrit pour la zone de surveillance arrière  $A_2$ , pour tout véhicule tiers détecté dans cette zone  $A_3$ , on estime une durée TTC que l'on compare à un deuxième seuil  $TTC_{th-fr}$ , fixé par exemple à 7 secondes. La manœuvre automatique de changement de voie sera autorisée si la durée TTC estimée  
 10 est supérieure au deuxième seuil  $TTC_{th-fr}$ , et interdite dans le cas contraire.

Pour correspondre à ce type de systèmes, et selon d'autres aspects possibles du procédé :

- le procédé peut comporter en outre une étape de surveillance d'une zone de sécurité située sur la voie de roulage finale, sur un côté du véhicule  
 15 automobile, de manière à interdire tout changement de voie en cas de détection de présence d'un véhicule tiers dans cette zone de sécurité ;

- ladite zone de sécurité s'étend sur une longueur prédéterminée en fonction de la longueur du véhicule automobile, d'une distance de sécurité avant prédéfinie à partir de l'avant du véhicule automobile, et d'une distance  
 20 de sécurité arrière prédéfinie à partir de l'arrière du véhicule automobile ;

- avantageusement, ladite distance de sécurité avant et/ou la dite distance de sécurité arrière varie également en fonction dudit au moins un paramètre caractéristique du comportement de conduite d'un conducteur dudit véhicule automobile ;

- le procédé comporte de préférence en outre une étape de surveillance d'au moins une zone de surveillance située sur la voie de roulage finale, à l'avant ou à l'arrière de ladite zone de sécurité, comprenant une sous-étape préalable de réception d'une information de détection d'un véhicule tiers présent dans ladite au moins une zone de surveillance, de détermination de la  
 25 position et de la vitesse relatives dudit véhicule automobile et du véhicule tiers détecté, d'estimation d'une durée TTC correspondant à un temps qui s'écoulerait jusqu'à une collision entre ledit véhicule automobile et le véhicule  
 30

tiers détecté, et de comparaison de la durée TTC estimée à une valeur seuil, et le changement de voie est interdit si la durée TTC estimée est inférieure à ladite valeur seuil ;

- ici encore, ladite valeur seuil peut avantageusement varier en fonction dudit au moins un paramètre caractéristique du comportement de conduite d'un conducteur dudit véhicule automobile ;

- ladite au moins une zone de surveillance est par exemple une zone de surveillance arrière associée à une valeur seuil arrière  $TTC_{th-re}$ . On peut également prévoir une zone de surveillance avant, associée à une valeur seuil avant  $TTC_{th-fr}$ . Un système complet combinera avantageusement les zones de surveillance avant et arrière ;

- ladite étape de détermination comporte une sous étape de classification d'un conducteur dans une catégorie parmi une pluralité de catégories représentatives de comportements de conduite en fonction dudit au moins un paramètre, et la durée T de changement de voie est fixée à une valeur appartenant à un intervalle compris entre une durée minimale  $T_{min}$  et une durée maximale  $T_{max}$ , la durée minimale  $T_{min}$  et la durée maximale  $T_{max}$  étant fonction de la catégorie.

L'invention a également pour objet un système d'assistance au changement de voie pour un véhicule automobile depuis une voie de roulage initiale vers une voie de roulage finale, le système comportant des moyens de détection de la voie de roulage finale, et des moyens de contrôle du véhicule automobile pour qu'il rejoigne ladite voie de roulage finale en une durée de changement de voie prédéterminée, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens de détermination d'au moins un paramètre caractéristique du comportement de conduite d'un conducteur dudit véhicule automobile, et en ce que lesdits moyens de contrôle sont aptes à fixer ladite durée de changement de voie en fonction dudit au moins un paramètre.

L'invention et les différents avantages qu'elle procure seront mieux compris au vu de la description suivante, faite en référence aux figures annexées, dans lesquelles :

- 5 - la figure 1, déjà décrite ci-avant, décrit un exemple de situation de roulage faisant intervenir un changement de voie effectué avec un système connu d'assistance au changement de voie ;
- la figure 2, déjà décrite ci-avant, illustre différentes zones de surveillance susceptibles d'être examinées dans le cadre d'une autorisation de changement de voie ;
- 10 - la figure 3 représente, sous forme de synoptique simplifié, une architecture générale possible d'un système d'assistance au changement de voie susceptible d'implémenter le procédé selon l'invention ;
- la figure 4 illustre schématiquement des étapes d'un procédé d'assistance au changement de voie.

15

Dans la suite de la description, et à moins qu'il n'en soit disposé autrement, les éléments communs à l'ensemble des figures portent les mêmes références.

La figure 3 illustre de façon simplifiée un système 4 embarqué  
20 d'assistance au changement de voie pour un véhicule automobile depuis une voie de roulage initiale vers une voie de roulage finale. Dans l'exemple non limitatif représenté sur cette figure, le système 4 coopère avec d'autres éléments présents sur le véhicule, notamment, avec un détecteur 5 de lignes de marquage routier, par exemple une caméra située à l'avant du véhicule  
25 automobile, un système 6 de localisation du véhicule automobile, par exemple un récepteur de navigation du type GPS, et différents capteurs 7 permettant de déterminer la vitesse courante et/ou l'accélération du véhicule automobile. Le système 4 coopère également avec un système 8 de contrôle de la colonne de direction du véhicule, voire avec un système de freinage (non représenté).  
30 Il convient de noter que le détecteur 5 pourrait être également intégré dans le système 4 sans départir du cadre de la présente invention. Le système comporte, dans une version préférée, un ensemble 9 de capteurs (caméras, radars, lidars...) permettant la surveillance de différentes zones dans

l'environnement proche du véhicule automobile 2, telles que la zone de sécurité  $A_1$ , et les zones de surveillance arrière  $A_2$  ou avant  $A_3$  décrites ci-avant, en vue de la détection de présence d'un ou plusieurs véhicules tiers.

La référence 40 de la figure 2 représente des moyens de détection des 5 voies de roulage possibles à l'avant du véhicule, et en particulier de la voie de roulage initiale et de la voie de roulage finale. Ces moyens 10, par exemple sous forme d'un module dédié de traitement, reçoivent les informations du détecteur 5, ici les images captées par la caméra, et extraient de ces informations les lignes de marquage routier des différentes voies situées à 10 l'avant du véhicule, dont la voie de roulage finale pour le changement de voie délimitée latéralement par deux lignes de marquage. Différents algorithmes de traitement existent pour permettre la détection des voie de roulage possibles, et ne nécessitent pas d'être détaillés plus avant car sans incidence sur le procédé selon l'invention.

15 Le système 4 comporte également classiquement des moyens 41 de détermination d'une trajectoire centrale  $L_C$  par rapport à la voie de roulage finale qui a été détectée ainsi que des moyens 42 de contrôle du véhicule automobile pour qu'il rejoigne la trajectoire centrale  $L_C$ . La trajectoire centrale  $L_C$  est par exemple déterminée à partir de la détection de deux lignes de 20 marquage routier délimitant latéralement la voie de roulage finale détectée.

Les moyens 42 de contrôle sont notamment aptes à déterminer une trajectoire que doit suivre le véhicule automobile 2 pour aller de la voie de roulage initiale à la voie de roulage finale en rejoignant la trajectoire centrale  $L_C$  (trajectoire P sur la figure 1), puis à agir sur le système 8 de contrôle de la 25 colonne de direction dudit véhicule automobile, voire sur le système de freinage, pour guider la voiture de façon automatique lors de la manœuvre de changement de voie.

Dans la suite, les variables suivantes sont définies :

- $X_i$  est la position initiale du véhicule automobile 2 ;
- 30 –  $X_f$  est la position finale du véhicule automobile 2 ;
- $V_i$  est la vitesse initiale du véhicule automobile 2 ;

- $V_f$  est la vitesse finale du véhicule automobile 2 ;
- $A_i$  est l'accélération initiale du véhicule automobile 2 ;
- $A_f$  est l'accélération finale du véhicule automobile 2 ;
- T représente la durée nécessaire pour opérer la manœuvre de changement de voie.

5

La trajectoire que doit suivre le véhicule automobile est prédéfinie et obéit à la fonction polynomiale d'ordre 5 suivante :

$$X(t) = a_5 t^5 + a_4 t^4 + a_3 t^3 + a_2 t^2 + a_1 t + a_0$$

10 dans laquelle la durée T est la donnée d'entrée et avec :

$$a_0 = X_i$$

$$a_1 = V_i$$

$$a_2 = 0,5A_i$$

$$a_3 = \left(\frac{-1}{T^3}\right)(10(X_i - X_f)) + \left(\frac{-1}{T^2}\right)(4V_f + 6V_i) + \left(\frac{-1}{T}\right)(3a_2 - 0,5A_f)$$

$$a_4 = \left(\frac{-1}{T^3}\right)((V_f - a_1) - T(A_f / 4 + 1,5a_2) - 1,5a_3 T^2)$$

$$a_5 = \left(\frac{1}{5T^4}\right)(TA_f - 3V_f + 3a_3 T^2 + 4a_2 T + 3a_1$$

Comme cela a été indiqué en introduction, les systèmes de l'art antérieur utilisent une durée T fixe, de l'ordre de 5 secondes.

15 De manière différente, l'invention prévoit de déterminer au préalable au moins un paramètre caractéristique du comportement de conduite d'un conducteur du véhicule automobile 2, et de faire varier au moins la durée T de changement de voie en fonction de ce paramètre.

20 La détermination du paramètre caractéristique du comportement de conduite du conducteur peut se faire selon les enseignements du document US 2012/0215415, en observant les accélérations/décélérations pratiquées par le conducteur. On utilise ainsi par exemple des seuils de comparaison et les vitesses ou les accélérations du véhicule 2 pour catégoriser le comportement

d'un conducteur en plusieurs, par exemple en trois catégories, une première catégorie correspondant à un conducteur « calme », une deuxième catégorie correspondant à un conducteur « normal », et une troisième catégorie correspondant à un conducteur « agressif ».

5 D'autres méthodes peuvent être utilisées en complément ou de façon alternative pour caractériser un comportement conducteur spécifique au changement de voie :

- mesure d'un ou plusieurs des paramètres suivants : angle de braquage, vitesse latérale, accélération latérale, vitesse de lacet et/ou couple volant durant plusieurs changements de voie manuels. Les mesures sont alors comparées avec des courbes ou valeurs type correspondant aux comportements recherchés (calme, nominal, brusque...) ;

- mesure du temps moyen de changement de voie en manuel.

15 Dans une implémentation de base de l'invention, on utilise pour la durée T de la manœuvre automatique de changement de voie, une valeur de l'ordre de 6,5 secondes pour les conducteurs « normaux », alors que cette valeur T sera plus faible (typiquement de l'ordre de 4,5 secondes) pour des conducteurs « agressifs » qui auraient naturellement tendance à opérer plus rapidement un changement de voie, et que cette valeur T sera plus importante (typiquement de l'ordre de 7 secondes) pour des conducteurs « calmes » qui auraient naturellement tendance à opérer plus lentement un changement de voie.

25 Dans une implémentation plus complexe de l'invention, dans lesquels le système d'assistance comporterait des moyens aptes à surveiller des zones sur le côté, à l'avant et/ou à l'arrière du véhicule 2 (typiquement des caméras, des radars et/ou lidars embarqués sur le véhicule 2, globalement représentés par la référence 9 sur la figure 3, on considère également que le paramètre caractéristique du comportement de conduite d'un conducteur du véhicule automobile 2 va avantageusement pouvoir être utilisé pour modifier les conditions permettant d'autoriser ou non un changement de voie, dans les cas de détections de présence de véhicule tiers dans l'une des zones de surveillance A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> ou A<sub>3</sub> décrites ci-dessus en référence avec la figure 2.

S'agissant de la zone de sécurité  $A_1$ , le principe est d'augmenter les distances de sécurité avant et/ou arrière pour les conducteurs « calmes », et de réduire ces mêmes distances de sécurité avant et/ou arrière pour les conducteurs « agressifs ». En d'autres termes, plus le conducteur est calme, plus la zone de sécurité  $A_1$  est longue.

S'agissant de la zone de surveillance arrière  $A_2$  ou de la zone de surveillance avant  $A_3$ , le principe est d'augmenter la valeur du seuil arrière  $TTC_{th-re}$ , respectivement avant  $TTC_{th-fr}$  pour les conducteurs « calmes », et de réduire cette même valeur seuil arrière  $TTC_{th-re}$ , respectivement avant  $TTC_{th-fr}$  pour les conducteurs « agressifs ». En d'autres termes, plus le conducteur est agressif, plus les valeurs seuil arrière  $TTC_{th-re}$ , respectivement avant  $TTC_{th-fr}$ , sont faibles, reflétant ainsi beaucoup mieux le comportement de ce type de conducteurs.

Dans un mode de réalisation préféré, on définit par ailleurs, pour chaque catégorie de conducteurs, deux valeurs limites  $T_{min}$  et  $T_{max}$  pour la durée  $T$  nécessaire à une manœuvre de changement de voie.

Le Tableau 1 ci-après donne un exemple des différentes valeurs qui peuvent être adoptées dans un système d'assistance au changement de voie conformément à la présente invention, en fonction de la catégorie du conducteur.

<b>Catégorie conducteurs</b>	<b>Valeur seuil avant</b> $TTC_{th-fr}$ <b>Zone A<sub>3</sub></b>	<b>Valeur seuil arrière</b> $TTC_{th-re}$ <b>Zone A<sub>2</sub></b>	<b>Durée minimum de changement de voie</b> $T_{min}$	<b>Durée maximum de changement de voie</b> $T_{max}$	<b>Distance de sécurité avant/arrière</b> <b>Zone de sécurité A<sub>1</sub></b>
Calme	8 s	6 s	7,5 s	8,5 s	15 m/5 m
Normal	7 s	5 s	5,5 s	7,5 s	12 m/3 m
Agressif	4,5 s	4 s	4 s	5,5 s	10 m/2 m

**Tableau 1**

5 Pour chaque catégorie de conducteurs, la façon de déterminer la durée T nécessaire au changement de voie obéit préférentiellement aux règles suivantes (en supposant bien entendu qu'aucun véhicule tiers n'a été détecté dans la zone de sécurité A<sub>1</sub>, ce qui interdirait dans ce cas toute manœuvre de changement de voie), de façon à avoir une durée adaptée aux conditions de

10 trafic :

– Si au moins une durée TTC estimée pour un véhicule tiers détecté dans l'une quelconque des zones de surveillance arrière A<sub>2</sub> ou avant A<sub>3</sub> est sensiblement égale à la valeur seuil correspondant à la zone de surveillance considérée ( $TTC_{th-re}$  pour la Zone de surveillance A<sub>2</sub> et  $TTC_{th-fr}$  pour la

15 Zone de surveillance A<sub>3</sub>), alors on se retrouve dans une situation dans laquelle la manœuvre de changement de voie doit durer le moins longtemps possible. Dans ce cas, la durée T est fixée égale à la durée minimum  $T_{min}$ .

– Si au contraire, toutes les durées estimées TTC sont supérieures à la valeur seuil de la zone de surveillance considérée, augmentée d'une marge de sécurité, alors on se retrouve dans une situation dans laquelle la manœuvre de changement de voie peut durer plus longtemps. Dans ce cas, la durée T est  
5 fixée égale à la durée maximum  $T_{max}$ . La marge de sécurité est par exemple donnée par la différence entre  $T_{max}$  et  $T_{min}$ .

– Dans tous les autres cas qui sont intermédiaires, c'est-à-dire si toutes les durées estimées TTC sont comprises entre la valeur seuil de la zone de surveillance considérée, et cette valeur seuil augmentée de la marge de  
10 sécurité, la durée T doit être fixée à une valeur comprise entre la durée minimum  $T_{min}$  et la durée maximum  $T_{max}$ , définie par exemple selon la relation suivante :

$$T = \min(TTC_{fr} - TTC_{th-fr} + T_{min}; TTC_{re} - TTC_{th-re} + T_{min}; T_{max})$$

dans laquelle  $TTC_{fr}$  est une durée estimée pour un véhicule tiers détectée  
15 dans la zone avant  $A_3$ , et  $TTC_{re}$  est une durée estimée pour un véhicule tiers détectée dans la zone arrière  $A_2$ .

La figure 4 résume les étapes d'un procédé d'assistance au changement de voie pour un véhicule automobile depuis une voie de roulage  
20 initiale vers une voie de roulage finale conforme à la présente invention, dans sa forme la plus élaborée:

Le procédé débute par une étape 100 de détection de la voie de roulage finale, par exemple par le traitement des images captées par une  
25 caméra 2 permettant d'extraire les lignes de marquage routier situées à l'avant du véhicule.

Le procédé se poursuit alors par une étape 110 de détermination d'au moins un paramètre caractéristique du comportement de conduite d'un conducteur du véhicule automobile 2, permettant la classification du conducteur dans une catégorie parmi plusieurs.

L'étape 120 correspond à la surveillance de la zone de sécurité  $A_1$ . La procédure de changement de voie prend fin sans changement de voie en cas de détection d'un véhicule tiers dans cette zone de sécurité  $A_1$ . Comme vu précédemment, la longueur de la zone de surveillance est de préférence  
5 adaptée au type de conducteur.

L'étape 130 correspond à la surveillance de la zone de surveillance arrière  $A_2$  et/ou avant  $A_3$ . La procédure de changement de voie prend fin sans changement de voie en cas de détection d'un véhicule tiers dans l'une de ces zones, pour lequel la durée TTC estimée est inférieure à la valeur seuil de la  
10 zone de surveillance considérée. Comme vu précédemment, les valeurs seuils sont également de préférence adaptées au type de conducteur.

La dernière étape 140 représentée correspond à l'étape de contrôle du véhicule automobile 2 pour qu'il rejoigne la voie de roulage finale  $L_2$  en une durée  $T$  de changement de voie, définie, conformément à l'invention, au type  
15 de conducteur.

### REVENDICATIONS

1. Procédé d'assistance au changement de voie pour un véhicule automobile (2) depuis une voie de roulage initiale ( $L_1$ ) vers une voie de roulage finale ( $L_2$ ), le procédé comportant une étape (100) de détection de la voie de roulage finale ( $L_2$ ), et une étape (140) de contrôle du véhicule automobile (2) pour qu'il rejoigne la voie de roulage finale ( $L_2$ ) en une durée (T) de changement de voie prédéterminée, ledit procédé comportant en outre une étape (110) de détermination d'au moins un paramètre caractéristique du comportement de conduite d'un conducteur dudit véhicule automobile (2), ladite durée (T) de changement de voie étant prédéterminée et fixée en fonction dudit au moins un paramètre ; ledit procédé comportant en outre également une étape (120) de surveillance d'une zone de sécurité ( $A_1$ ) située sur la voie de roulage finale ( $L_2$ ), sur un côté du véhicule automobile (2), de manière à interdire tout changement de voie en cas de détection de présence d'un véhicule tiers dans cette zone de sécurité, ladite zone de sécurité ( $A_1$ ) s'étendant sur une longueur prédéterminée en fonction de la longueur du véhicule automobile (2), d'une distance de sécurité avant prédéfinie à partir de l'avant du véhicule automobile (2), et d'une distance de sécurité arrière prédéfinie à partir de l'arrière du véhicule automobile (2), caractérisé en ce que ladite distance de sécurité avant et/ou la dite distance de sécurité arrière varie en fonction dudit au moins un paramètre caractéristique du comportement de conduite d'un conducteur dudit véhicule automobile (2).
2. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape (130) de surveillance d'au moins une zone de surveillance ( $A_2, A_3$ ) située sur la voie de roulage finale ( $L_2$ ), à l'avant ou à l'arrière de ladite zone de sécurité ( $A_1$ ), comprenant une étape préalable de réception d'une information de détection d'un véhicule tiers (3' ; 10) présent dans ladite au moins une zone de surveillance ( $A_2, A_3$ ), de détermination de

la position et de la vitesse relatives dudit véhicule automobile (2) et du véhicule tiers détecté, d'estimation d'une durée TTC correspondant à un temps qui s'écoulerait jusqu'à une collision entre ledit véhicule automobile (2) et le véhicule tiers détecté, et de comparaison de la durée TTC estimée à une valeur seuil, et en ce que le changement de voie est interdit si la durée TTC estimée est inférieure à ladite valeur seuil.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite valeur seuil varie en fonction dudit au moins un paramètre caractéristique du comportement de conduite d'un conducteur dudit véhicule automobile (2).
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que ladite au moins une zone de surveillance est une zone de surveillance arrière ( $A_2$ ) associée à une valeur seuil arrière  $TTC_{th-re}$ .
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que ladite au moins une zone de surveillance est une zone de surveillance avant ( $A_3$ ) associée à une valeur seuil avant  $TTC_{th-fr}$ .
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que ladite étape (110) de détermination comporte une sous étape de classification d'un conducteur dans une catégorie parmi une pluralité de catégories représentatives de comportements de conduite en fonction dudit au moins un paramètre, et en ce que la durée (T) de changement de voie est fixée à une valeur appartenant à un intervalle compris entre une durée minimale  $T_{min}$  et une durée maximale  $T_{max}$ , la durée minimale  $T_{min}$  et la durée maximale  $T_{max}$  étant fonction de la catégorie.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit au moins un paramètre comporte des accélérations/décélérations du véhicule.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit au moins un paramètre comporte des mesures d'angles au volant lors de changement de voies.
9. Système d'assistance au changement de voie pour un véhicule automobile (2) depuis une voie de roulage initiale ( $L_1$ ) vers une voie de roulage finale ( $L_2$ ), le système comportant des moyens (40) de détection de la voie de roulage finale ( $L_2$ ), et des moyens (42) de contrôle du véhicule automobile (2) pour qu'il rejoigne ladite voie de roulage finale ( $L_2$ ) en une durée (T) de changement de voie prédéterminée, ledit système comportant en outre des moyens de détermination d'au moins un paramètre caractéristique du comportement de conduite d'un conducteur dudit véhicule automobile (2), lesdits moyens (42) de contrôle étant aptes à fixer ladite durée (T) de changement de voie en fonction dudit au moins un paramètre, ledit système comportant également en outre des moyens de surveillance d'une zone de sécurité ( $A_1$ ) située sur la voie de roulage finale ( $L_2$ ), sur un côté du véhicule automobile (2), de manière à interdire tout changement de voie en cas de détection de présence d'un véhicule tiers dans cette zone de sécurité, ladite zone de sécurité ( $A_1$ ) s'étendant sur une longueur prédéterminée en fonction de la longueur du véhicule automobile (2), d'une distance de sécurité avant prédéfinie à partir de l'avant du véhicule automobile (2), et d'une distance de sécurité arrière prédéfinie à partir de l'arrière du véhicule automobile (2), caractérisé en ce que ladite distance de sécurité avant et/ou la dite distance de sécurité arrière varie en fonction dudit au moins un paramètre caractéristique du comportement de conduite d'un conducteur dudit véhicule automobile (2).
10. Système selon la revendication 9, caractérisé en ce que les moyens (40) de détection de la voie de roulage finale sont aptes à recevoir des images captées par une caméra (5) embarquée.

11. Système selon l'une quelconque des revendications 9 à 10, caractérisé en ce que les moyens (42) de contrôle du véhicule automobile (2) sont aptes à agir sur un système (8) de contrôle de la colonne de direction dudit véhicule automobile (7), voire sur un système de freinage.

1/2

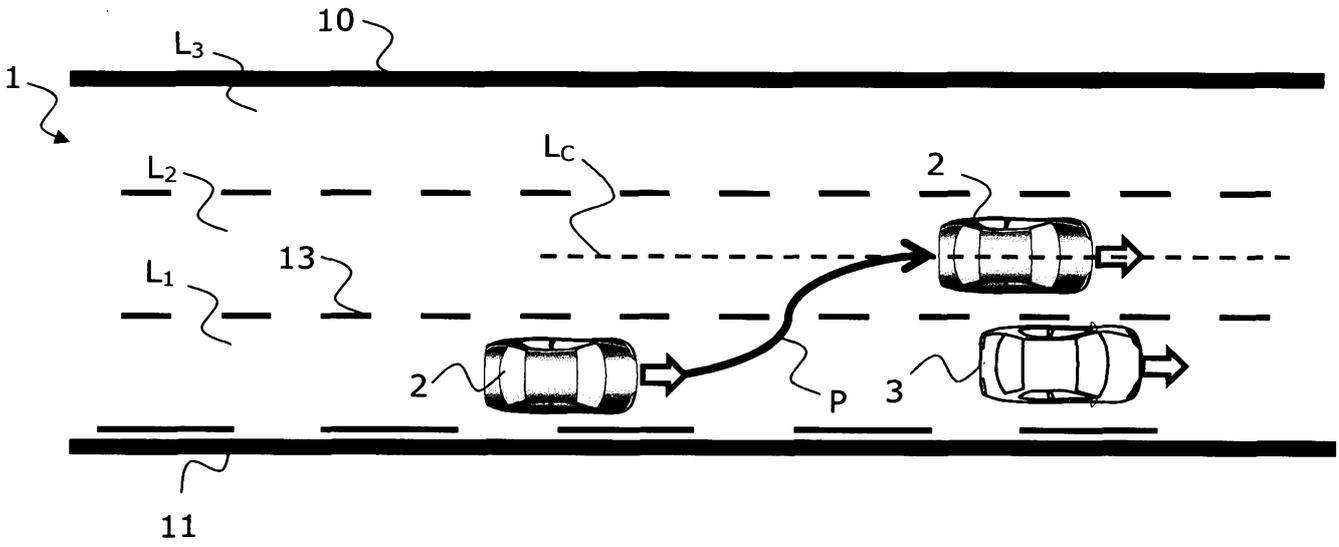


FIG. 1

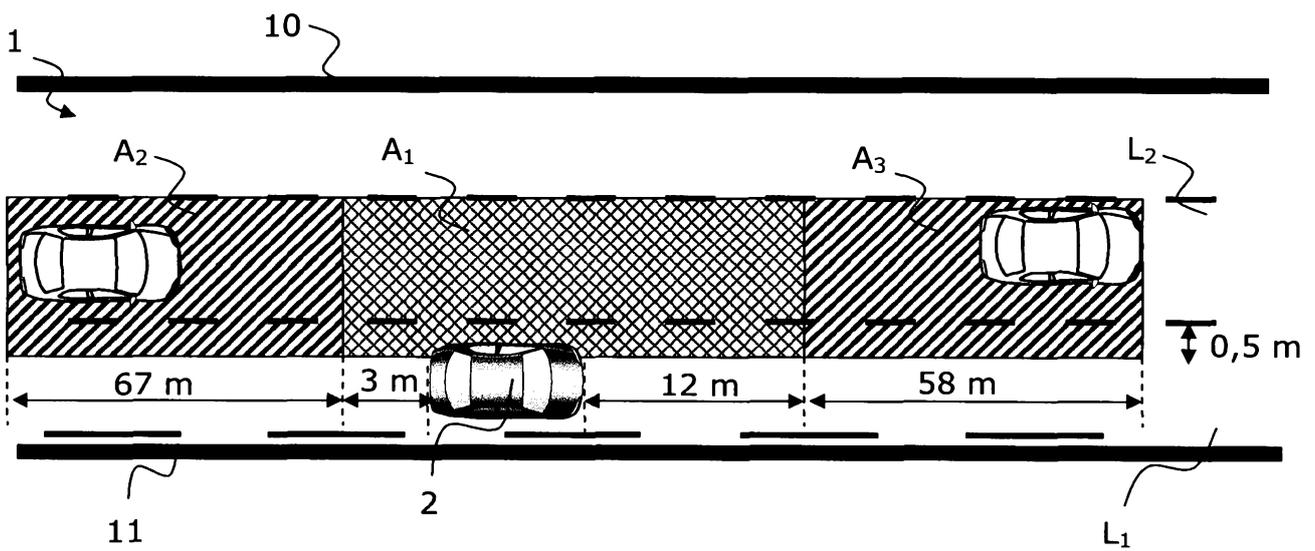
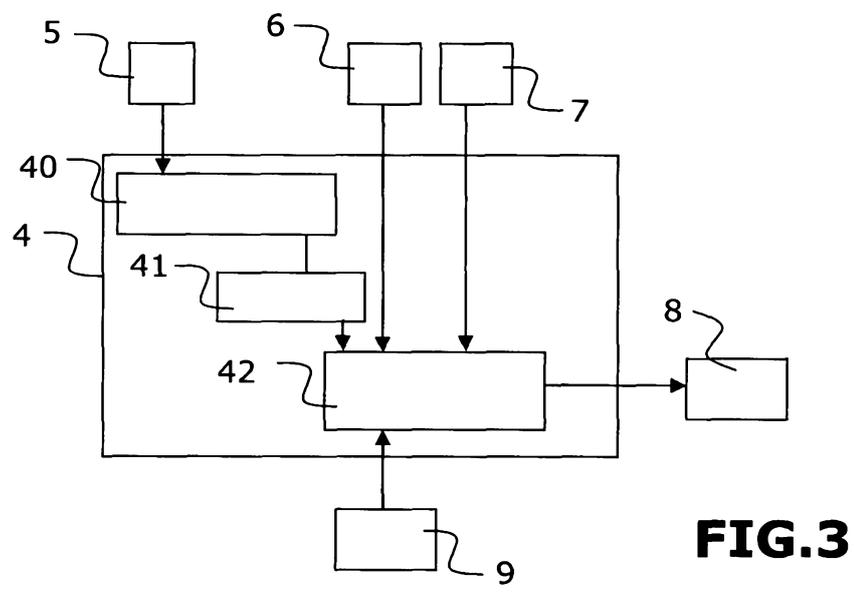
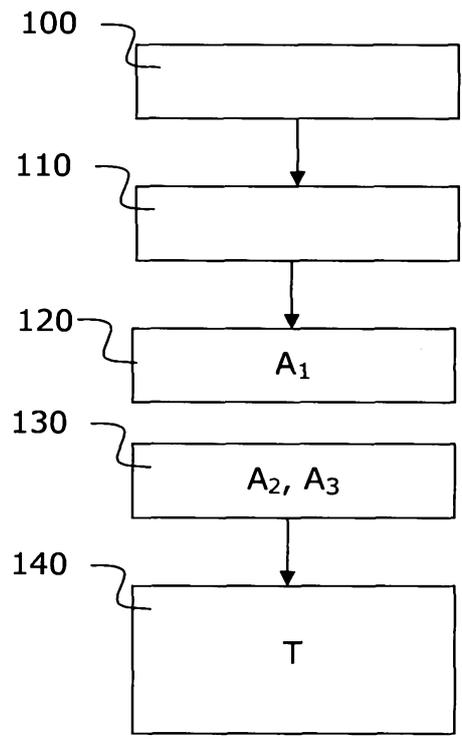


FIG. 2



**FIG.3**



**FIG.4**

# RAPPORT DE RECHERCHE

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

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

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

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

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

US 2015/251656 A1 (YESTER JOHN [US] ET AL) 10 septembre 2015 (2015-09-10)

DE 10 2012 001405 A1 (DAIMLER AG [DE]) 22 novembre 2012 (2012-11-22)

EP 2 711 908 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 26 mars 2014 (2014-03-26)

US 5 521 579 A (BERNHARD WERNER [DE]) 28 mai 1996 (1996-05-28)

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

NEANT

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

NEANT