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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
03 décembre 2020 (03.12.2020)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/239783 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G08G 1/0967 (2006.01) *H04W 84/00* (2009.01)
H04W 4/00 (2018.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2020/064604

(22) Date de dépôt international :
26 mai 2020 (26.05.2020)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR1905649 28 mai 2019 (28.05.2019) FR

(71) Déposant : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH** [DE/DE] ; Vahrenwalder Strasse 9, 30165 HANOVRE (DE).

(72) Inventeurs : **GRELIER, Thomas** ; CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE Service Intellectual Property France - 1, avenue Paul Ourliac, 31100 TOULOUSE (FR). **RIBO, Thomas** ; CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE Service Intellectual Property France - 1, avenue Paul Ourliac, 31100 TOULOUSE (FR).

(74) Mandataire : **KAABOUNI, Fatima** ; CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE Service Intellectual Property - 1, avenue Paul Ourliac, 31100 TOULOUSE (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR REMOTE DETERMINATION OF VISIBILITY FOR OVERTAKING ASSISTANCE

(54) **Titre :** PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE DÉTERMINATION DE DISTANCE DE VISIBILITÉ POUR L'AIDE AU DÉPASSEMENT

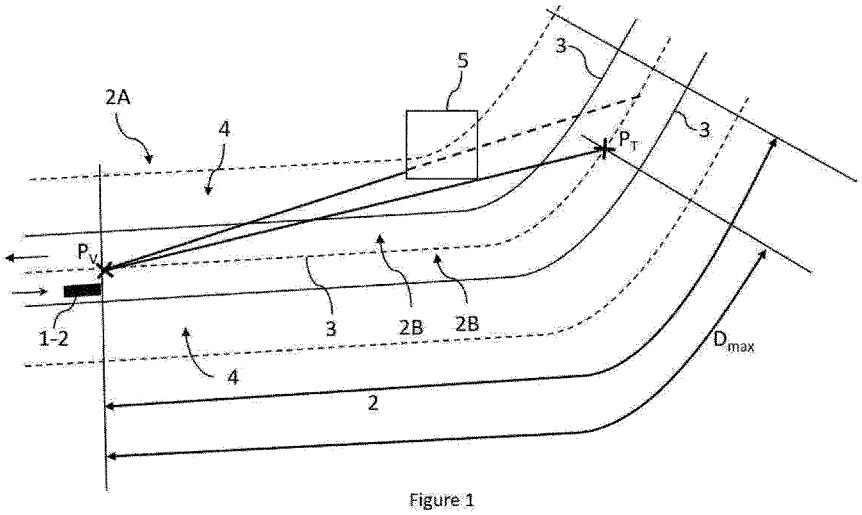


Figure 1

(57) **Abstract:** The present invention concerns a method for driver assistance of a vehicle (1-2) on a section of road (2), the method being implemented by a system comprising at least one server and at least one vehicle (1-2) capable of communicating with said server via a communication network. In the method, the vehicle (1-2) determines and sends its geographical position to the server, the server receives the position sent, the server selects a predetermined maximum visibility distance (Dmax) relative to the received geographical position, the server sends the selected maximum visibility distance (Dmax) to the vehicle (1-2), the vehicle (1-2) receives the selected maximum visibility distance (Dmax), the vehicle (1-2) implements a driver-assistance function of the vehicle (1-2) based on the received maximum visibility distance (Dmax).

(57) **Abrégé :** La présente invention concerne un procédé d'aide à la conduite d'un véhicule (1-2) sur une section de route (2), ledit procédé étant mis en œuvre par un système comprenant au moins un serveur et au moins un véhicule (1-2) apte à communiquer avec ledit serveur via un réseau de communication. Dans le procédé, le véhicule (1-2) détermine et envoie sa position géographique au

WO 2020/239783 A1

[Suite sur la page suivante]

MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

Publiée:

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

serveur, le serveur reçoit la position envoyée, le serveur sélectionne une distance maximale de visibilité (Dmax) prédéterminée relative à la position géographique reçue, le serveur envoie la distance maximale de visibilité (Dmax) sélectionnée au véhicule (1-2), le véhicule (1-2) reçoit la distance maximale de visibilité (Dmax) sélectionnée, le véhicule (1-2) met en œuvre une fonction d'aide à la conduite du véhicule (1-2) à partir de la distance maximale de visibilité (Dmax) reçue.

DESCRIPTION

TITRE : Procédé et dispositif de détermination de distance de visibilité pour l'aide au dépassement

[Domaine technique]

[0001] L'invention se rapporte au domaine de l'assistance à la conduite d'un véhicule automobile et concerne plus particulièrement un procédé de détermination de la distance maximale de visibilité d'un véhicule sur une section de route ainsi qu'un calculateur et un véhicule pour la mise en œuvre dudit procédé.

[0002] L'invention peut notamment trouver son application dans l'estimation de la distance suffisante pour dépasser un véhicule sur une route, aussi bien pour un véhicule à conduite manuelle que pour un véhicule à conduite autonome.

[Etat de la technique antérieure]

[0003] De nos jours, il est connu d'équiper un véhicule automobile d'un système d'assistance à la conduite appelé communément ADAS (Advanced Driver Assistance System en langue anglaise). Un tel système peut par exemple mettre en œuvre une fonction d'aide au dépassement, permettant de détecter les zones libres et dégagées de la route, afin de signaler au conducteur d'un véhicule ou au véhicule lui-même quand celui-ci est autonome, qu'un dépassement en toute sécurité est possible.

[0004] De manière connue, le système comprend une caméra, montée par exemple sur le pare-brise avant du véhicule, qui génère un flux d'images représentant l'environnement dudit véhicule. Ces images permettent de calculer à chaque instant une distance maximale de visibilité permettant par exemple d'estimer si un dépassement est ou non réalisable.

[0005] Dans cette solution, la distance maximale de visibilité consiste en une ligne délimitée entre un point modélisant l'emplacement du véhicule et le point visible de la route le plus éloigné.

[0006] Cependant, dans cette solution, la caméra ne générant des images que de ce qui lui est visible, la distance maximale de visibilité correspond à la distance du point le plus éloigné de la route visible sur les images. Le système n'utilise donc pas de données relatives aux portions de route qui ne sont pas visibles sur les images, notamment des portions de route qui se situent plus loin sur la route. Ensuite, la caméra est limitée en termes de portée et de résolution, ce qui réduit la précision des zones de l'image qui représentent la zone de la route la plus éloignée du véhicule. Or, cette zone de la route la

plus éloignée du véhicule est la zone de l'image qu'il est nécessaire de traiter pour calculer la distance maximale de visibilité, ce qui augmente donc l'erreur sur l'estimation de cette distance maximale de visibilité. Ce type de système en temps réel présente donc plusieurs inconvénients.

[0007] Il existe donc le besoin d'une solution permettant de remédier au moins en partie à ces inconvénients.

[Exposé de l'invention]

[0008] A cette fin, l'invention a pour objet un procédé d'aide à la conduite d'un véhicule sur une section de route, ledit procédé étant mis en œuvre par un système comprenant au moins un serveur et au moins un véhicule apte à communiquer avec ledit serveur via un réseau de communication, ledit procédé étant remarquable en ce que :

a) le véhicule détermine au moins une position géographique dudit véhicule,

b) le véhicule envoie ladite au moins une position géographique déterminée au serveur,

c) le serveur reçoit l'au moins une position géographique envoyée,

d) le serveur sélectionne dans une base de données au moins une distance maximale de visibilité prédéterminée relative à la position géographique reçue,

e) le serveur envoie l'au moins une distance maximale de visibilité sélectionnée au véhicule,

f) le véhicule reçoit l'au moins une distance maximale de visibilité sélectionnée,

g) le véhicule met en œuvre une fonction d'aide à la conduite du véhicule à partir de l'au moins une distance maximale de visibilité reçue.

[0009] Avantageusement, le procédé selon l'invention permet notamment, à partir de valeurs de distances maximales de visibilité prédéterminées, de déterminer si la visibilité est suffisante depuis le véhicule pour effectuer un dépassement en toute sécurité.

[0010] De manière préférée, la distance maximale de visibilité est déterminée préalablement dans un environnement en trois dimensions simulé à partir d'un premier ensemble de données relatives à ladite section de route et d'au moins un deuxième ensemble de données relatives à la zone géographique dans laquelle se situe la section de route ou relatives aux objets situés dans la zone géographique dans la laquelle se situe la section de route.

[0011] De préférence, la distance maximale de visibilité est déterminée à partir d'une représentation en trois dimensions de la route et de son environnement géographique.

[0012] De préférence, le procédé comprend une phase préliminaire de construction ou de mise à jour de la base de données, ladite phase préliminaire comprenant les étapes de :

a) obtention d'un premier ensemble de données relatives à ladite section de route et d'au moins un deuxième ensemble de données relatives à la zone géographique dans laquelle se situe la section de route ou relatives aux objets situés dans la zone géographique dans la laquelle se situe la section de route,

b) simulation de l'environnement en trois dimensions à partir du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième ensemble de données,

c) calcul de la distance maximale de visibilité, définie comme la distance curviligne entre un point de vue représentant un emplacement du véhicule sur la section de route, et un point cible, défini comme le point visible le plus éloigné dudit point de vue à partir de l'environnement simulé.

[0013] Le calcul des distances maximales de visibilité peut ainsi être réalisé de manière fiable à partir d'une modélisation tridimensionnelle de la section de route et de son environnement.

[0014] De manière avantageuse, le procédé comprend une étape d'alignement du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième ensemble de données, entre l'étape d'obtention du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième ensemble de données et l'étape de simulation de l'environnement en trois dimensions, ladite étape d'alignement permettant de superposer les éléments communs du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième ensemble de données dans un système de coordonnées commun.

[0015] De manière avantageuse, l'étape d'alignement permet de simplifier la modélisation tridimensionnelle de la section de route et de son environnement en définissant un système de coordonnées commun au premier ensemble de données et à l'au moins un deuxième ensemble de données.

[0016] De manière préférée, le système de coordonnées commun peut être un des systèmes de coordonnées du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième ensemble de données ou un système de coordonnées différent du système de coordonnées du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième ensemble de données.

[0017] De préférence, l'étape de calcul de la distance maximale de visibilité du procédé comprend les sous-étapes de :

a) sélection d'une section de route à analyser,

b) définition d'échantillons réguliers de positions des points de vue sur la section de route,

c) sélection d'un point de vue et pour chaque point de vue :

i) détermination des trajets possibles à partir point de vue,

ii) pour chaque trajet possible :

1) détermination de la distance maximale de visibilité à partir du point de vue,

2) enregistrement de la localisation de chaque point de vue et de la distance maximale de visibilité associée,

3) sélection du point de vue suivant,

d) enregistrement de la liste des points de vue et des distances maximales de visibilité associées à chaque trajet à partir du point de vue et déterminées précédemment.

[0018] Avantageusement, le procédé permet de déterminer une distance maximale de visibilité à partir de chaque point de vue et pour chaque trajet à partir de ce point de vue.

[0019] De manière préférée, l'étape de détermination de la distance maximale de visibilité pour un point de vue et un trajet sélectionné comprend les sous-étapes suivantes de :

a) définition d'échantillons des points cibles sur la section de route correspondant au trajet sélectionné, la localisation initiale du point cible étant la localisation du point de vue,

b) pour chaque point cible échantillonné, à partir du point cible le plus proche du point de vue, jusqu'au point cible le plus éloigné du point de vue:

i) construction d'un point tridimensionnel, correspondant au point cible, dans le système de coordonnées commun du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième ensemble de données,

ii) calcul de la distance curviligne entre le point de vue et le point cible suivant le trajet de la section de route sélectionné,

iii) détermination de la visibilité du point cible depuis le point de vue par lancer de rayon:

1) si le point cible est visible, enregistrement de la valeur de la distance curviligne calculée et sélection de l'échantillon de point cible suivant,

2) si le point cible sélectionné est le dernier parmi les échantillons de points cibles, sélection de la distance maximale de visibilité pour un point de vue et pour un trajet donné parmi les distances curvilignes calculées, ladite distance maximale de visibilité étant égale à la distance curviligne entre le point de vue et le point cible visible depuis le point de vue et le plus éloigné du point de vue,

c) sélection du point de vue suivant.

[0020] Avantageusement, le procédé permet de déterminer la distance maximale de visibilité à partir de chaque point de vue et pour chaque trajet à partir de ce point de vue, grâce aux échantillons de points cibles déterminés.

[0021] De manière préférée, selon un autre mode de réalisation, le procédé comprend une étape de détermination, pour un point de vue donné, d'un signal de visibilité représentant le pourcentage de visibilité des points cibles en fonction de leur distance au point de vue sur ladite section de route, et permettant de déterminer la distance maximale de visibilité comme :

a) la plus petite distance au point de vue pour laquelle le signal de visibilité est inférieur à un seuil de visibilité prédéterminé,

ou

b) la plus petite distance au point de vue pour laquelle le signal de visibilité reste inférieur à un seuil de visibilité prédéterminé pendant une distance d_{seuil}.

[0022] L'invention concerne également un serveur pour la mise en œuvre du procédé tel que présenté précédemment, remarquable en ce qu'il est configuré pour :

a) recevoir au moins une position géographique d'un véhicule associée à une zone géographique,

b) sélectionner dans une base de données au moins une distance maximale de visibilité correspondant à au moins une section de route située dans la zone géographique correspondant à l'au moins une position géographique reçue du véhicule,

c) envoyer au véhicule l'au moins une distance maximale de visibilité sélectionnée.

[0023] Avantageusement, le serveur selon l'invention permet d'envoyer au véhicule la distance maximale de visibilité associée à chaque position géographique envoyée par ledit véhicule, afin que le conducteur du véhicule, ou le véhicule lui-même dans le cas où il est autonome, détermine si la visibilité est suffisante depuis le véhicule pour effectuer un dépassement en toute sécurité.

[0024] De manière avantageuse, le serveur selon l'invention est configuré pour déterminer la distance maximale de visibilité dans un environnement en trois dimensions simulé à partir d'un premier ensemble de données relatives à ladite section de route et d'au moins un deuxième ensemble de données relatives à la zone géographique dans laquelle se situe la section de route ou relatives aux objets situés dans la zone géographique dans la laquelle se situe la section de route.

[0025] Ainsi, avantageusement, le serveur permet de déterminer la distance maximale de visibilité à partir d'une représentation en trois dimensions de la route et de son environnement géographique.

[0026] De préférence, le serveur est configuré pour :

a) obtenir un premier ensemble de données relatives à ladite section de route et d'au moins un deuxième ensemble de données relatives à la zone géographique dans laquelle se situe la section de route ou relatives aux objets situés dans la zone géographique dans la laquelle se situe la section de route,

b) simuler l'environnement en trois dimensions à partir du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième ensemble de données,

c) calculer la distance maximale de visibilité, définie comme la distance curviligne entre un point de vue représentant un emplacement du véhicule sur la section de route, et un point cible, défini comme le point visible le plus éloigné dudit point de vue à partir de l'environnement simulé.

[0027] Le serveur selon l'invention permet avantageusement de calculer une pluralité de distances maximales de visibilité à partir d'une modélisation tridimensionnelle fiable de la section de route et de son environnement.

[0028] De manière avantageuse, le serveur est configuré pour aligner le premier ensemble de données et l'au moins un deuxième ensemble de données, permettant de superposer les éléments communs du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième ensemble de données selon un système de coordonnées commun.

[0029] De manière avantageuse, le serveur permet de simplifier la modélisation tridimensionnelle de la section de route et de son environnement en définissant un système de coordonnées commun au premier ensemble de données et à l'au moins un deuxième ensemble de données.

[0030] De préférence, le serveur est configuré pour :

a) sélectionner une section de route à analyser,

b) définir des échantillons réguliers de positions des points de vue sur la section de route,

c) sélectionner un point de vue et pour chaque point de vue :

i) déterminer des trajets possibles à partir du point de vue,

ii) pour chaque trajet possible :

1) déterminer la distance maximale de visibilité à partir du point de vue,

2) enregistrer la localisation de chaque point de vue et de la distance maximale de visibilité associée,

3) sélectionner le point de vue suivant,

d) enregistrer la liste des points de vue et des distances maximales de visibilité associées à chaque trajet à partir du point de vue et déterminées précédemment.

[0031] Avantageusement, le serveur permet de déterminer une distance maximale de visibilité à partir de chaque point de vue et pour chaque trajet à partir de ce point de vue.

[0032] De manière préférée, afin de déterminer la distance maximale de visibilité pour un point de vue et un trajet sélectionné, le serveur est configuré pour :

a) définir des échantillons des points cibles sur la section de route correspondant au trajet sélectionné, la localisation initiale du point cible étant la localisation du point de vue,

b) pour chaque point cible échantillonné, à partir du point cible le plus proche du point de vue, jusqu'au point cible le plus éloigné du point de vue:

i) construire un point tridimensionnel, correspondant au point cible, dans le système de coordonnées commun du premier ensemble de données et du au moins un deuxième ensemble de données,

ii) calculer la distance curviligne entre le point de vue et le point cible suivant le trajet de la section de route sélectionné,

iii) déterminer la visibilité du point cible sélectionné, depuis le point de vue, par lancer de rayon :

1) si le point cible est visible, enregistrer la valeur de la distance curviligne calculée et sélection de l'échantillon de point cible suivant,

2) si le point cible sélectionné est le dernier parmi les échantillons de points cibles, sélectionner la distance maximale de visibilité pour un point de vue et pour un trajet donné parmi les distances curvilignes calculées, ladite distance maximale de visibilité étant égale à la distance

curviligne entre le point de vue et le point cible visible depuis le point de vue et le plus éloigné du point de vue,

c) sélectionner le point de vue suivant.

[0033] Avantageusement, le serveur permet de déterminer la distance maximale de visibilité à partir de chaque point de vue et pour chaque trajet à partir de ce point de vue, grâce aux échantillons de points cibles déterminés.

[0034] De manière préférée, selon une autre forme de réalisation, le serveur est configuré pour déterminer, pour un point de vue donné, un signal de visibilité représentant le pourcentage de visibilité des points cibles en fonction de leur distance au point de vue sur ladite section de route, et permettant de déterminer la distance maximale de visibilité comme :

a) la plus petite distance au point de vue pour laquelle le signal de visibilité est inférieur à un seuil de visibilité prédéterminé,

ou

b) la plus petite distance au point de vue pour laquelle le signal de visibilité reste inférieur à un seuil de visibilité prédéterminé pendant une distance d_{seuil}.

[0035] L'invention concerne également un système comprenant un serveur tel que présenté précédemment et un véhicule apte à communiquer avec ledit serveur via un réseau de communication et étant configuré pour déterminer sa position géographique, envoyer ladite position géographique déterminée au serveur, recevoir du serveur une distance maximale de visibilité sélectionnée par le serveur et associée à une position géographique envoyée préalablement, et mettre en œuvre une fonction d'aide à la conduite dudit véhicule à partir de la distance maximale de visibilité reçue.

[Description des dessins]

[0036] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore à la lecture de la description qui va suivre. Celle-ci est purement illustrative et doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

[Fig. 1] : la **figure 1** illustre une distance maximale de visibilité sur une section de route selon l'invention,

[Fig. 2] : la **figure 2** schématise un système selon l'invention,

[Fig. 3] : la **figure 3** schématise un premier mode de réalisation du procédé de détermination de la distance maximale de visibilité d'un véhicule selon l'invention,

[Fig. 4] : la **figure 4** schématise la mise en œuvre de l'étape de simulation de l'environnement en trois dimensions du procédé selon l'invention,

[Fig. 5] : la **figure 5** représente la mise en œuvre du procédé selon l'invention, lorsque la section de route comprend une intersection,

[Fig. 6] : la **figure 6** schématise un deuxième mode de réalisation du procédé selon l'invention,

[Fig. 7] : la **figure 7** schématise un troisième mode de réalisation du procédé selon l'invention.

[Description des modes de réalisation]

[0037] En référence à la figure 1, il est représenté un véhicule d'utilisation 1-2 circulant sur une section de route 2.

[0038] Dans cet exemple, chaque section de route 2 comprend une chaussée 2A, comprenant plusieurs voies 2B destinées à la circulation de véhicules, chaque voie 2B de circulation étant affectée à une file de véhicules et étant délimitée par des marquages au sol 3. Chaque section de route 2 comprend également des bas-côtés 4, bordant la chaussée 2A et pouvant comprendre des objets 5 tels que par exemple des panneaux, des ponts, des bâtiments, des reliefs, de la végétation, etc.

[0039] Pour un véhicule utilisateur 1-2 circulant sur la section de route 2, modélisé par un point de vue P_V, certaines portions de ladite section de route 2 sont visibles depuis ledit véhicule utilisateur 1-2 et d'autres non.

[0040] L'invention permet ici de simuler en trois dimensions, à partir d'un premier ensemble de données et d'au moins un deuxième ensemble de données, la section de route 2 et sa zone géographique afin de définir la distance maximale de visibilité D_{max}, définie comme la distance curviligne L_C entre le point de vue P_V et un point cible P_T, défini comme le point visible, depuis le point de vue P_V, le plus éloigné sans obstacle sur un trajet défini sur la section de route 2, qui peut par exemple être curviligne. Ainsi, connaissant la distance maximale de visibilité D_{max} pour un point de vue P_V et pour chaque trajet possible d'une section de route 2, l'invention permet de déterminer les espaces visibles et non visibles d'une section de route 2 et de son environnement, et notamment de fournir une aide au dépassement au conducteur du véhicule utilisateur 1-2 ou au véhicule utilisateur 1-2 lui-même lorsque ledit véhicule utilisateur 1-2 est autonome.

[0041] Chaque point cible P_T peut être défini à différentes hauteurs par rapport à la surface de la section de route 2. La visibilité d'un point cible P_T peut être dépendante des objets 5 ou de la géométrie de la section de route 2 ou de la géométrie du terrain qui peuvent occulter une partie de la chaussée 2A du point de vue P_V du véhicule utilisateur 1-2. Tous ces éléments occultants sont définis par leur forme, leur localisation géographique et leur orientation.

[0042] Dans l'exemple décrit ci-après, le premier ensemble de données est appelé « ensemble de données route » et l'au moins un deuxième ensemble de données comprend un ensemble dit « ensemble de données terrain » et un ensemble dit « ensemble de données objets ».

[0043] SYSTEME

[0044] En référence à la figure 2, il est représenté un système d'assistance à la conduite 100, comprenant au moins un véhicule de collecte 1-1, au moins un véhicule utilisateur 1-2 et au moins un serveur 20.

[0045] Véhicule de collecte 1-1

[0046] Chaque véhicule de collecte 1-1 comprend un système de collecte, par exemple une caméra, montée par exemple sur le pare-brise avant du véhicule de collecte 1-1 et est configurée pour générer des données relatives à l'environnement dudit véhicule de collecte 1-1 lorsque le véhicule de collecte 1-1 est en circulation sur une section de route 2.

[0047] Ainsi, la caméra permet de collecter l'ensemble de données objets DB3 concernant notamment les objets 5 qui peuvent occulter une partie de la chaussée 2A du point de vue P_V du véhicule de collecte 1-1 et qui sont définis par leur forme, leur location géographique et leur orientation.

[0048] Enfin, les véhicules de collecte 1-1 sont aptes à communiquer avec le serveur 20 via un réseau de communication 10 et sont configurés pour envoyer l'ensemble de données objets DB3 au serveur 20 via le réseau de communication 10.

[0049] Véhicule utilisateur 1-2

[0050] Chaque véhicule utilisateur 1-2 est apte à communiquer avec ledit serveur 20 via le réseau de communication 10.

[0051] Dans une première forme de réalisation, ledit véhicule utilisateur 1-2 est configuré pour déterminer sa position géographique, elle-même associée à une zone géographique, et pour envoyer sa position géographique déterminée au serveur 20. Ensuite, le véhicule

utilisateur 1-2 est configuré pour recevoir du serveur 20 une pluralité de distances maximales de visibilité D_{max} relatives à l'au moins une section de route 2 située dans la zone géographique correspondant à la position reçue du véhicule utilisateur 1-2. Cette forme de réalisation est nécessaire lorsque le trajet du véhicule utilisateur 1-2 n'est pas connu.

[0052] Dans une deuxième forme de réalisation, lorsque le trajet du véhicule utilisateur 1-2 est connu, le véhicule utilisateur 1-2 est configuré pour déterminer sa position géographique actuelle et une série de positions géographiques définies sur la section de route 2, à partir de la position géographique actuelle du véhicule utilisateur 1-2 et du trajet que souhaite emprunter le véhicule utilisateur 1-2 sur cette section de route 2. Le véhicule utilisateur 1-2 est également configuré pour envoyer ladite série de positions géographiques déterminée au serveur 20, recevoir du serveur 20 une pluralité de distances maximales de visibilité D_{max} dont chaque valeur de distance maximale de visibilité D_{max} est associée à une position géographique de la série de positions géographiques envoyée préalablement. Ainsi, ledit véhicule utilisateur 1-2 est configuré pour mettre en œuvre une fonction d'aide à la conduite dudit véhicule utilisateur 1-2 à partir de la pluralité de distances maximales de visibilité D_{max} reçue.

[0053] Un véhicule de collecte 1-1 peut également être un véhicule utilisateur 1-2 et inversement si le véhicule utilisateur 1-2 est équipé également d'un système de collecte.

[0054] Serveur 20

[0055] Le serveur 20 est configuré pour recevoir l'ensemble de données objets DB3 envoyé par les véhicules de collecte 1-1 via le réseau de communication 10.

[0056] Le serveur 20 est configuré pour obtenir un premier ensemble de données, relatives à la section de route 2 et au moins un deuxième ensemble de données.

[0057] Le serveur 20 est configuré pour générer une carte, en deux dimensions ou en trois dimensions, d'une pluralité de distances maximales de visibilité D_{max}, dans laquelle chaque distance maximale de visibilité D_{max} est associée à un point de vue P_V.

[0058] Le serveur 20 est également configuré pour recevoir la position géographique d'un véhicule utilisateur 1-2, ladite position géographique étant associée à une zone géographique, ou pour recevoir une série de positions géographique dudit véhicule utilisateur 1-2 sur une section de route 2.

[0059] Le serveur 20 est également configuré pour sélectionner dans une base de données les distances maximales de visibilité D_{max} correspondant à l'au moins une section de route 2 située dans la zone géographique correspondant à la position géographique reçue du véhicule utilisateur 1-2, ou pour sélectionner directement chaque distance maximale de visibilité D_{max} correspondant à chaque position géographique de la série de positions géographiques dudit véhicule utilisateur 1-2.

[0060] Enfin, le serveur 20 est configuré pour envoyer au véhicule utilisateur 1-2 la pluralité de distances maximales de visibilité D_{max} sélectionnée.

[0061] Définition des différents ensembles de données DB1, DB2, DB3

[0062] DB1

[0063] L'ensemble de données route DB1 peut notamment comprendre la géométrie de la section de route 2, c'est-à-dire les coordonnées des points en trois dimensions qui représentent ladite section de route 2, mais également le nombre de voies 2B, l'emplacement des marquages au sol 3 séparant notamment les voies 2B, etc. L'ensemble de données route DB1 provient notamment de fournisseurs de données géographiques et est directement envoyé au serveur 20.

[0064] Les données de l'ensemble de données route DB1 peuvent également être obtenues par « crowdsourcing », autrement dit par « production participative » via plusieurs véhicules de collecte 1-1

[0065] DB2

[0066] L'ensemble de données terrain DB2 comprend des données relatives au terrain de la zone géographique dans laquelle se situe la section de route 2 telles que, par exemple des données relatives aux reliefs et des données relatives au type de couverture du sol (par exemple la présence de végétation, de bâtiments, de champs…), etc. Les données relatives au relief de l'ensemble de données terrain DB2 proviennent notamment de mesures aériennes par modélisation numérique d'élévation, en anglais « Digital Elevation Model » ou par modélisation numérique de surface, en anglais « Digital Surface Model », connues en soi.

[0067] L'ensemble de données terrain DB2 est directement envoyé au serveur 20.

[0068] Les données de l'ensemble de données terrain DB2 peuvent également être obtenues par « crowdsourcing ».

[0069] DB3

[0070] L'ensemble de données objets DB3 est obtenu par « crowdsourcing ». L'ensemble de données objets DB3 comprend des données relatives aux objets 5, situés dans la zone géographique dans laquelle se situe la section de route 2, pouvant notamment limiter la visibilité depuis le point de vue P_V du véhicule utilisateur 1-2. L'ensemble de données objets DB3 comprend les caractéristiques de chaque objet 5, telles que, par exemple, l'endroit où il est situé, son orientation, la matière qui le constitue, etc.

[0071] Par ailleurs, l'ensemble de données objets DB3 peut également être construit à partir de modèles de prédiction, basés sur le type d'objet (type de culture par exemple), le lieu, la date, etc, de manière connue en soi.

[0072] L'ensemble de données objets DB3 peut également être obtenu par traitement de l'ensemble de données terrain DB2. Par exemple, un objet « champ » ou un objet « arbre » peut être défini dans l'ensemble de données objets DB3 sur une zone géographique donnée, à partir d'une combinaison d'une classification du sol et de données d'altitude contenues dans l'ensemble de données terrain DB2.

[0073] L'ensemble de données route DB1 et l'au moins un deuxième ensemble de données peuvent être reçus d'un réseau de communication externe (satellite ou terrestre).

[0074] Les données de l'ensemble de données route DB1, de l'ensemble de données terrain DB2 et/ou de l'ensemble de données objets DB3 sont régulièrement mis à jour pour refléter les changements de la section de route 2 et de son environnement.

[0075] Le serveur 20 est configuré pour exprimer les éléments de l'ensemble de données route DB1, de l'ensemble de données terrain DB2 et de l'ensemble de données objets DB3 selon un système de coordonnées dit « commun ».

[0076] Cependant, une fois exprimés dans le système de coordonnées commun, il peut subsister des « décalages » dus à des erreurs d'acquisition des données. Lesdits décalages se traduisent par une différence entre la représentation d'un élément dans le système de coordonnées commun, et la position réelle de cet élément.

[0077] Un alignement des données de l'ensemble de données route DB1, de l'ensemble de données terrain DB2 et de l'ensemble de données objets DB3 est nécessaire afin d'éviter ces décalages. Pour cela, les éléments communs, comme par exemple les marquages au sol 3, à l'ensemble de données route DB1, à l'ensemble de données terrain DB2 et à l'ensemble de données objets DB3 sont superposés les uns aux autres, permettant ainsi de supprimer les différences d'acquisition entre l'ensemble des données route DB1, l'ensemble de données terrain DB2 et l'ensemble de données objet DB3.

[0078] Le serveur 20 est configuré pour simuler l'environnement en trois dimensions à partir du premier ensemble de données et d'au moins un deuxième ensemble de données. Ainsi, le serveur 20 va modéliser dans une image en trois dimensions tous les éléments relatifs aux données du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième ensemble de données.

[0079] Le serveur 20 est configuré pour calculer la distance maximale de visibilité D_{max}, définie comme la distance curviligne L_C entre un point de vue P_V et un point cible P_T à partir de l'environnement modélisé en trois dimensions. Les distances maximales de visibilité D_{max}, en fonction du point de vue P_V, ainsi déterminées sont ensuite stockées dans une base de données permettant de représenter la carte, en deux dimensions ou en trois dimensions, d'une pluralité de distances maximales de visibilité D_{max}.

[0080] Dans une première forme de réalisation, notamment lorsque le trajet du véhicule utilisateur 1-2 n'est pas connu et une fois l'alignement de l'ensemble de données route DB1, l'ensemble de données terrain DB2 et l'ensemble de données objets DB3 réalisé, le serveur 20 est configuré pour recevoir la position géographique du véhicule utilisateur 1-2, sélectionner dans la base de données une pluralité de distances maximales de visibilité D_{max} relatives à l'au moins une section de route 2 située dans la zone géographique correspondant à la position géographique reçue du véhicule utilisateur 1-2 et pour envoyer la pluralité de distances maximales de visibilité D_{max} sélectionnée au véhicule utilisateur 1-2.

[0081] Dans une deuxième forme de réalisation, notamment lorsque le trajet du véhicule utilisateur 1-2 est connu et une fois l'alignement de l'ensemble de données route DB1, l'ensemble de données terrain DB2 et l'ensemble de données objets DB3 réalisé, le serveur 20 est configuré pour recevoir une série de positions géographiques déterminée par le véhicule utilisateur 1-2, et pour sélectionner une pluralité de distances maximales de visibilité D_{max} dont chaque valeur de distance maximale de visibilité D_{max} est associée à une position géographique de la série de positions géographiques reçue préalablement, et enfin pour envoyer la pluralité de distances maximales de visibilité D_{max} sélectionnée au véhicule utilisateur 1-2.

[0082] Afin de déterminer la distance maximale de visibilité D_{max}, le serveur utilise de préférence une technique de lancer de rayon (« raytracing » en anglais), connue en soi, dans laquelle une pluralité de rayons est émise depuis le point de vue P_V. Ainsi, chaque point d'impact d'un rayon définit un élément occultant.

[0083] PROCEDE

[0084] Premier mode de réalisation

[0085] En référence à la figure 3, il est représenté un procédé de détermination de la distance maximale de visibilité D_{max} d'un véhicule utilisateur 1-2 sur une section de route 2 donnée, mis en œuvre par le serveur 20 réalisant le traitement des données selon l'invention.

[0086] Le procédé comprend tout d'abord une étape d'obtention E1 d'un ensemble de données route DB1 et d'un ensemble de données terrain DB2 et/ou d'un ensemble de données objets DB3.

[0087] Le procédé comprend ensuite une étape d'alignement E2 des coordonnées des données du premier ensemble de données avec les coordonnées de l'au moins un deuxième ensemble de données déterminés dans l'étape E1 d'obtention.

[0088] Le premier ensemble de données et l'au moins un deuxième ensemble de données peuvent être générés par différents systèmes de mesure ou méthodes de mesure, c'est pourquoi il est possible qu'ils soient définis selon des systèmes de coordonnées différents. L'étape d'alignement E2 permet donc de définir le premier ensemble de données et l'au moins un deuxième ensemble de données selon un système de coordonnées commun afin de superposer les données du premier ensemble de données avec les données de l'au moins un deuxième ensemble de données. La méthode d'alignement du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième ensemble de données est basée sur le calcul d'une transformation géométrique entre les éléments communs du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième ensemble de données. Dans le cas présent, les éléments communs du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième peuvent notamment désigner la position du centre de la section de route 2 ou d'une voie 2B, ou les marquages au sol 3 définissant les extrémités de la section de route 2.

[0089] L'étape d'alignement E2 comprend une première sous-étape de comparaison dans laquelle les éléments communs entre le premier ensemble de données et l'au moins un deuxième ensemble de données sont détectés, afin de déterminer les points permettant de situer les données du premier ensemble de données par rapport aux données du au moins un deuxième ensemble de données.

[0090] L'étape d'alignement E2 comprend une seconde sous-étape de conversion dans laquelle les « géométries » (autrement dit, les positions, orientations, formes des éléments

communs détectés lors de la première sous-étape de comparaison) du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième ensemble de données sont converties et définies dans un système de coordonnées commun, pouvant notamment être différent des systèmes de coordonnées du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième ensemble de données.

[0091] Le procédé comprend ensuite une étape de simulation E3 de l'environnement en trois dimensions à partir du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième ensemble de données alignés.

[0092] Le premier ensemble de données et l'au moins un deuxième ensemble de données, étant exprimées selon un système de coordonnées commun, peuvent être utilisés pour simuler la section de route 2 et sa zone géographique en trois dimensions lors de l'étape de simulation E3.

[0093] Une représentation de la section de route 2, et optionnellement des voies 2B et des marquages au sol 3, est générée en trois dimensions à partir de l'ensemble de données route DB1, et par représentation de lignes polygonales tridimensionnelles.

[0094] Une représentation de la zone géographique, et notamment du terrain, dans laquelle se situe la section de route 2 est générée en trois dimensions à partir de l'ensemble de données terrain DB2, notamment en modélisant une extension de la section de route 2.

[0095] La représentation du terrain consiste en un graphique tridimensionnel, en utilisant des méthodes connues de l'homme du métier, telles que la tessellation des données provenant de l'ensemble de données terrain DB2.

[0096] Une représentation des objets à partir de l'ensemble de données objets DB3 est générée en trois dimensions par combinaison de formes géométriques simples ou par un maillage constitué de triangles.

[0097] Par exemple, en référence à la figure 4, après exécution de l'étape de simulation E3, le serveur 20 obtient une image tridimensionnelle I_{3D} simulée de la section de route 2 et de sa zone géographique obtenue à partir de l'alignement d'un ensemble de données route DB1 et d'un ensemble de données objets DB3.

[0098] De nouveau en référence à la figure 3, le procédé comprend ensuite une étape de calcul E4 des distances maximales de visibilité D_{max}.

[0099] Lorsque la section de route 2 est simulée en trois dimensions grâce aux étapes précédentes, l'étape de calcul E4 permet de déterminer la visibilité de points cibles P_T

depuis un point de vue P_V. Pour rappel, chaque point de vue P_V est défini par sa hauteur et sa localisation sur la section de route 2, et par la direction et le sens de déplacement du véhicule utilisateur 1-2 (vers l'avant ou vers l'arrière).

[0100] L'étape de calcul E4 comprend plusieurs sous-étapes. Tout d'abord, une section de route 2 à analyser est sélectionnée. Ensuite, des échantillons réguliers de positions de points de vue P_V sont définis sur la section de route 2, par exemple sur la voie 2B de circulation usuelle des véhicules utilisateurs 1-2 ou bien su la ligne centrale.

[0101] Ainsi, pour chaque point de vue P_V sélectionné, le procédé détermine les trajets possibles à partir du point de vue P_V, notamment dans le cas où la section de route 2 comprend des intersections. Pour chaque trajet possible de chaque point de vue P_V, le procédé détermine les distances maximales de visibilité D_{max} à partir du point de vue P_V.

[0102] Pour cela, pour un point de vue P_V et un trajet sélectionnés, le procédé définit des échantillons de points cibles P_T sur la section de route 2 correspondant au trajet sélectionné, par exemple sur la voie de circulation usuelle des véhicules utilisateurs 1-2 ou bien sur la ligne centrale, la localisation initiale du point cible P_T étant la localisation du point de vue P_V sélectionné.

[0103] Pour chaque point cible P_T échantillonné, à partir du point cible P_T le plus proche du point de vue P_V, jusqu'au point cible P_T le plus éloigné du point de vue P_V ; il est construit un point tridimensionnel dans le système de coordonnées commun du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième ensemble de données. Ensuite, la distance curviligne L_C entre le point de vue P_V sélectionné et le point cible P_T est calculée suivant le trajet de la section de route 2 sélectionnée. Enfin il faut déterminer la visibilité du point cible P_T sélectionné, notamment par lancer de rayon. Si le point cible P_T est visible, la distance curviligne L_C déterminée est enregistréeet le procédé réalise le calcul de la distance curviligne L_C pour l'échantillon de point cible P_T suivant.

[0104] Si le point cible P_T sélectionné est le dernier parmi les échantillons de points cibles P_T, la distance maximale de visibilité D_{max} depuis un point de vue P_V est ensuite sélectionnée parmi les valeurs de distances curvilignes L_C calculées précédemment. En effet, pour un trajet donné, la distance maximale de visibilité D_{max} depuis un point de vue P_V est est égale à la distance curviligne L_C entre le point de vue P_V et le pont cible P_T visible depuis le point de vue P_V et le plus éloigné du point de vue P_V.

[0105] Par ailleurs, une distance maximale de visibilité limite L_{C_lim} est prédéfinie, notamment dans le serveur 20. Lorsque la distance curviligne L_C est supérieure à la

distance maximale de visibilité limite L_{C_lim}, cela signifie que les calculs de distances curvilignes L_C ont tous été réalisés.

[0106] Le procédé sélectionne le point de vue P_V suivant et réitère les étapes permettant de déterminer la distance maximale de visibilité D_{max} pour ce nouveau point de vue P_V sélectionné.

[0107] A la fin de cette étape de calcul E4, la liste des points de vue P_V et des distances maximales de visibilité D_{max} associées à chaque trajet à partir dudit point de vue P_V sont enregistrées.

[0108] En référence à la figure 5, il est représenté un exemple de mise en œuvre du procédé lorsque la section de route 2 comprend une intersection et qu'il y a donc plusieurs trajets possibles t_1 et t_2. Ainsi, pour un point de vue P_V, le procédé permet de déterminer plusieurs distances maximales de visibilité D_{max1}, D_{max2} correspondant respectivement à la distance curviligne entre le point de vue P_V et le point cible P_{T1}, P_{T2}.

[0109] Deuxième mode de réalisation

[0110] En référence à la figure 6, selon un deuxième mode de réalisation, le procédé réalise les mêmes étapes que selon le premier mode de réalisation, à la différence qu'il permet de déterminer un signal de visibilité F_v pour chaque point cible P_T situé sur la section de route 2 sélectionnée pour un point de vue P_V donné.

[0111] Le signal de visibilité F_v représente le pourcentage de visibilité des points cibles P_T en fonction de leur distance au point de vue P_V sur ladite section de route 2. La distance maximale de visibilité D_{max} peut être définie de plusieurs façons, à partir du signal de visibilité F_v.

[0112] Par exemple la distance maximale de visibilité D_{max} est définie comme la plus petite distance curviligne au point de vue P_V pour laquelle le signal de visibilité F_v est inférieur à un seuil de visibilité prédéterminé, par exemple par le constructeur du véhicule utilisateur 1-2.

[0113] Par exemple, en référence à la figure 6, pour un seuil de visibilité prédéterminé à 50%, la distance associée à la distance maximale de visibilité D_{max} est déterminée en sélectionnant la plus petite distance curviligne L_C pour laquelle le signal de visibilité F_v est inférieur à 50%, correspondant ici à la distance D_{1_max}.

[0114] Par ailleurs, la distance maximale de visibilité D_{max} peut également être définie comme la plus petite distance au point de vue P_V pour laquelle le signal de visibilité F_v reste

inférieur à un seuil de visibilité prédéterminé, par exemple par le constructeur du véhicule utilisateur 1-2, pendant une distance d_{seuil}.

[0115] Par exemple, en référence à la figure 6, il est représenté un signal de visibilité F_V comprenant une première perte de visibilité p_1, due à un premier objet 5-1, pouvant être par exemple un poteau de panneau de signalisation, et une deuxième perte de visibilité p_2, due à un deuxième objet 5-2, pouvant être un ensemble d'arbres ou un relief. Il est toujours considéré dans l'exemple présenté ici un seuil de visibilité prédéterminé à 50%. Ladite première perte de visibilité p_1 et ladite deuxième perte de visibilité p_2 correspondent à une distance sur laquelle une partie de la section de route 2 n'est plus visible du point de vue P_V. Or, puisque cette première perte de visibilité p_1 ponctuelle est inférieure à la distance d_{seuil}, elle n'est pas considérée comme gênante pour la visibilité. À l'inverse, la deuxième perte de visibilité p_2 est supérieure à la distance d_{seuil}, alors la section de route 2 comprenant le point cible P_T n'est plus considérée visible depuis le point de vue P_V et la distance maximale de visibilité correspond à la distance D_{2_max}.

[0116] Troisième mode de réalisation

[0117] En référence à la figure 7, le procédé selon l'invention peut définir le point cible P_T le long de la section route 2, mais également possiblement sur une ligne perpendiculaire à la direction de la section de route 2, et notamment sur les marquages au sol 3 délimitant les voies 2B, et au centre de chaque voie 2B.

[0118] Pour cela, le procédé, au lieu de définir des échantillons comprenant un unique point cible P_T, définit des échantillons d'ensembles de points cibles P_{T3}, P_{T4}, P_{T5}, P_{T6}, P_{T7}, dont le nombre n'est pas limitatif, placés selon une ligne L_P perpendiculaire à la direction de la section de route 2. De manière avantageuse, lors du calcul des distances maximales de visibilité L_C pour un point de vue P_V et un ensemble de points cibles P_{T3}, P_{T4}, P_{T5}, P_{T6}, P_{T7}, cela permet de déterminer si une des voies 2B de la chaussée 2A est pleinement ou partiellement occultée par un objet 5 ou un relief du point de vue P_V du conducteur du véhicule utilisateur 1-2 et/ou du véhicule utilisateur 1-2 lui-même lorsque celui-ci est au moins partiellement autonome.

Revendications

[Revendication 1] Procédé d'aide à la conduite d'un véhicule (1-2) sur une section de route (2), ledit procédé étant mis en œuvre par un système comprenant au moins un serveur (20) et au moins un véhicule (1-2) apte à communiquer avec ledit serveur (20) via un réseau de communication (10), ledit procédé étant caractérisé en ce que :

a) le véhicule (1-2) détermine au moins une position géographique dudit véhicule,

b) le véhicule (1-2) envoie ladite au moins une position géographique déterminée au serveur (20),

c) le serveur (20) reçoit l'au moins une position géographique envoyée,

d) le serveur (20) sélectionne dans une base de données une distance maximale de visibilité (D_{max}) prédéterminée relative à l'au moins une position géographique reçue, la distance maximale de visibilité (D_{max}) étant définie comme la distance curviligne (L_C) d'un trajet entre un point de vue (P_V) correspondant à la position géographique du véhicule et un point cible (P_T), le point cible (P_T) étant un point de la section de route qui est le plus éloigné de la position géographique et visible sans obstacle depuis point de vue (P_V),

e) le serveur (20) envoie au moins une distance maximale de visibilité (D_{max}) sélectionnée au véhicule (1-2),

f) le véhicule (1-2) reçoit l'au moins une distance maximale de visibilité (D_{max}) sélectionnée,

g) le véhicule (1-2) met en œuvre une fonction d'aide à la conduite du véhicule (1-2) à partir de l'au moins une distance maximale de visibilité (D_{max}) reçue.

[Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel la distance maximale de visibilité (D_{max}) est déterminée préalablement dans un environnement en trois dimensions simulé à partir d'un premier ensemble de données relatives à ladite section de route (2) et d'au moins un deuxième ensemble de données relatives à la zone géographique dans laquelle se situe la section de route (2) ou relatives aux objets (5) situés dans la zone géographique dans la laquelle se situe la section de route (2).

[Revendication 3] Procédé selon la revendication précédente, comprenant une phase préliminaire de construction ou de mise à jour de la base de données, ladite phase préliminaire comprenant les étapes de :

a) obtention (E1) d'un premier ensemble de données relatives à ladite section de route (2) et d'au moins un deuxième ensemble de données relatives à la zone

géographique dans laquelle se situe la section de route (2) ou relatives aux objets (5) situés dans la zone géographique dans la laquelle se situe la section de route (2),

b) simulation (E3) de l'environnement en trois dimensions à partir du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième ensemble de données,

c) calcul (E4) de la distance maximale de visibilité (D_{max}), définie comme la distance curviligne (L_C) entre un point de vue (P_V) représentant un emplacement du véhicule (1-2) sur la section de route (2), et un point cible (P_T), défini comme le point visible le plus éloigné dudit point de vue (P_V) à partir de l'environnement simulé.

[Revendication 4] Procédé, selon la revendication précédente, comprenant une étape d'alignement (E2) du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième ensemble de données, entre l'étape (E1) d'obtention du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième ensemble de données et l'étape de simulation (E3) de l'environnement en trois dimensions, ladite étape d'alignement (E2) permettant de superposer les éléments communs du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième ensemble de données dans un système de coordonnées commun.

[Revendication 5] Procédé, selon l'une quelconque des revendications 3 et 4, dans lequel l'étape de calcul (E4) de la distance maximale de visibilité (D_{max}) comprend les-sous étapes de :

a) sélection d'une section de route (2) à analyser,

b) définition d'échantillons réguliers de positions des points de vue (P_V) sur la section de route (2),

c) sélection d'un point de vue (P_V) et pour chaque point de vue (P_V) :

i) détermination des trajets possibles à partir du point de vue (P_V),

ii) pour chaque trajet possible :

1) détermination de la distance maximale de visibilité (D_{max}) à partir du point de vue (P_V),

2) enregistrement de la localisation de chaque point de vue (P_V) et de la distance maximale de visibilité (D_{max}) associée,

3) sélection du point de vue (P_V) suivant,

d) enregistrement de la liste des points de vue (P_V) et des distances maximales de visibilité (D_{max}) associées à chaque trajet à partir du point de vue (P_V) et déterminées précédemment.

[Revendication 6] Procédé, selon la revendication précédente, dans lequel l'étape de détermination de la distance maximale de visibilité (D_{max}) pour un point de vue (P_V) et un trajet sélectionné comprend les sous-étapes suivantes de :

a) définition d'échantillons des points cibles (P_T) sur la section de route (2) correspondant au trajet sélectionné, la localisation initiale du point cible (P_T) étant la localisation du point de vue (P_V),

b) pour chaque point cible (P_T) échantillonné, à partir du point cible (P_T) le plus proche du point de vue (P_V), jusqu'au point cible (P_T) le plus éloigné du point de vue (P_V):

i) construction d'un point tridimensionnel, correspondant au point cible (P_T), dans le système de coordonnées commun du premier ensemble de données et de l'au moins un deuxième ensemble de données,

ii) calcul de la distance curviligne (L_C) entre le point de vue (P_V) et le point cible (P_T) suivant le trajet de la section de route (2) sélectionné,

iii) détermination de la visibilité du point cible (P_T) depuis le point de vue (P_V) par lancer de rayon :

1) si le point cible (P_T) est visible, enregistrement de la valeur de la distance curviligne (L_C) calculée et sélection de l'échantillon de point cible (P_T) suivant,

2) si le point cible (P_T) sélectionné est le dernier parmi les échantillons de points cibles (P_T), sélection de la distance maximale de visibilité (D_{max}) pour un point de vue (P_V) et pour un trajet donné parmi les distances curvilignes (L_C) calculées, ladite distance maximale de visibilité (D_{max}) étant égale à la distance curviligne (L_C) entre le point de vue (P_V) et le point cible (P_T) visible depuis le point de vue (P_V) et le plus éloigné du point de vue (P_V),

c) sélection du point de vue (P_V) suivant.

[Revendication 7] Procédé selon la revendication précédente, comprenant une étape de détermination, pour un point de vue (P_V) donné, d'un signal de visibilité (F_v) représentant le pourcentage de visibilité des points cibles (P_T) en fonction de leur distance au point de vue (P_V) sur ladite section de route (2) et permettant de déterminer la distance maximale de visibilité (D_{max}) comme :

a) la plus petite distance au point de vue (P_V) pour laquelle le signal de visibilité (F_v) est inférieur à un seuil de visibilité prédéterminé,

ou

b) la plus petite distance au point de vue (P_V) pour laquelle le signal de visibilité (F_v) reste inférieur à un seuil de visibilité prédéterminé pendant une distance (d_{seuil}).

[Revendication 8] Serveur (20) pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est configuré pour :

a) recevoir l'au moins une position géographique d'un véhicule (1-2) associée à une zone géographique,

b) sélectionner dans une base de données au moins une distance maximale de visibilité (D_{max}) correspondant à au moins une section de route (2) située dans la zone géographique correspondant à l'au moins une position géographique reçue du véhicule (1-2), la distance maximale de visibilité (D_{max}) étant définie comme la distance curviligne (L_C) d'un trajet entre un point de vue (P_V) correspondant à la position géographique du véhicule et un point cible (P_T), le point cible (P_T) étant un point de la section de route qui est le plus éloigné de la position géographique et visible sans obstacle depuis point de vue (P_V),

c) envoyer au véhicule (1-2) l'au moins une distance maximale de visibilité (D_{max}) sélectionnée.

[Revendication 9] Serveur (20) selon la revendication précédente, permettant de déterminer la distance maximale de visibilité (D_{max}) dans un environnement en trois dimensions simulé à partir d'un premier ensemble de données relatives à ladite section de route (2) et d'au moins un deuxième ensemble de données relatives à la zone géographique dans laquelle se situe la section de route (2) ou relatives aux objets (5) situés dans la zone géographique dans la laquelle se situe la section de route (2).

[Revendication 10] Système d'assistance à la conduite (100) comprenant un serveur (20) selon la revendication précédente et un véhicule (1-2) apte à communiquer avec ledit serveur (20) via un réseau de communication (10) et étant configuré pour déterminer sa position géographique, envoyer ladite position géographique déterminée au serveur (20), recevoir du serveur (20) une distance maximale de visibilité (D_{max}) sélectionnée par le serveur (20) et associée à une position géographique envoyée préalablement, et mettre en œuvre une fonction d'aide à la conduite dudit véhicule (1-2) à partir de la distance maximale de visibilité (L_C) reçue.

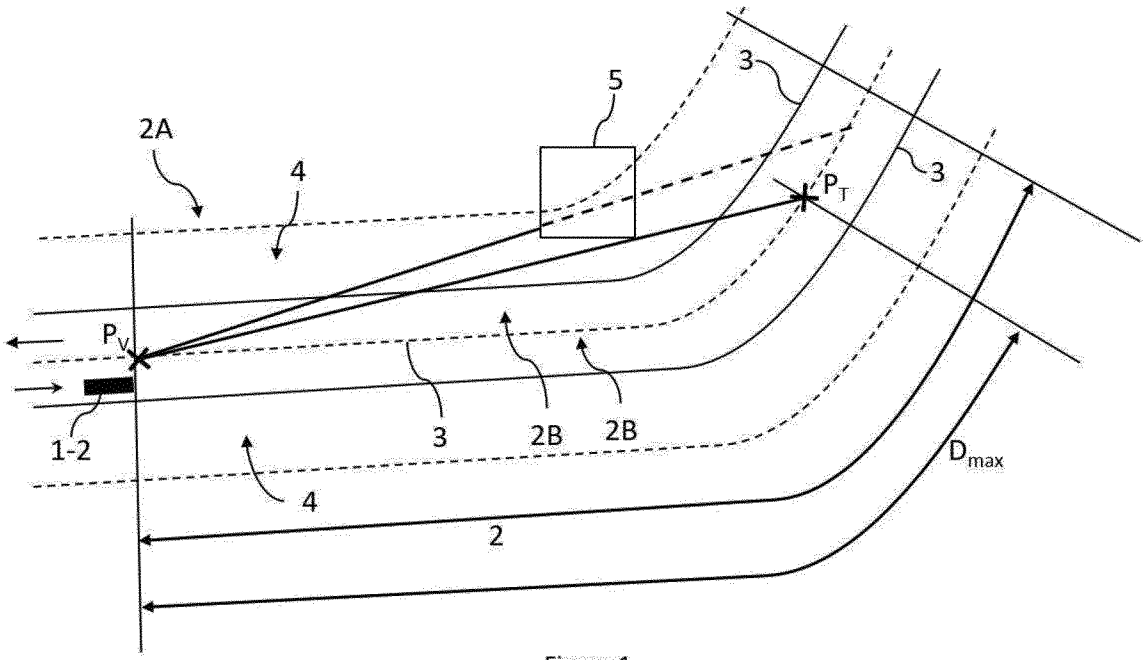


Figure 1

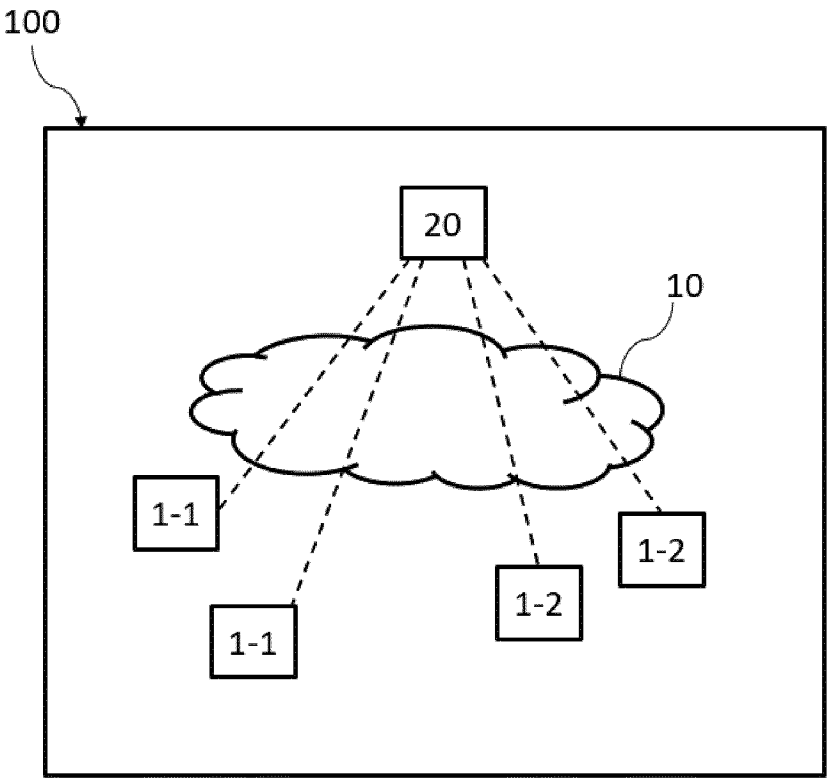


Figure 2

[Fig. 3]

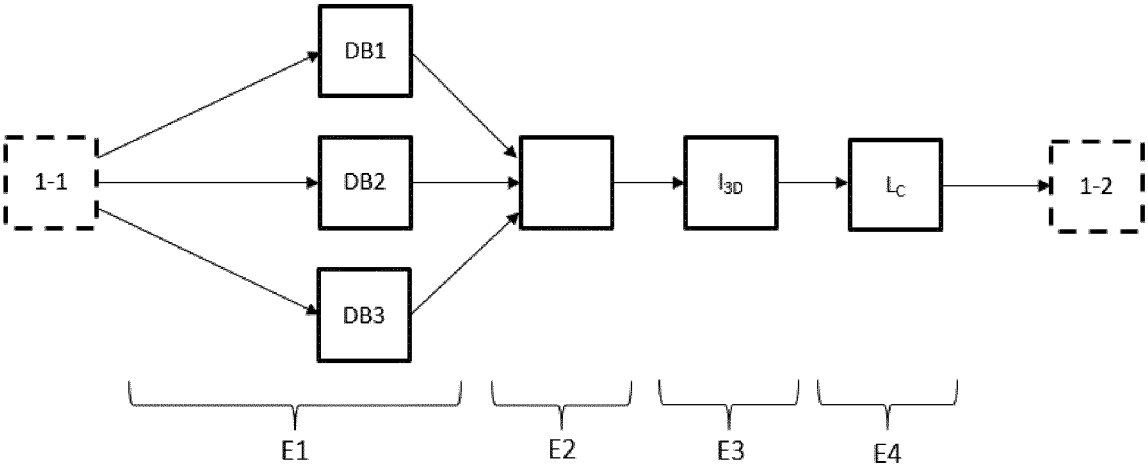


Figure 3

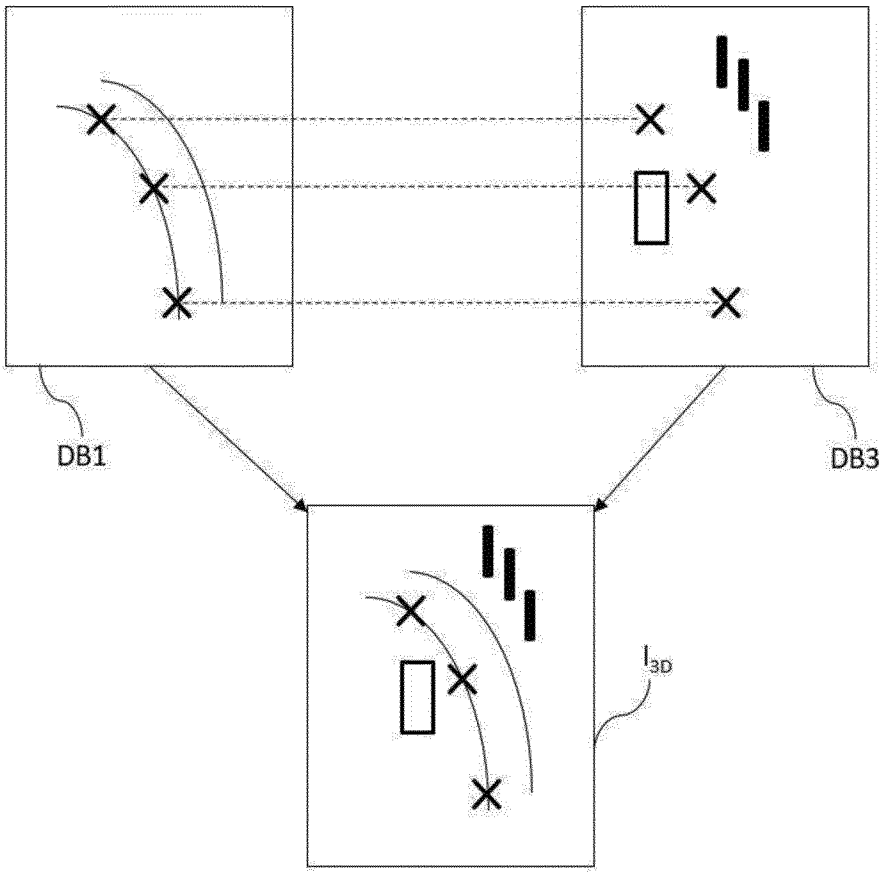


Figure 4

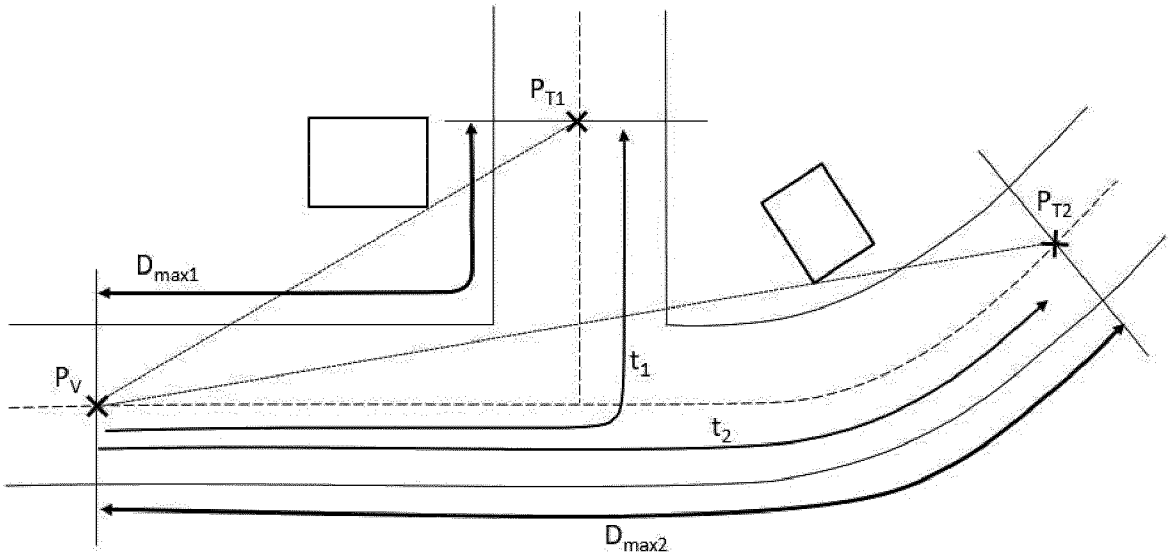


Figure 5

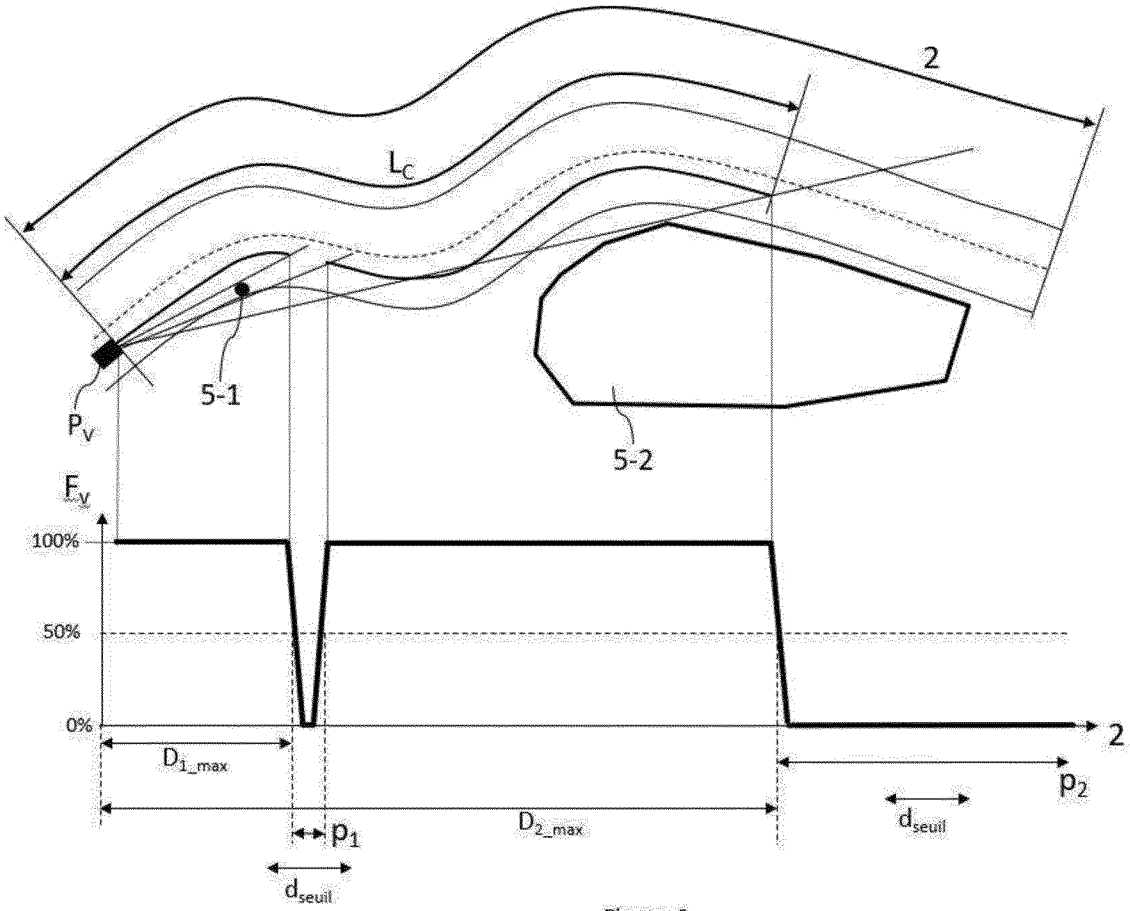


Figure 6

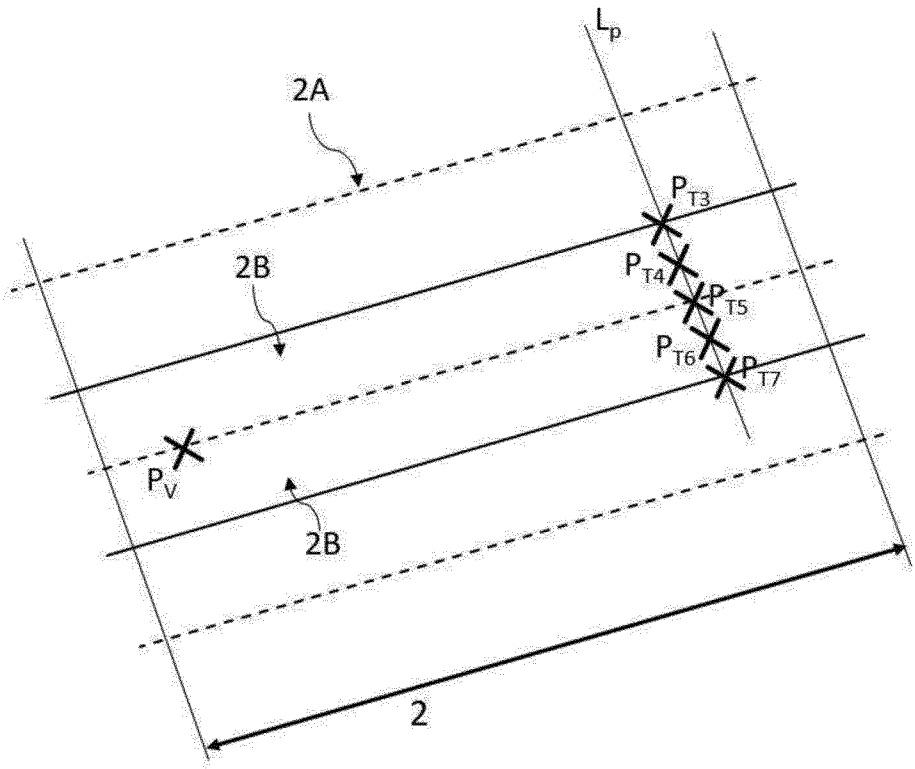


Figure 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2020/064604

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G08G 1/0967(2006.01)i; ***H04W 4/00***(2018.01)i; ***H04W 84/00***(2009.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G08G; H04W

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2018162400 A1 (ABDAR HASSAN M [US]) 14 June 2018 (2018-06-14) abstract paragraphs [0002], [0023] - [0024], [0027], [0032], [0039] - [0040], [0044] - [0046], [0063]	1-10
X	US 2019047574 A1 (NISHI YOSHIFUMI [US] ET AL) 14 February 2019 (2019-02-14) abstract; figure 1 paragraphs [0012], [0014] - [0015], [0032] - [0034], [0040]	1-10
X	US 2004039517 A1 (BIESINGER ALFRED [DE] ET AL) 26 February 2004 (2004-02-26) abstract; figures 1, 2 paragraphs [0012] - [0014], [0050], [0053], [0056], [0059]	1-10
A	US 2015347458 A1 (HONG ZHIQING [US] ET AL) 03 December 2015 (2015-12-03) abstract; figures 1 - 6 paragraph [0015] - paragraph [0031]	1-10

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11 August 2020	**19 August 2020**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	**Berland, Joachim** Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2009161914 A1 (SONG GUOBIAO [US]) 25 June 2009 (2009-06-25) abstract; claim 1 paragraph [0021] - paragraph [0030] paragraph [0034] - paragraph [0040]	1-10
A	US 2008137911 A1 (HAUTIERE NICOLAS [FR] ET AL) 12 June 2008 (2008-06-12) the whole document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2020/064604

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 2018162400 A1	14 June 2018	NONE	
US 2019047574 A1	14 February 2019	US 2019047574 A1	14 February 2019
		US 2020255021 A1	13 August 2020
US 2004039517 A1	26 February 2004	DE 10043797 A1	28 March 2002
		EP 1316080 A1	04 June 2003
		JP 2004508567 A	18 March 2004
		US 2004039517 A1	26 February 2004
		WO 0221479 A1	14 March 2002
US 2015347458 A1	03 December 2015	US 2015347458 A1	03 December 2015
		WO 2015187474 A1	10 December 2015
US 2009161914 A1	25 June 2009	NONE	
US 2008137911 A1	12 June 2008	AT 515689 T	15 July 2011
		CN 101044390 A	26 September 2007
		EP 1802960 A1	04 July 2007
		ES 2369483 T3	01 December 2011
		FR 2876826 A1	21 April 2006
		JP 4914365 B2	11 April 2012
		JP 2008517292 A	22 May 2008
		PL 1802960 T3	31 May 2012
		SI 1802960 T1	31 January 2012
		US 2008137911 A1	12 June 2008
		WO 2006043003 A1	27 April 2006

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2020/064604

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G08G1/0967 H04W4/00 H04W84/00
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
G08G H04W

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2018/162400 A1 (ABDAR HASSAN M [US]) 14 juin 2018 (2018-06-14) abrégé alinéas [0002], [0023] - [0024], [0027], [0032], [0039] - [0040], [0044] - [0046], [0063]	1-10
X	US 2019/047574 A1 (NISHI YOSHIFUMI [US] ET AL) 14 février 2019 (2019-02-14) abrégé; figure 1 alinéas [0012], [0014] - [0015], [0032] - [0034], [0040]	1-10
X	US 2004/039517 A1 (BIESINGER ALFRED [DE] ET AL) 26 février 2004 (2004-02-26) abrégé; figures 1, 2 alinéas [0012] - [0014], [0050], [0053], [0056], [0059]	1-10

-/--

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée
"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
11 août 2020	19/08/2020

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Berland, Joachim

1

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2015/347458 A1 (HONG ZHIQING [US] ET AL) 3 décembre 2015 (2015-12-03) abrégé; figures 1 - 6 alinéa [0015] - alinéa [0031] -----	1-10
A	US 2009/161914 A1 (SONG GUOBIAO [US]) 25 juin 2009 (2009-06-25) abrégé; revendication 1 alinéa [0021] - alinéa [0030] alinéa [0034] - alinéa [0040] -----	1-10
A	US 2008/137911 A1 (HAUTIERE NICOLAS [FR] ET AL) 12 juin 2008 (2008-06-12) le document en entier -----	1-10

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2020/064604

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2018162400 A1	14-06-2018	AUCUN	
US 2019047574 A1	14-02-2019	AUCUN	
US 2004039517 A1	26-02-2004	DE 10043797 A1	28-03-2002
		EP 1316080 A1	04-06-2003
		JP 2004508567 A	18-03-2004
		US 2004039517 A1	26-02-2004
		WO 0221479 A1	14-03-2002
US 2015347458 A1	03-12-2015	US 2015347458 A1	03-12-2015
		WO 2015187474 A1	10-12-2015
US 2009161914 A1	25-06-2009	AUCUN	
US 2008137911 A1	12-06-2008	AT 515689 T	15-07-2011
		CN 101044390 A	26-09-2007
		EP 1802960 A1	04-07-2007
		ES 2369483 T3	01-12-2011
		FR 2876826 A1	21-04-2006
		JP 4914365 B2	11-04-2012
		JP 2008517292 A	22-05-2008
		PL 1802960 T3	31-05-2012
		SI 1802960 T1	31-01-2012
		US 2008137911 A1	12-06-2008
		WO 2006043003 A1	27-04-2006