(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 017 807 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
**28.07.2010 Bulletin 2010/30**

(51) Int Cl.:
***G08G 1/0967*** *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **08160548.7**

(22) Date de dépôt: **16.07.2008**

(54) **Procédé de détermination automatique des limitations de vitesse sur une route et système associé**

Verfahren zur automatischen Bestimmung der Geschwindigkeitsbegrenzung auf einer Strecke und zugehöriges System

Method of automatically determining speed limits on a road and associated system

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorité: **20.07.2007 FR 0705299**

(43) Date de publication de la demande:
**21.01.2009 Bulletin 2009/04**

(73) Titulaire: **VALEO VISION**
**93012 Bobigny (FR)**

(72) Inventeurs:
- **Bradai, Benazouz**
  **93000 Bobigny (FR)**
- **Herbin-Sahler, Anne**
  **75011 Paris (FR)**
- **Lauffenburger, Jean-Philippe**
  **68170 Rixheim (FR)**
- **Basset, Michel**
  **68990 Heimsbrunn (FR)**

(56) Documents cités:
**DE-A1- 19 938 266**
**US-A1- 2006 061 461**
**US-A1- 2007 067 086**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 2 017 807 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

## Description

**[0001]** La présente invention a pour objet un procédé de détermination des limitations de vitesse sur une route empruntée par un véhicule automobile, et un système pour la mise en oeuvre de ce procédé. L'invention a essentiellement pour but de proposer une solution pour déterminer automatiquement, en toute circonstance, une information relative à une limitation de vitesse qui s'applique à une route empruntée, ou sur le point d'être empruntée, par un véhicule automobile. L'information ainsi déterminée est alors exploitable dans différentes applications équipant le véhicule considéré. Notamment, mais de façon non limitative, l'information relative à une limitation de vitesse est utilisée dans le cadre d'un système d'aide à la conduite en indiquant au conducteur de manière explicite quelle est la vitesse maximale autorisée, par exemple lorsque ce dernier est en dépassement de cette vitesse maximale.

**[0002]** Le domaine de l'invention est, d'une façon générale, celui de l'aide à la conduite, qui propose un ensemble de systèmes d'assistance pour le conducteur, essentiellement destinés à améliorer les conditions de sécurité de circulation. On a ainsi récemment développé, par exemple :

- des systèmes dits de vision de nuit pour aider le conducteur à détecter de manière anticipée des obstacles difficilement perceptibles dans des conditions de circulation nocturnes ;
- des systèmes de détection anticipée de virage, pour prévenir au plus tôt le conducteur de la présence prochaine d'un virage ;

**[0003]** Dans le cadre des systèmes d'aide à la conduite, on cherche également désormais à proposer au conducteur un système d'avertisseur des limitations de vitesse : un tel système doit permettre de détecter automatiquement une limitation de vitesse en vigueur sur une route empruntée, ou sur une route qui est sur le point d'être empruntée, par un véhicule. En effet, des actions concernant les vitesses excessives sont nécessaires pour réduire le nombre d'accidents et la gravité de leurs conséquences. De nombreux conducteurs ne respectent pas les vitesses réglementaires : 40% des conducteurs ne les respectent pas sur autoroutes, 60% sur les routes nationales et départementales et 25% dépassent la vitesse réglementaire en ville par plus de 10 km/h.

**[0004]** Deux types de solutions distinctes ont été proposées à ce jour pour déterminer automatiquement une limitation de vitesse en vigueur sur une route.

**[0005]** Le premier type de solution réside dans l'exploitation d'informations issues d'un système de navigation. Ces systèmes de navigation équipent de plus en plus les véhicules pour le guidage du conducteur d'un point de départ (correspondant à la position actuelle de son véhicule) à un point d'arrivée (sélectionné par le conducteur). Ils associent des informations de cartographie avec une information de position du véhicule, donnée par un système GPS, et permettent souvent de connaître à l'avance les caractéristiques de la route. En outre, une information associée aux caractéristiques de la route réside dans la limitation de vitesse associée à cette route. D'autres informations, du type indication de la présence d'intersections, de sortie d'autoroute... sont également disponibles par l'intermédiaire d'un tel système. Par ailleurs, si le conducteur sélectionne une option dite de guidage pour aller d'un point A à un point B, le trajet que va vraisemblablement emprunter le véhicule est connu de façon anticipée, et la connaissance des limitations de vitesse qui vont être en vigueur sur ce trajet peut largement être anticipée, jusqu'à dix kilomètres à l'avance.

**[0006]** Cependant, un certain nombre de défauts inhérents à ce système en limitent l'efficacité:

- la cartographie actuelle est encore très imprécise. Il arrive très souvent qu'à un endroit donné, l'information soit absente. En effet, il existe des zones entières du monde qui ne sont pas couvertes par les bases de données de la cartographie ;
- il arrive aussi que l'information fournie par le système de navigation soit aberrante. Par exemple, si le conducteur a prévu de se rendre à un lieu B qu'il a mémorisé dans son système de navigation et si, finalement, en cours de route, il est amené à aller vers un lieu C sans suivre les indications données par le système de navigation, alors les informations données par le système de navigation sont incohérentes, voir contradictoires, par rapport aux caractéristiques de la trajectoire réellement suivie par le véhicule ;
- les changements de configuration de la route dus à des événements ponctuels, par exemple la réalisation de travaux, entrainent une modification des limitations de vitesse en vigueur sur la portion de route considérée ; ces modifications ne sont alors pas connues du système de navigation ;
- une perte de couverture GPS est également possible, par exemple lors du passage sous un long tunnel.

**[0007]** Un deuxième type de solutions pour déterminer automatiquement une limitation de vitesse en vigueur réside dans l'exploitation d'informations issues d'un système de traitement d'images. Un tel système fait intervenir au moins une caméra et des applications logicielles de traitement d'images. La caméra prend une image de la scène de route, et des traitements d'images permettent de détecter les panneaux des limitations de vitesses et de reconnaître les caractères inscrits dans ces panneaux. Ce système affiche la limitation de vitesse du panneau détecté, avec un certain

indice de confiance. Un système connu sous l'appellation "Speed Limit Support" est un tel système d'aide à la conduite qui informe le conducteur sur la limitation de vitesse de la route empruntée pour l'aider à ne pas dépasser ladite vitesse ; il est destiné à venir compléter le limiteur de vitesse manuel, déjà commercialisé sur certains véhicules.

**[0008]** Cependant, ce type de systèmes présente un certain nombre de dysfonctionnements dans certaines conditions de circulation, notamment en présence de sorties d'autoroute, pendant la nuit ou lorsque le véhicule évolue à grande vitesse, ainsi que pour les cas où il existe des limitations de vitesse spécifiques pour différentes catégories de véhicule. Dans de tels cas, le bon fonctionnement des algorithmes de reconnaissance de caractères sur les panneaux de limitation de vitesse n'est pas garanti. En outre, dans des situations d'intersections, de bifurcations ou de la présence de plusieurs voies de circulation, de tels systèmes sont incapables de détecter les panneaux de limitation de vitesse effectivement en vigueur, différents panneaux destinés aux différentes voies en présence étant repérés, sans pouvoir réaliser efficacement l'association entre chaque panneau et la route correspondante. Il vient se rajouter à cela le fait que la portée de tels systèmes n'est que de quelques dizaines de mètres ; en conséquence, en présence d'obstacles devant le véhicule ou en présence de plusieurs virages consécutifs, les panneaux de limitation de vitesse ne sont pas détectés par de tels systèmes.

**[0009]** Le document DE19938266 décrit un procédé et un système de détection des limitations de vitesse visant à compléter les résultats issus de la vision optique par des données cartographiques.

**[0010]** Aucun des systèmes existant n'est donc entièrement satisfaisant pour la détermination automatique des limitations de vitesse en vigueur sur une route empruntée par un véhicule automobile.

**[0011]** L'objet de l'invention propose une solution aux problèmes qui viennent d'être exposés. D'une façon générale, pour déterminer une limitation de vitesse recherchée en vigueur sur une route donnée, invention propose la combinaison des deux systèmes précédemment mentionnés, à savoir le système de navigation et le système associant caméra et applications de traitement d'images, en proposant de réaliser une fusion de ces deux sources d'informations. On obtient ainsi un système de détermination de la limitation de vitesse en vigueur beaucoup plus fiable qu'avec les systèmes de l'art antérieur. Cela évite notamment les risques de confusions dus à une information erronée ou une mauvaise interprétation de cette information. Un exemple particulier de mise en oeuvre de l'invention propose ainsi notamment l'avantage de pouvoir proposer une mode de fonctionnement dégradé, utile en cas de défaillance d'un des deux systèmes, basé sur l'autre système, non défaillant ; un tel mode dégradé n'est pas disponible dans l'état de la technique.

**[0012]** L'invention permet donc d'obtenir une information relative à une limitation de vitesse en vigueur sur une route empruntée, ou sur le point d'être empruntée, par un véhicule automobile, ladite information résultant de la fusion des informations fournies par les deux systèmes distincts. Avantageusement, un indice de confiance est attribué au moins au système de navigation, l'indice de confiance intervenant alors dans la fusion des informations. Avantageusement, on extrapole les informations relatives aux limitations de vitesse fournies par au moins un des deux systèmes pour envisager d'autres limitations de vitesse comme étant susceptibles d'être en vigueur sur la route considérée ; on associe alors chacune de ces autres limitations de vitesse à un coefficient de pondération, dit masse de croyance, intervenant dans la fusion de l'ensemble des informations alors disponibles relatives à la vitesse susceptible d'être effectivement en vigueur, fusion d'informations assurant la détermination finale de la limitation de vitesse recherchée.

**[0013]** L'invention concerne donc essentiellement un procédé de détermination automatique d'une limitation de vitesse en vigueur sur une route empruntée, ou sur le point d'être empruntée, par un véhicule automobile, comportant les différentes étapes suivantes :

- établir, au moyen d'un premier système, dit système de navigation faisant intervenir notamment un récepteur de données d'un système de positionnement géographique et des données de cartographie, une limitation de vitesse vraisemblable associée à un premier indice de confiance ;
- constituer un premier ensemble d'informations comprenant au moins la limitation de vitesse vraisemblable, et le premier indice de confiance ;
- établir, au moyen d'un deuxième système, dit système de traitement d'images, faisant intervenir notamment une caméra et des applications de traitement d'images aptes à identifier et interpréter des panneaux de limitation de vitesse disposés au voisinage de la route, une limitation de vitesse probable associée à un deuxième indice de confiance;
- constituer un deuxième ensemble d'informations comprenant au moins la limitation de vitesse probable, et le deuxième indice de confiance ;
- déterminer la limitation de vitesse en vigueur sur la route considérée, à partir du premier ensemble d'informations et du deuxième ensemble d'informations et en prenant en considération le premier indice de confiance et le deuxième indice de confiance.

**[0014]** Outre les caractéristiques principales qui viennent d'être mentionnées dans le paragraphe précédent, le procédé selon l'invention peut présenter une ou plusieurs caractéristiques complémentaires parmi les suivantes :

- le premier ensemble d'informations est complété par un ensemble de limitations de vitesse vraisemblables complémentaires ;
- la limitation de vitesse vraisemblable et chaque limitation de vitesse vraisemblable complémentaire sont associées à un coefficient de pondération, dit masse de croyance, déterminé à partir d'au moins un des paramètres suivants :
- le premier indice de confiance, et
- un indice de cohérence entre la limitation de vitesse vraisemblable et des caractéristiques de la route fournie par le système de navigation ;
- les limitations de vitesse vraisemblables complémentaires sont les deux limitations de vitesse réglementaires encadrant directement la limitation de vitesse vraisemblable ,
- le deuxième ensemble d'informations est complété par un ensemble de limitations de vitesse probables complémentaires ;
- la limitation de vitesse probable et chaque limitation de vitesse probable complémentaire sont associées à un coefficient de pondération, dit masse de croyance, déterminé à partir d'au moins un des paramètres suivants :

  - le deuxième indice de confiance ;
  - un indice de confusion possible entre les chiffres constituant la limitation de vitesse probable établie et d'autres chiffres ;

- les limitations de vitesse probables complémentaires sont les limitations de vitesse réglementaires pour lesquelles un indice de confusion possible entre les chiffres constituant la limitation de vitesse probable établie et les chiffres de la limitation de vitesse probable complémentaire est supérieur à une valeur seuil dite valeur seuil critique ;
- la limitation de vitesse en vigueur déterminée est associé à un troisième indice de confiance, élaboré au moins à partir du premier indice de confiance et du deuxième indice de confiance ;
- le procédé comporte l'étape supplémentaire d'exploiter la limitation de vitesse en vigueur déterminée uniquement si le troisième indice de confiance est supérieur à une troisième valeur seuil ;
- le premier indice de confiance est élaboré à partir d'un ou plusieurs paramètres d'un premier ensemble de paramètres constitué des paramètres suivants:

  - précision du système de positionnement géographique,
  - niveau d'information sur la route,
  - classe fonctionnelle de la route,
  - type de route,
  - environnement du véhicule,
  - sélection d'un mode guidage par le conducteur et niveau de conformité entre un itinéraire prévu et des informations fournies par des capteurs embarqués du véhicule,
  - précision de la numérisation de la cartographie,
  - date de mise à jour de la cartographie, et
  - état du trafic routier (densité de véhicules sur la route empruntée et fluidité); cet état peut être obtenu par exemple au moyen de l'information trafic en temps réel.

- le premier indice de confiance est élaboré en réalisant une moyenne pondérée de valeurs affectées aux paramètres suivants, lesdits paramètres étant associés à des coefficients de pondération résultant d'une phase d'apprentissage :

  - précision du système de positionnement géographique,
  - niveau d'information sur la route,
  - classe fonctionnelle de la route,
  - type de route,
  - environnement du véhicule, et
  - sélection d'un mode guidage par le conducteur et niveau de conformité entre un itinéraire prévu et des informations fournies par des capteurs embarqués du véhicule ;

- le deuxième indice de confiance est élaboré à partir d'un ou plusieurs paramètres, d'un deuxième ensemble de paramètres relatifs à une ou plusieurs images obtenues par la caméra, parmi les suivants :

  - indice de cohérence de l'identification des panneaux de limitation de vitesse d'une image à l'autre,
  - mesure de texture de l'image considérée,
  - facteur d'ombre sur l'image considérée,
  - gradient vertical de décroissance de la lumière, et

- indice de symétrie de l'image considérée ;

- le deuxième indice de confiance est élaboré en réalisant une moyenne pondérée de valeurs affectées à l'ensemble des paramètres du deuxième ensemble de paramètres, ces paramètres étant associés à des coefficients de pondération résultant d'une phase d'apprentissage ;
- le procédé comporte les étapes supplémentaires consistant à :

  - comparer le premier indice de confiance à une première valeur seuil et le deuxième indice de confiance à une deuxième valeur seuil,
  - dans la détermination de la limitation de vitesse en vigueur, considérer uniquement le(s) ensemble(s) d'informations, parmi le premier ensemble d'informations et le deuxième ensemble d'informations, dont l'indice de confiance est supérieur à la valeur seuil à laquelle il est comparé ;

- l'étape de détermination de la limitation de vitesse en vigueur fait intervenir une équation de Dempster - Shafer.

**[0015]** La présente invention se rapporte également à un système de détermination automatique d'une limitation de vitesse en vigueur sur une route empruntée, ou sur le point d'être empruntée, par un véhicule automobile, mettant en oeuvre le procédé selon l'invention avec ses caractéristiques principales et éventuellement une ou plusieurs caractéristiques complémentaires mentionnées, **caractérisé en ce qu**'il comporte :

- un premier système, dit système de navigation, faisant intervenir notamment système de positionnement géographique et des données de cartographie pour établir une limitation de vitesse vraisemblable associée à un premier indice de confiance et pour constituer un premier ensemble d'informations comprenant au moins la limitation de vitesse vraisemblable, et le premier indice de confiance;
- un deuxième système, dit système de traitement d'images, faisant intervenir notamment une caméra et des applications de traitement d'images, aptes à identifier et interpréter des panneaux de limitation de vitesse disposés au voisinage de la route, pour établir une limitation de vitesse probable associée à un deuxième indice de confiance et pour constituer un deuxième ensemble d'informations comprenant au moins la limitation de vitesse probable et le deuxième indice de confiance;
- des moyens de traitement d'informations pour déterminer, à partir du premier ensemble d'informations et du deuxième ensemble d'informations, la limitation de vitesse en vigueur sur la route considérée.

**[0016]** Outre les caractéristiques principales qui viennent d'être mentionnées dans le paragraphe précédent, le système selon l'invention peut présenter la caractéristique complémentaire suivante :

- le système comporte des moyens de restitution de la limitation de vitesse en vigueur déterminée.

**[0017]** Enfin, la présente invention se rapporte à tout véhicule automobile équipé du système de détermination automatique d'une limitation de vitesse en vigueur sur une route empruntée, ou sur le point d'être empruntée, par le véhicule automobile considéré, avec ses caractéristiques principales et éventuellement sa caractéristique complémentaire.

**[0018]** Le système de positionnement géographique peut être par exemple un système comprenant un réseau de satellites permettant le positionnement géodésique de récepteurs avec lesquels ils communiquent, tel que par exemple le réseau GPS. Le récepteur de données est dans ce cas un récepteur ou antenne GPS.

**[0019]** L'invention et ses différentes applications seront mieux comprises à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent.

**[0020]** Celles-ci ne sont présentées qu'à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention. Les figures montrent :

- à la figure 1, une représentation du principe de l'invention, illustrant la combinaison des systèmes embarqués dans le véhicule;
- à la figure 2, une représentation schématique d'un premier exemple de mise en oeuvre du procédé selon l'invention ;
- à la figure 3, une représentation schématique d'un deuxième exemple de mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

**[0021]** Les différents éléments apparaissant sur plusieurs figures auront gardé, sauf précision contraire, la même référence.

**[0022]** Sur la figure 1, on a représenté, de façon schématique, les différents éléments intervenant dans un exemple de mise en oeuvre du procédé selon l'invention au sein d'un véhicule automobile, permettant d'obtenir une limitation de vitesse 153 en vigueur sur une route empruntée, ou sur le point d'être empruntée, par un véhicule automobile. Le véhicule considéré embarque un premier système 101, dit système de navigation, permettant notamment une estimation

de la vitesse autorisée à un endroit donné, et faisant notamment intervenir des données de cartographie 111 et une antenne GPS 112 placée sur le véhicule et apte à recevoir des informations de localisation précises. Dans l'exemple considéré, le premier système 101 fait également intervenir des capteurs embarqués 113 du véhicule considéré, du type capteur de vitesse, gyroscope.... Ces différents capteurs sont aptes à délivrer différentes informations permettant notamment de vérifier la cohérence entre le parcours effectivement suivi par le véhicule, et le parcours prévu par le système de navigation.

**[0023]** Le système de navigation 101 permet d'obtenir un premier ensemble d'informations 151 sur la limitation de vitesse recherchée à un endroit considéré, notamment à proximité de la position instantanée du véhicule. Le premier ensemble d'informations 151 comporte au moins une limitation de vitesse vraisemblable correspondant à la limitation de vitesse établie par le système de navigation 101, associée à un premier indice de confiance IC1.

**[0024]** Le premier indice de confiance peut être calculé par exemple en adoptant l'équation suivante :

$$IC1 = (\alpha_1 \times C_1 + \alpha_2 \times C_2 + \alpha_3 \times C_3 + \alpha_4 \times C_4 + \alpha_5 \times C_5 + \alpha_6 \times C_6)/(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6), \text{ avec:}$$

avec :

$C_1$ : Indice de confiance du positionnement GPS ;
$C_2$: Niveau d'information sur la route (donné par la classification ADAS) ;
$C_3$ : Classe fonctionnelle de la route : FC1 ou FC2 ;
$C_4$ : Type de route ;
$C_5$ : Environnement (Ville, Sortie d'autoroute, Intersection, ...) ;
$C_6$ : Mode guidage sélectionné ou pas par le conducteur ;
et où $\alpha_1$, $\alpha_2$, $\alpha_3$, $\alpha_4$, $\alpha_5$ et $\alpha_6$ sont des coefficients de pondération, appelés indices de confiance intermédiaires, assignés aux différents critères en fonction de la fiabilité de leurs informations.

**[0025]** Ainsi différents poids pourront être attribués à ces critères. Par exemple, le type de route peut être un critère discriminant sur les limitations de vitesse du fait que les limitations de vitesse à la base sont déjà définies par type de route. Par conséquent, ce critère peut avoir un poids plus grand que pour le mode guidage, et donc avoir un coefficient de 3 pour le type de route et un coefficient 1 pour le mode guidage.

**[0026]** Le tableau 1 ci-dessous donne un exemple d'attribution de valeurs aux différents critères intervenant. Le sigle "SL" présent dans le tableau 1 ci-dessous désigne la limitation de vitesse considérée.

Tableau 1.

| Critères | Limitations de vitesses | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **SL1 5** | **SL2 10** | **SL3 20** | **SL4 30** | **SL5 45** | **SL6 50** | **SL7 60** | **SL8 70** | **SL9 80** | **SL10 90** | **SL11 100** | **SL12 110** | **SL13 120** | **SL14 130** | **SL15 999** |
| **C1 :** GPS MLCP Validé (>=0.6) | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| **C1 :** GPS MLCP entre (0.3<=MLCP<0.6) | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| **C1 :** GPS MLCP Non validé(<0.3) | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| **C2** : Attribut ADAS Validé | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| **C2** : Attribut ADAS Non Validé | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| **C3** : Classe fonctionelle de la route (FC1, FC2) Validée | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| **C3** : Classe fonctionelle de la route (FC1, FC2) Non Validée Non Validée | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| **C4 :** Type de route : Européenne | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| **C4 :** Type de route : Autoroute | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.4 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| **C4** : Type deroute : Nationale | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0 | 0 | 0 |
| **C4 :** Type deroute : Départementale | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.5 | 0.3 | 0 | 0 | 0 |
| **C4 :** Type de route : Communale | 0 | 0.4 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **C5 :** Situation de conduite : Ville | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **C5 :** Situation de conduite : Hors ville | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| **C5 :** Situation de conduite : Intersection | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **C5 :** Situation de conduite : Pas d'Intersection | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| **C5 :** Situation de conduite : Sortie d'Autoroute | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| **C5 :** Situation de conduite : Pas de Sortie d'Autoroute | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| **C6 :** Mode Guidage Validé | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| **C6** : Mode Guidage Non Validé | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |

**[0027]** Dans d'autres exemples de détermination du premier indice de confiance, d'autres paramètres peuvent être pris en considération, notamment la précision de la numérisation de la cartographie, la date de mise à jour de cette cartographie, l'état du trafic routier...

**[0028]** L'état du trafic routier (densité de véhicule sur la route empruntée et fluidité) peut être obtenu par exemple à travers l'information trafic en temps réel. L'information trafic en temps réel, encore appelée "RDS/TMC" (pour "Radio System Data / Traffic Message Channel" en langue anglaise), permet au système de navigation de calculer les itinéraires en tenant compte des informations délivrées en temps réel par des opérateurs de service, qui transmettent les informations relatives à l'état du trafic routier. Cette transmission jusqu'à l'utilisateur est effectuée par ondes radio. Les informations liées au trafic routier peuvent également être transmises par les réseaux de téléphonie mobile et être ainsi captés sur un terminal de réception associé au système de navigation. Il est également possible d'obtenir l'information via un dispositif d'accès à un réseau informatique global ou mondial (tel qu'Internet), relié ou intégré au système de navigation.

**[0029]** Le véhicule embarque par ailleurs un deuxième système 102, dit système de traitement d'images, qui est également apte à estimer la limitation de vitesse sur une route empruntée, ou sur le point d'être empruntée, par le véhicule. Le système 102 fait intervenir notamment une caméra 121 capturant des images de la route sur le point d'être empruntée par le véhicule, et un ensemble d'applications 122 de traitement d'images dont les algorithmes permettent notamment d'identifier des panneaux de limitation de vitesse disposés au voisinage de la route, c'est-à-dire visibles depuis le véhicule, et d'interpréter les chiffres représentés sur ces panneaux pour en déduire la vitesse en vigueur sur la route considérée. Les algorithmes utilisés peuvent par exemple faire intervenir des applications de reconnaissance de forme pour reconnaître les formes rondes des panneaux de limitation de vitesse, associés à une discrimination de couleurs permettant de ne retenir que les panneaux présentant un contour rouge, et des algorithmes de reconnaissance de caractère pour identifier les chiffres représentés, de manière individuelle ou dans leur ensemble.

**[0030]** Le système de traitement d'images 102 permet d'obtenir un deuxième ensemble d'informations 152 comportant au moins une limitation de vitesse probable à l'endroit considéré. Dans certains modes de mise en oeuvre de l'invention, la limitation de vitesse probable est associée à un deuxième indice de confiance IC2.

**[0031]** Un exemple de calcul du deuxième indice de confiance peut correspondre, pour une image capturée, à l'équation suivante :

$$IC2 = (\alpha_e \times C_e + \alpha_o \times C_o + \alpha_g \times C_g + \alpha_s \times C_s + \alpha_c \times C_c)/(\alpha_e + \alpha_o + \alpha_g +$$

où les différents critères $C_i$ intervenant ont les attributions suivantes :

$C_e$ : Entropie (mesure de texture de l'image considérée) ;
$C_o$ : Facteur d'ombre sur l'image considérée ;
$C_g$ : Gradient vertical de décroissance de la lumière sur l'image considérée;
$C_s$ : Indice de symétrie de l'image considérée;
$C_c$: Indice de cohérence d'identification de panneaux de limitation de vitesse d'une image à l'autre : plus le nombre consécutifs d'images aboutissant à l'établissement d'une même valeur de limitation de vitesse est grand, plus la valeur de cet indice est important ;
et où $\alpha_e$, $\alpha_o$, $\alpha_g$, $\alpha_s$ et $\alpha_c$ sont des coefficients de pondération assignés aux différents critères Ci en fonction de la fiabilité de l'information et la pertinence du critère associé.

**[0032]** Les ensembles d'informations 151 et 152 sont alors fusionnés dans un système de fusion de données 154 pour déterminer la limitation de vitesse recherchée 153. A cet effet, des moyens de traitement d'informations interviennent, avec notamment un microprocesseur et des applications logicielles spécifiques, implémentées dans le système de fusion de données 154. La limitation de vitesse recherchée correspond nécessairement à une limitation de vitesse réglementaire, c'est-à-dire une limitation de vitesse qu'il est possible de rencontrer sur les routes. Les limitations de vitesse réglementaires constituent donc un ensemble fermé, dit cadre de discernement D, qui représente également toutes les limitations de vitesse susceptibles d'être obtenues comme résultat en sortie d'un des deux systèmes. Ce cadre est défini, par exemple, comme suit :

D = {5,10,20,30,45,50,60,70,80,90,100,110,120,130,999}. La valeur 999 représente le cas où il n'y a pas ou plus de limitation de vitesse.

**[0033]** Un troisième indice de confiance IC3 est avantageusement associé à la limitation de vitesse recherchée 153. Il permet de présenter un niveau de fiabilité de l'information obtenue en sortie du système de fusion 154. Il est alors

utilisé librement selon les exemples de mise en oeuvre : par exemple, si le troisième indice de confiance est inférieur à une valeur seuil, on prévoit de choisir l'utilisation d'un mode de fonctionnement dégradé dans lequel aucune information relative à une limitation de vitesse en vigueur n'est fournie au conducteur. On n'exploite alors pas les résultats de limitation de vitesse fournis par le système selon l'invention. Dans un exemple de mise en oeuvre, le troisième indice de confiance est égal à la moyenne du premier indice de confiance et du deuxième indice de confiance.

**[0034]** Dans un exemple particulier de mise en oeuvre de l'invention, si au moins un des deux indices de confiance est trop faible, par exemple inférieur à un seuil préalablement déterminé, on ne considère alors que le système fournissant le meilleur indice de confiance et on considère la limitation de vitesse fournie par ce système comme limitation de vitesse recherchée.

**[0035]** Un premier mode de mise en oeuvre détaillée du procédé selon l'invention est illustré en référence à la figure 2 :

Dans ce premier mode de mise en oeuvre, le système de fusion 154 ne fait intervenir que la limitation de vitesse vraisemblable, ici 80 km/h, et la limitation de vitesse probable, ici 90 km/h, établies respectivement par le premier système 101 et par le deuxième système 102, associés à leur indice de confiance respectif, 50% pour IC1 et 64%pour IC2.

**[0036]** Différents calculs de décision sont possibles : on peut soit directement déterminer comme limitation de vitesse recherchée la limitation de vitesse associée au meilleur indice de confiance, soit procéder à une moyenne pondérée des deux limitations de vitesse vraisemblable et probable, les coefficients de pondération correspondant alors aux indices de confiance respectifs. On obtient alors une valeur intermédiaire de limitation de vitesse ; la limitation de vitesse recherchée est alors la limitation de vitesse réglementaire s'approchant le plus de la limitation de vitesse intermédiaire, 90 km/h dans l'exemple illustré.

**[0037]** Dans un deuxième mode de mise en oeuvre du procédé selon l'invention, illustré à la figure 3, on ajoute une étape 300, par rapport au premier mode de mise en oeuvre, dans le déroulement du procédé.

**[0038]** L'étape 300 ajoutée consiste, pour chacun des deux systèmes, à enrichir les ensembles d'informations 151 et 152 avec d'autres limitations de vitesse, respectivement vraisemblables ou probables, complémentaires, à partir de la limitation de vitesse obtenue en sortie de chacun des deux systèmes embarqués.

**[0039]** Ainsi, par exemple, pour le système de navigation 101, la limitation de vitesse vraisemblable initialement déterminée est complétée par les deux limitations de vitesse réglementaires qui encadrent directement la limitation de vitesse initialement déterminée. Dans l'exemple illustré, si la limitation de vitesse 80 km/h a été déterminée comme vraisemblable le premier ensemble d'informations 151 est alors complété par les limitations de vitesse 70 km/h et 90 km/h. D'autres exemples de mise en oeuvre prennent en considération la présence de caractéristiques particulières de la route empruntée, en considérant par exemple la présence ou l'absence d'une sortie d'autoroute (afin d'éviter par exemple, que le procédé de détermination ne confonde la limitation de vitesse de la bande de décélération, détectée par le système de traitement d'image, avec celle de la voie de circulation, sur laquelle évolue le véhicule), la présence éventuelles d'intersections, de caractéristiques géographiques particulières (fort dénivelé...). Le tableau 2 ci-dessous donne un exemple indiquant par quelles limitations de vitesse vraisemblables complémentaires, également appelées éléments focaux, on complète le premier ensemble d'informations 151 pour chaque limitation de vitesse vraisemblable qui a été déterminée par le premier système 101.

Tableau 2.

| Limitations de vitesses vraisemblables | Nombre des Limitations de vitesses vraisemblables complementaires | Limitations de vitesses vraisemblables complémentaires (éléments focaux) |
|---|---|---|
| 5 | 2 | 10, 999 |
| 10 | 3 | 5, 20, 999 |
| 20 | 3 | 10, 30, 999 |
| 30 | 3 | 20, 45, 999 |
| 45 | 3 | 30, 50, 999 |
| 50 | 6 | 45, 60, 90, 110, 130, 999 |
| 60 | 3 | 50, 70, 999 |
| 70 | 3 | 60, 80, 999 |
| 80 | 3 | 70, 90, 999 |

(suite)

| Limitations de vitesses vraisemblables | Nombre des Limitations de vitesses vraisemblables complementaires | Limitations de vitesses vraisemblables complémentaires (éléments focaux) |
|---|---|---|
| 90 | 4 | 50, 80, 100, 999 |
| 100 | 3 | 90, 110, 999 |
| 110 | 6 | 50, 90, 100, 120, 130, 999 |
| 120 | 3 | 110, 130, 999 |
| 130 | 5 | 50, 90, 110, 120, 999 |
| 999 | 0 | x |

**[0040]** On attribue alors à chacune des limitations de vitesse présente dans l'ensemble d'informations 151 un indice, désigné comme masse de croyance M, qui correspond, pour chacune des limitations de vitesse considérée, à une probabilité que ladite limitation de vitesse considérée soit la limitation de vitesse recherchée. On attribue ainsi la masse de croyance la plus importante à la limitation de vitesse vraisemblable donnée par le système de navigation 101, les limitations de vitesse vraisemblables complémentaires adoptant des masses de croyance inférieure, déterminées notamment en fonction des caractéristiques de la route disponibles par le système de navigation (par exemple, si la route est identifiée comme une autoroute, les masses de croyance des éléments focaux seront plus importantes pour les fortes valeurs de limitation de vitesse) ; la somme des masses de croyance attribuées pour le premier ensemble d'informations est alors de 100%.

**[0041]** De la même manière, pour le système à base de traitement d'images 102, la limitation de vitesse probable initialement déterminée est complétée par des limitations de vitesse réglementaires avec lesquelles l'algorithme de reconnaissance de forme auraient pu confondre au moins un des chiffres présents sur le panneau. Dans l'exemple illustré, si la limitation de vitesse 90 km/h a été déterminée comme probable, le deuxième ensemble d'informations 152 est alors complété par les limitations de vitesse 60 km/h et 80 km/h, le risque de confusion entre le 9 et le 6 d'une part, et entre le 9 et le 8 d'autre part, étant important. D'autres exemples de mise en oeuvre prennent en considération la continuité sur plusieurs images successives de la présence de l'information relative à la présence d'une limitation de vitesse donnée pour déterminer les éléments focaux : si entre plusieurs images détectant la limitation de vitesse 90 km/h apparaissent une ou plusieurs images isolées sur lesquelles apparait une autre limitation de vitesse, alors cette autre limitation de vitesse appartiendra aux éléments focaux.

**[0042]** Là encore, on attribue alors à chacune des limitations de vitesse présente dans l'ensemble d'informations 152 un indice, désigné comme masse de croyance M, qui correspond, pour chacune des limitations de vitesse considérée, à une probabilité que ladite limitation de vitesse considérée soit la limitation de vitesse recherchée. On attribue ainsi la masse de croyance la plus importante à la limitation de vitesse probable donnée par le système de traitement d'images 102, les limitations de vitesse probables complémentaires adoptant des masses de croyance inférieure, déterminées notamment en fonction d'un indice de confusion possible entre les chiffres de la limitation de vitesse probable établie et d'autres chiffres. Cet indice de confusion possible est spécifique à chaque algorithme de reconnaissance de forme susceptible d'intervenir dans le système 102.

**[0043]** D'une façon générale, la détermination des indices de confiance, et/ou des masses de croyance, et leur intervention dans la fusion des connaissances issues des deux systèmes dépendent de la stratégie de fusion retenue. Avantageusement, dans l'invention, différentes méthodes extraites de la théorie dite des croyances peuvent être utilisées dans le système de fusion de données 154. Notamment, une des méthodes connues sous le nom de "combinaison conjonctive" de Dempster-Shafer, associée à une équation dite de Dempster-Shafer, donne des résultats particulièrement probants. D'autres méthodes, s'appuyant sur les théories bayésiennes, ou les théories ensembliste par logique floue peuvent également être utilisées dans le système de fusion de données 154. Ces méthodes apparaissent dans une étape 301 représentée sur la figure 3.

**[0044]** Une fois la limitation de vitesse en vigueur établie, celle-ci peut par exemple être affichée sur un écran.

**[0045]** On peut également prévoir des modes de réalisation où la limitation de vitesse en vigueur établie est comparée à la vitesse du véhicule. Selon certaines variantes de réalisation, si la vitesse du véhicule est supérieure à la limitation de vitesse en vigueur établie, le système alerte le conducteur, soit par un affichage sur un écran, soit de façon acoustique, soit de façon haptique (vibreur sous le siège par exemple) ou encore en durcissant la pédale d'accélération. Selon une variante de réalisation, le système peut réduire automatiquement la vitesse du véhicule (en intervenant au niveau du régulateur de vitesse par exemple), lorsque la vitesse du véhicule est supérieure à la vitesse en vigueur déterminée par le procédé selon la présente invention.

## Revendications

1. Procédé de détermination automatique d'une limitation de vitesse en vigueur sur une route empruntée, ou sur le point d'être empruntée, par un véhicule automobile, **caractérisé en ce qu'**il comporte les différentes étapes suivantes :

   - établir, au moyen d'un premier système (101), dit système de navigation faisant intervenir notamment un récepteur de données d'un système de positionnement géographique et des données de cartographie (111), une limitation de vitesse vraisemblable associée à un premier indice de confiance (IC1);
   - constituer un premier ensemble d'informations (151) comprenant au moins la limitation de vitesse vraisemblable, et le premier indice de confiance;
   - établir, au moyen d'un deuxième système (102), dit système de traitement d'images, faisant intervenir notamment une caméra (121) et des applications de traitement d'images (122) aptes à identifier et interpréter des panneaux de limitation de vitesse disposés au voisinage de la route, une limitation de vitesse probable associée à un deuxième indice de confiance (IC2);
   - constituer un deuxième ensemble d'informations (152) comprenant au moins la limitation de vitesse probable, et le deuxième indice de confiance (IC2);
   - déterminer la limitation de vitesse en vigueur (153) sur la route considérée, à partir du premier ensemble d'informations et du deuxième ensemble d'informations et en prenant en considération le premier indice de confiance (IC1) et le deuxième indice de confiance (IC2).

2. Procédé selon la revendication précédente **caractérisé en ce que** le premier ensemble d'informations est complété par un ensemble de limitations de vitesse vraisemblables complémentaires.

3. Procédé selon la revendication précédente **caractérisé en ce que** la limitation de vitesse vraisemblable et chaque limitation de vitesse vraisemblable complémentaire sont associées (300) à un coefficient de pondération, dit masse de croyance, déterminé à partir d'au moins un des paramètres suivants :

   - le premier indice de confiance ;
   - un indice de cohérence entre la limitation de vitesse vraisemblable et des caractéristiques de la route fournie par le système de navigation.

4. Procédé selon l'une au moins des revendications 2 ou 3 **caractérisé en ce que** les limitations de vitesse vraisemblables complémentaires sont les deux limitations de vitesse réglementaires encadrant directement la limitation de vitesse vraisemblable.

5. Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes **caractérisé en ce que** le deuxième ensemble d'informations est complété par un ensemble de limitations de vitesse probables complémentaires.

6. Procédé selon la revendication précédente **caractérisé en ce que** la limitation de vitesse probable et chaque limitation de vitesse probable complémentaire sont associées à un coefficient de pondération, dit masse de croyance, déterminé à partir d'au moins un des paramètres suivants :

   - le deuxième indice de confiance ;
   - un indice de confusion possible entre les chiffres constituant la limitation de vitesse probable établie et d'autres chiffres.

7. Procédé selon l'une au moins des revendications 5 ou 6 **caractérisé en ce que** les limitations de vitesse probables complémentaires sont les limitations de vitesse réglementaires pour lesquelles un indice de confusion possible entre les chiffres constituant la limitation de vitesse probable établie et les chiffres de la limitation de vitesse probable complémentaire est supérieur à une valeur seuil dite valeur seuil critique.

8. Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes **caractérisé en ce que** la limitation de vitesse en vigueur déterminée est associé à un troisième indice de confiance (IC3), élaboré au moins à partir du premier indice de confiance et du deuxième indice de confiance.

9. Procédé selon la revendication précédente **caractérisé en ce qu'**il comporte l'étape supplémentaire consistant à exploiter la limitation de vitesse en vigueur déterminée uniquement si le troisième indice de confiance (IC3) est

supérieur à une troisième valeur seuil.

**10.** Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes **caractérisé en ce que** le premier indice de confiance est élaboré à partir d'un ou plusieurs paramètres d'un premier ensemble de paramètres constitué des paramètres suivants:

- précision du système de positionnement géographique ;
- niveau d'information sur la route ;
- classe fonctionnelle de la route ;
- type de route ;
- environnement du véhicule ;
- sélection d'un mode guidage par le conducteur et niveau de conformité entre un itinéraire prévu et des informations fournies par des capteurs embarqués du véhicule ;
- précision de la numérisation de la cartographie ;
- date de mise à jour de la cartographie ;
- état du trafic routier.

**11.** Procédé selon la revendication précédente **caractérisé en ce que** le premier indice de confiance est élaboré en réalisant une moyenne pondérée de valeurs affectées aux paramètres suivants, lesdits paramètres étant associés à des coefficients de pondération résultant d'une phase d'apprentissage :

- précision du système de positionnement géographique ;
- niveau d'information sur la route ;
- classe fonctionnelle de la route ;
- type de route ;
- environnement du véhicule ;
- sélection d'un mode guidage par le conducteur et niveau de conformité entre un itinéraire prévu et des informations fournies par des capteurs embarqués du véhicule.

**12.** Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le deuxième indice de confiance (IC2) est élaboré à partir d'un ou plusieurs paramètres, d'un deuxième ensemble de paramètres relatifs à une ou plusieurs images obtenues par la caméra, parmi les suivants :

- indice de cohérence de l'identification des panneaux de limitation de vitesse d'une image à l'autre ;
- mesure de texture de l'image considérée ;
- facteur d'ombre sur l'image considérée ;
- gradient vertical de décroissance de la lumière;
- indice de symétrie de l'image considérée.

**13.** Procédé selon la revendication précédente **caractérisé en ce que** le deuxième indice de confiance (IC2) est élaboré en réalisant une moyenne pondérée de valeurs affectées à l'ensemble des paramètres du deuxième ensemble de paramètres, ces paramètres étant associés à des coefficients de pondération résultant d'une phase d'apprentissage.

**14.** Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes , **caractérisé en ce qu'**il comporte les étapes supplémentaires consistant à :

- comparer le premier indice de confiance (IC1) à une première valeur seuil et le deuxième indice de confiance (IC2) à une deuxième valeur seuil ;
- dans la détermination de la limitation de vitesse en vigueur, considérer uniquement le(s) ensemble(s) d'informations, parmi le premier ensemble d'informations et le deuxième ensemble d'informations, dont l'indice de confiance est supérieur à la valeur seuil à laquelle il est comparé.

**15.** Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes **caractérisé en ce que** l'étape de détermination de la limitation de vitesse en vigueur fait intervenir une équation de Dempster - Shafer.

**16.** Système de détermination automatique d'une limitation de vitesse en vigueur sur une route empruntée, ou sur le point d'être empruntée, par un véhicule automobile, mettant en oeuvre le procédé selon l'une au moins des revendications précédentes **caractérisé en ce qu'**il comporte :

- un premier système (101), dit système de navigation, faisant intervenir notamment système de positionnement géographique (112) et des données de cartographie (111) pour établir une limitation de vitesse vraisemblable associée à un premier indice de confiance (IC1) et pour constituer un premier ensemble d'informations (151) comprenant au moins la limitation de vitesse vraisemblable et le premier indice de confiance;
- un deuxième système (102), dit système de traitement d'images, faisant intervenir notamment une caméra (121) et des applications de traitement d'images (122), aptes à identifier et interpréter des panneaux de limitation de vitesse disposés au voisinage de la route, pour établir une limitation de vitesse probable associée à un deuxième indice de confiance (IC2) et pour constituer un deuxième ensemble d'informations (152) comprenant au moins la limitation de vitesse probable et le deuxième indice de confiance ;
- des moyens de traitement d'informations pour déterminer, à partir du premier ensemble d'informations et du deuxième ensemble d'informations, la limitation de vitesse en vigueur sur la route considérée.

**17.** Système selon la revendication précédente **caractérisé en ce qu'**il comporte des moyens de restitution de la limitation de vitesse en vigueur déterminée.

**Claims**

**1.** Process for automatic determination of a speed limit in force on a road which is being followed, or is on the point of being followed, by a motor vehicle, **characterised in that** it comprises the following different steps:

- establishing, by means of a first system (101), called the navigation system, which in particular causes the intervention of a data receiver of a geographical positioning and cartography data system (111), a likely speed limit which is associated with a first index of confidence (IC 1);
- constituting a first set of information (151), comprising at least the likely speed limit and the first index of confidence;
- establishing, by means of a second system (102), called the image processing system, which in particular causes the intervention of a camera (121) and image processing applications (122) which are able to identify and to interpret speed limit panels which are disposed in the vicinity of the road, a probable speed limit associated with a second index of confidence (IC2);
- constituting a second set of information (152), comprising at least the probable speed limit and the second index of confidence (IC2); and
- determining the speed limit in force (153) on the road concerned, on the basis of the first set of information and the second set of information, and by taking into consideration the first index of confidence (IC1) and the second index of confidence (IC2).

**2.** Process according to the preceding claim, **characterised in that** the first set of information is completed by a set of complementary likely speed limits.

**3.** Process according to the preceding claim, **characterised in that** the likely speed limit and each complementary likely speed limit are associated (300) with a weighting coefficient, called mass of belief, which is determined on the basis of at least one of the following parameters:

- the first index of confidence;
- an index of compatibility between the likely speed limit and characteristics of the road which are provided by the navigation system.

**4.** Process according to at least one of claims 2 or 3, **characterised in that** the complementary likely speed limits are the two statutory speed limits which are immediately preceding and following the likely speed limit.

**5.** Process according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** the second set of information is completed by a set of complementary probable speed limits.

**6.** Process according to the preceding claim, **characterised in that** the probable speed limit and each complementary probable speed limit are associated with a weighting coefficient, called the mass of belief, which is determined on the basis of at least one of the following parameters:

- the second index of confidence;

- an index of possible confusion between the figures which constitute the probable speed limit established and other figures.

7. Process according to at least one of claims 5 or 6, **characterised in that** the complementary probable speed limits are the statutory speed limits for which an index of possible confusion between the figures which constitute the probable speed limit established and the complementary probable speed limit figures, is greater than a threshold value called the critical threshold value.

8. Process according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** the speed limit in force determined is associated with a third index of confidence (IC3), produced at least on the basis of the first index of confidence and the second index of confidence.

9. Process according to the preceding claim, **characterised in that** it comprises the additional step consisting of using the speed limit in force determined only if the third index of confidence (IC3) is greater than a third threshold value.

10. Process according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** the first index of confidence is produced on the basis of one or a plurality of parameters of a first set of parameters constituted by the following parameters:

- accuracy of the geographical positioning system;
- level of information on the road;
- functional class of the road;
- type of road;
- surroundings of the vehicle;
- selection of a guidance mode by the driver and level of conformity between a planned itinerary and information provided by sensors on board the vehicle;
- accuracy of the digitisation of the cartography;
- date of updating of the cartography;
- condition of the road traffic.

11. Process according to the preceding claim, **characterised in that** the first index of confidence is produced by creating a weighted average of values allocated to the following parameters, the said parameters being associated with weighting coefficients obtained from a learning stage:

- accuracy of the geographical positioning system;
- level of information on the road;
- functional class of the road;
- type of road;
- surroundings of the vehicle;
- selection of a guidance mode by the driver and level of conformity between a planned itinerary and information provided by sensors on board the vehicle.

12. Process according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** the second index of confidence (IC2) is produced on the basis of one or a plurality of parameters, of a second set of parameters relating to one or a plurality of images obtained by the camera, from amongst the following:

- index of consistency of the identification of the speed limit panels from one image to the next one ;
- texture measurement of the image in question ;
- factor of shadow on the image in question;
- vertical gradient of decrease of the light;
- index of symmetry of the image in question.

13. Process according to the preceding claim, **characterised in that** the second index of confidence (IC2) is produced by creating a weighted average of values allocated to all of the parameters of the second set of parameters, these parameters being associated with weighting coefficients obtained from a learning stage.

14. Process according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** it comprises the additional steps consisting of:

- comparing the first index of confidence (IC1) with a first threshold value, and the second index of confidence (IC2) with a second threshold value;
- in the determination of the speed limit in force, taking into consideration only the set(s) of information, from the first set of information and the second set of information, the index of confidence of which is greater than the threshold value with which it is compared.

**15.** Process according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** the step of determination of the speed limit in force involves a Dempster - Shafer equation.

**16.** System for automatic determination of a speed limit in force on a road which is being followed, or is on the point of being followed, by a motor vehicle, which implements the process according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** it comprises:

- a first system (101), called the navigation system, which in particular causes the intervention of a geographical positioning (112) and cartography data (111), in order to establish a likely speed limit which is associated with a first index of confidence (IC1), and in order to constitute a first set of information (151) comprising at least the likely speed limit and the first index of confidence;
- a second system (102), called the image processing system, which notably causes the intervention of a camera (121) and image processing applications (122) which can identify and interpret speed limit panels which are disposed in the vicinity of the road, in order to establish a probable speed limit associated with a second index of confidence (IC2), and in order to constitute a second set of information (152) comprising at least the probable speed limit and the second index of confidence;
- information processing means in order to determine, on the basis of the first set of information and the second set of information, the speed limit in force on the road concerned.

**17.** System according to the preceding claim **characterised in that** it comprises means for restitution of the speed limit in force determined.

**Patentansprüche**

**1.** Verfahren zur automatischen Bestimmung einer Geschwindigkeitsbegrenzung, die auf einer Straße gilt, welche von einem Kraftfahrzeug befahren wird oder im Begriff steht, von diesem befahren zu werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die folgenden unterschiedlichen Schritte umfasst:

- Ermitteln einer vermutlichen Geschwindigkeitsbegrenzung mit einem zugehörigen ersten Verlässlichkeitsindex (IC1) mittels eines als Navigationssystem bezeichneten ersten Systems (101), das insbesondere eine Datenempfangseinrichtung eines geographischen Ortungssystems und Kartendaten (111) verwendet;
- Bilden eines ersten Informationssatzes (151), der zumindest die vermutliche Geschwindigkeitsbegrenzung und den ersten Verlässlichkeitsindex enthält;
- Ermitteln einer wahrscheinlichen Geschwindigkeitsbegrenzung mit einem zugehörigen zweiten Verlässlichkeitsindex (IC2) mittels eines als Bildverarbeitungssystem bezeichneten zweiten Systems (102), das insbesondere eine Kamera (121) und Bildverarbeitungsfunktionen (122) verwendet und in der Nähe der Straße angeordnete, geschwindigkeitsbegrenzende Schilder zu identifizieren und zu interpretieren vermag;
- Bilden eines zweiten Informationssatzes (152), der zumindest die wahrscheinliche Geschwindigkeitsbegrenzung und den zweiten Verlässlichkeitsindex (IC2) enthält;
- Bestimmen der auf der betreffenden Straße geltenden Geschwindigkeitsbegrenzung (153) anhand des ersten Informationssatzes und des zweiten Informationssatzes und unter Berücksichtigung des ersten Verlässlichkeitsindex (IC1) und des zweiten Verlässlichkeitsindex (IC2).

**2.** Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
**dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Informationssatz durch eine Anzahl zusätzlicher vermutlicher Geschwindigkeitsbegrenzungen ergänzt wird.

**3.** Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
**dadurch gekennzeichnet, dass** die vermutliche Geschwindigkeitsbegrenzung und jede zusätzliche vermutliche Geschwindigkeitsbegrenzung einem als Glaubwürdigkeitsmaß bezeichneten Gewichtungskoeffizienten zugeordnet sind (300), der mit Hilfe wenigstens eines der folgenden Parameter bestimmt wird:

- der erste Verlässlichkeitsindex;
- ein Kohärenzindex zwischen der vermutlichen Geschwindigkeitsbegrenzung und den vom Navigationssystem gelieferten Straßenmerkmalen.

**4.** Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 2 oder 3,
**dadurch gekennzeichnet, dass** die zusätzlichen vermutlichen Geschwindigkeitsbegrenzungen die beiden vorgeschriebenen Geschwindigkeitsbegrenzungen sind, die unmittelbar vor und nach der vermutlichen Geschwindigkeitsbegrenzung stehen.

**5.** Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
**dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Informationssatz durch eine Anzahl zusätzlicher wahrscheinlicher Geschwindigkeitsbegrenzungen ergänzt ist.

**6.** Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
**dadurch gekennzeichnet, dass** die wahrscheinliche Geschwindigkeitsbegrenzung und jede zusätzliche wahrscheinliche Geschwindigkeitsbegrenzung einem als Glaubwürdigkeitsmaß bezeichneten Gewichtungskoeffizienten zugeordnet sind, der mit Hilfe wenigstens eines der folgenden Parameter bestimmt wird:

- der zweite Verlässlichkeitsindex;
- ein möglicher Verwechslungsindex zwischen den Ziffern, die die ermittelte wahrscheinliche Geschwindigkeitsbegrenzung bilden, und anderen Ziffern.

**7.** Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 5 oder 6,
**dadurch gekennzeichnet, dass** die zusätzlichen wahrscheinlichen Geschwindigkeitsbegrenzungen vorgeschriebene Geschwindigkeitsbegrenzungen sind, bei denen ein möglicher Verwechslungsindex zwischen den Ziffern, die die ermittelte wahrscheinliche Geschwindigkeitsbegrenzung bilden, und den Ziffern der zusätzlichen wahrscheinlichen Geschwindigkeitsbegrenzung größer ist als ein als kritischer Schwellenwert bezeichneter Schwellenwert.

**8.** Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
**dadurch gekennzeichnet, dass** die bestimmte geltende Geschwindigkeitsbegrenzung einem dritten Verlässlichkeitsindex (IC3) zugeordnet ist, der wenigstens anhand des ersten Verlässlichkeitsindex und des zweiten Verlässlichkeitsindex ermittelt wird.

**9.** Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
**dadurch gekennzeichnet, dass** es den zusätzlichen Schritt umfasst, die bestimmte geltende Geschwindigkeitsbegrenzung nur dann anzuwenden, wenn der dritte Verlässlichkeitsindex (IC3) größer ist als ein dritter Schwellenwert.

**10.** Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
**dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Verlässlichkeitsindex anhand eines oder mehrerer Parameter eines ersten Parametersatzes ermittelt wird, der aus folgenden Parametern gebildet ist:

- Genauigkeit des geographischen Ortungssystems;
- Straßeninformationsgrad;
- Straßenfunktionsklasse;
- Straßenart;
- Fahrzeugumfeld;
- Wahl eines Leitmodus durch den Fahrer und Konformitätsgrad zwischen einer vorgesehenen Fahrstrecke und der von fahrzeugeigenen Sensoren gelieferten Daten;
- Genauigkeit der Digitalisierung der Karte;
- Datum der Aktualisierung der Karte;
- Verkehrslage.

**11.** Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
**dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Verlässlichkeitsindex durch Erzeugen eines gewichteten Mittelwertes von Werten, die den folgenden Parametern zugewiesen sind, ermittelt wird, wobei die Parameter Gewichtungskoeffizienten zugeordnet sind, die aus einer Lernphase resultieren:

- Genauigkeit des geographischen Ortungssystems;
- Straßeninformationsgrad;
- Straßenfunktionsklasse;
- Straßenart;
- Fahrzeugumfeld;
- Wahl eines Leitmodus durch den Fahrer und Konformitätsgrad zwischen einer vorgesehenen Fahrstrecke und der von fahrzeugeigenen Sensoren gelieferten Daten.

**12.** Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
**dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Verlässlichkeitsindex (IC2) ausgehend von einem oder mehreren Parameter eines ein oder mehrere durch die Kamera erhaltene Bilder betreffenden zweiten Satzes von Parametern ermittelt wird, unter ihnen die folgenden:

- Kohärenzindex bei der Identifizierung der geschwindigkeitsbegrenzenden Schilder von Bild zu Bild;
- Messen der Beschaffenheit des betreffenden Bildes;
- Schattengrad auf dem betreffenden Bild;
- vertikaler Lichtabnahmegradient;
- Symmetrieindex des betreffenden Bildes.

**13.** Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
**dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Verlässlichkeitsindex (IC2) durch Erzeugen eines gewichteten Mittelwertes von Werten, die dem Parametersatz des zweiten Satzes von Parametern zugewiesen sind, ermittelt wird, wobei diese Parameter Gewichtungskoeffizienten zugeordnet sind, die aus einer Lernphase resultieren.

**14.** Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
**dadurch gekennzeichnet, dass** es die folgenden zusätzlichen Schritte umfasst:

- Vergleichen des ersten Verlässlichkeitsindex (IC1) mit einem ersten Schwellenwert und des zweiten Verlässlichkeitsindex (IC2) mit einem zweiten Schwellenwert;
- Berücksichtigen nur des Informationssatzes bzw. der Informationssätze aus der Menge des ersten Informationssatzes und des zweiten Informationssatzes bei der Bestimmung der geltenden Geschwindigkeitsbegrenzung, dessen bzw. deren Verlässlichkeitsindex größer ist als der Schwellenwert, mit dem dieser verglichen wird.

**15.** Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
**dadurch gekennzeichnet, dass** zur Bestimmung der geltenden Geschwindigkeitsbegrenzung eine Dempster-Shafer-Gleichung angewandt wird.

**16.** System zur automatischen Bestimmung einer Geschwindigkeitsbegrenzung, die auf einer Straße gilt, welche von einem Kraftfahrzeug befahren wird oder im Begriff steht, von diesem befahren zu werden, wobei das Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche angewandt wird,
**dadurch gekennzeichnet, dass** es umfasst:

- ein als Navigationssystem bezeichnetes erstes System (101), das insbesondere ein geographisches Ortungssystem (112) und Kartendaten (111) verwendet, um eine vermutliche Geschwindigkeitsbegrenzung in Verbindung mit einem ersten Verlässlichkeitsindex (IC1) zu ermitteln und um einen ersten Informationssatz (151) zu bilden, der zumindest die vermutliche Geschwindigkeitsbegrenzung und den ersten Verlässlichkeitsindex umfasst;
- ein als Bildverarbeitungssystem bezeichnetes zweites System (102), das insbesondere eine Kamera (121) und Bildverarbeitungsfunktionen (122) verwendet und in der Nähe der Straße angeordnete, geschwindigkeitsbegrenzende Schilder zu identifizieren und zu interpretieren vermag, um eine wahrscheinliche Geschwindigkeitsbegrenzung in Verbindung mit einem zweiten Verlässlichkeitsindex (IC2) zu ermitteln und um einen zweiten Informationssatz (152) zu bilden, der zumindest die wahrscheinliche Geschwindigkeitsbegrenzung und den zweiten Verlässlichkeitsindex umfasst;
- Datenverarbeitungsmittel, um anhand des ersten Informationssatzes und des zweiten Informationssatzes die auf der betreffenden Straße geltende Geschwindigkeitsbegrenzung zu bestimmen.

**17.** System nach dem vorhergehenden Anspruch,
**dadurch gekennzeichnet, dass** es Mittel zur Wiedergabe der bestimmten geltenden Geschwindigkeitsbegrenzung

umfasst.

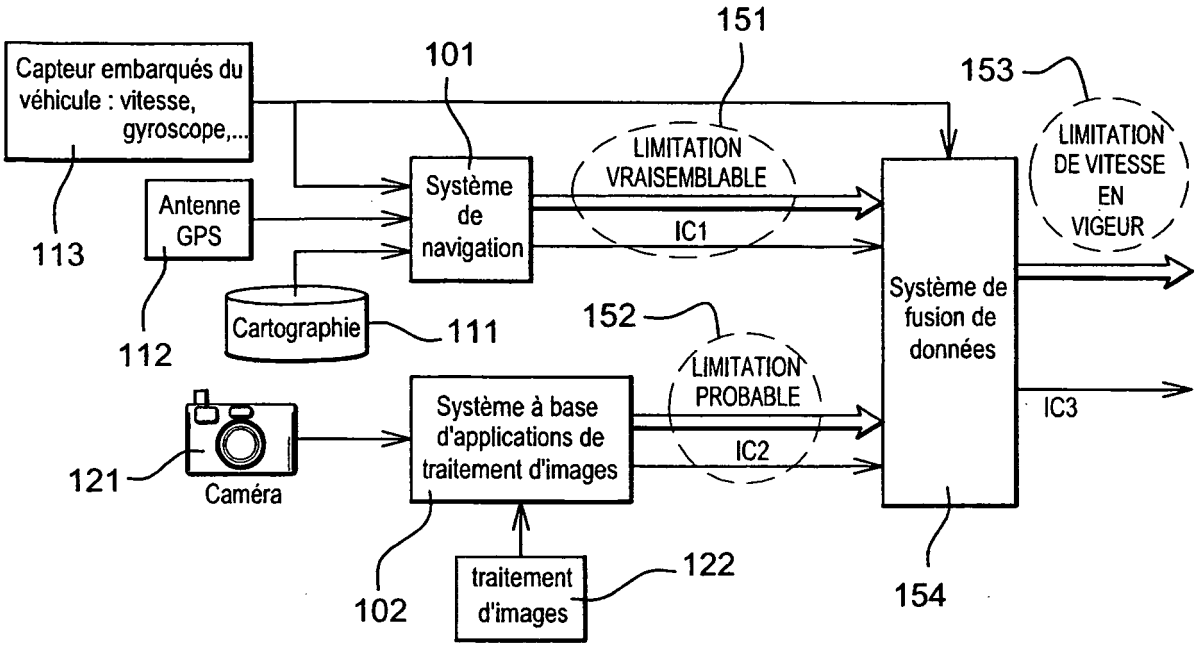

Capteur embarqués du véhicule : vitesse, gyroscope,...
113
Antenne GPS
112
Cartographie
111
101
Système de navigation
151
LIMITATION VRAISEMBLABLE
IC1
153
LIMITATION DE VITESSE EN VIGEUR
Système de fusion de données
152
LIMITATION PROBABLE
IC2
IC3
121
Caméra
Système à base d'applications de traitement d'images
102
traitement d'images
122
154

Fig. 1

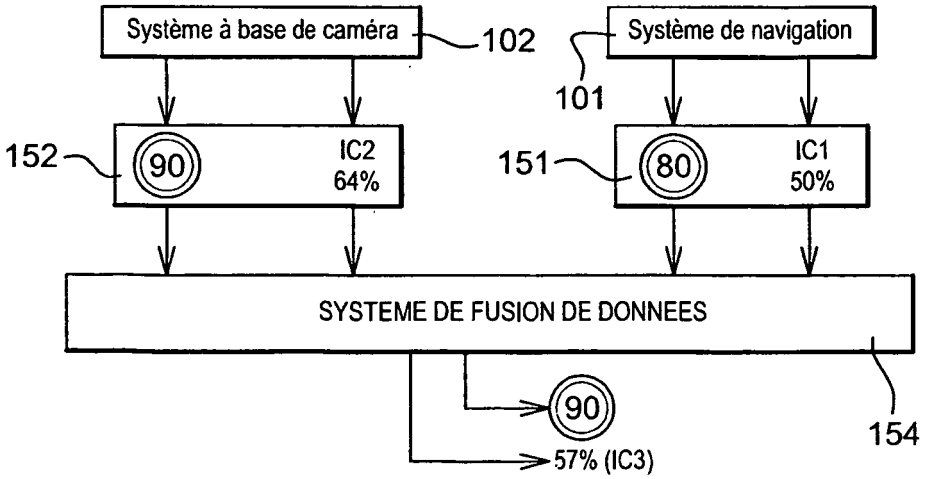

Système à base de caméra
102
Système de navigation
101
152
90
IC2
64%
151
80
IC1
50%
SYSTEME DE FUSION DE DONNEES
90
57% (IC3)
154

Fig. 2

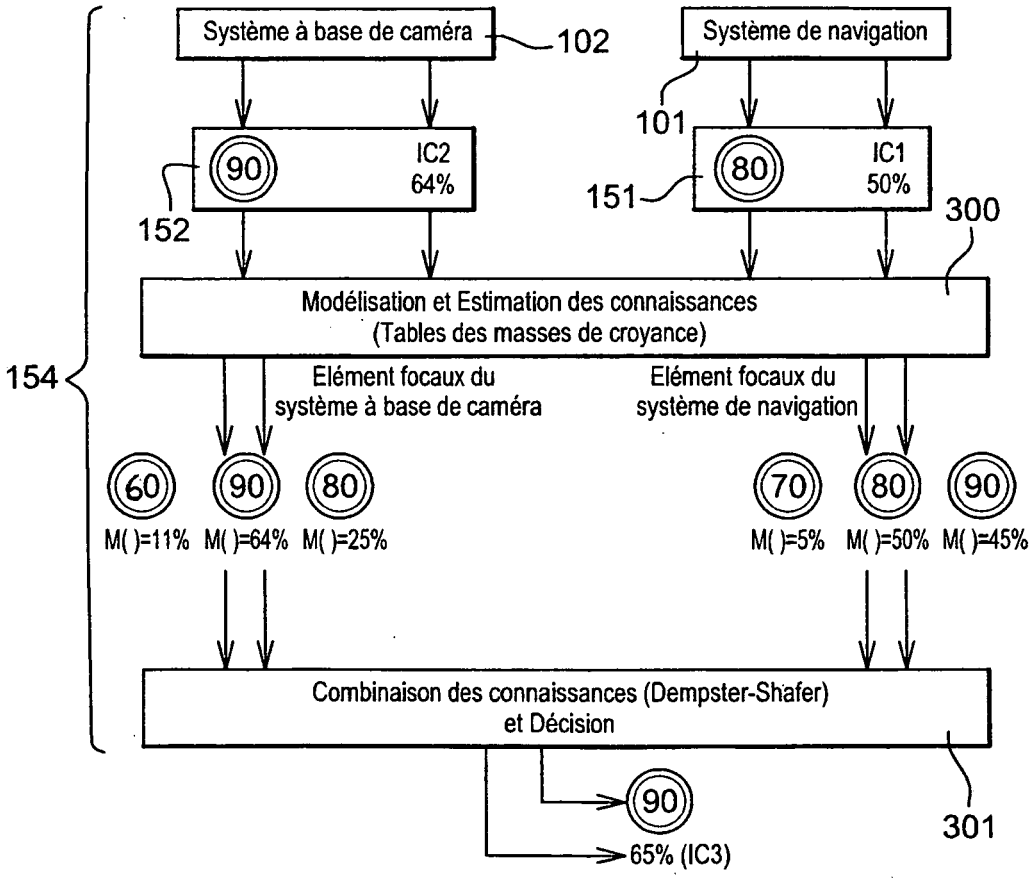

Système à base de caméra
102
Système de navigation
101
90
IC2
64%
152
80
IC1
50%
151
300
Modélisation et Estimation des connaissances
(Tables des masses de croyance)
154
Elément focaux du
système à base de caméra
Elément focaux du
système de navigation
60
90
80
70
80
90
M( )=11%
M( )=64%
M( )=25%
M( )=5%
M( )=50%
M( )=45%
Combinaison des connaissances (Dempster-Shafer)
et Décision
90
65% (IC3)
301

Fig. 3

## RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

### Documents brevets cités dans la description


- DE 19938266 **[0009]**