

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 11.09.18.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 13.03.20 Bulletin 20/11.

56 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : *RENAULT S.A.S Société par actions  
simplifiée* — FR.

72 Inventeur(s) : GHALLABI FAROUK.

73 Titulaire(s) : *RENAULT S.A.S Société par actions sim-  
plifiée*.

74 Mandataire(s) : CASALONGA.

54 PROCÉDE DE DETECTION DE ROUTE POUR UN VEHICULE AUTOMOBILE MUNI D'UN CAPTEUR LIDAR.

57 Procédé de détection de route pour un véhicule auto-  
mobile muni d'au moins un capteur LIDAR (1) multicouche  
rotatif et d'au moins un moyen de traitement de données,  
dans lequel  
on acquiert des données LIDAR de l'environnement du  
véhicule automobile,  
on supprime des données LIDAR acquises les données  
pour lesquelles l'angle du faisceau par rapport au plan du  
véhicule est supérieure ou égale à zéro,  
pour chaque angle du faisceau par rapport au plan du  
véhicule, et pour chaque donnée LIDAR,  
on détermine des coordonnées théoriques d'un point,  
correspondant à la donnée LIDAR, fonction notamment de  
l'angle du faisceau par rapport au plan du véhicule et de  
l'angle du faisceau dans le plan du véhicule,  
on détermine l'écart-type entre les coordonnées théo-  
riques et les coordonnées de la donnée LIDAR, et  
on détermine que la donnée LIDAR fait partie de la route  
si l'écart-type est inférieur à un seuil prédéfini.



5

## **PROCEDE DE DETECTION DE ROUTE POUR UN VEHICULE AUTOMOBILE MUNI D'UN CAPTEUR LIDAR**

10 L'invention a pour domaine technique la commande des véhicules autonomes et plus particulièrement, la détection de voies de circulation pour la commande de tels véhicules.

Le système de position par satellites utilisé actuellement est le système de navigation global par satellite GNSS (acronyme anglophone pour « Global Navigation Satellite System ») permettant  
15 d'obtenir une position avec une précision de l'ordre de quelques mètres. Il est à noter que les systèmes GNSS avec correction de cinématique temps réel RTK (Acronyme anglophone pour « Real Time Kinematic ») ont une précision de l'ordre de 5cm. Cependant, de tels systèmes sont très coûteux et ne peuvent pas être utilisés pour des  
20 véhicules de série.

Par ailleurs, la fusion d'un système GNSS commercial avec des capteurs supplémentaires permet d'en combler les lacunes. Les capteurs supplémentaires peuvent être un accéléromètre, un gyroscope ou un odomètre. La précision obtenue pour un système GNSS  
25 commercial ainsi complémenté par des capteurs supplémentaires, tel que le capteur « U-blox », est d'environ 2-3m.

Cette précision n'est toujours pas suffisante pour réaliser une localisation de voie de circulation dans laquelle se trouve le véhicule (« lane level » en langue anglaise).

30 La baisse du prix des caméras et l'amélioration des algorithmes de reconnaissance ont permis de remédier à ce problème en utilisant une caméra pour détecter les lignes de marquages et par conséquent pour reconnaître la voie de conduite. Néanmoins la détection n'est pas parfaite. La caméra étant un capteur passif, elle ne produit pas sa  
35 propre source de lumière et ne fonctionne donc pas en l'absence de lumière. Par ailleurs, le principe de la caméra repose sur une

géométrie projective de l'environnement 3D sur un plan 2D suite à laquelle une perte de l'information 3D de l'environnement se produit. Ceci rend la tâche de la reconstruction 3D de l'environnement difficile dans le cas d'une seule caméra (cas monoculaire).

5 Il existe toutefois des solutions de capteurs actifs, actuellement disponibles sur le marché, proposant une représentation 3D de l'environnement telles que les capteurs LIDAR (acronyme anglophone pour « Light Detection and Ranging », détection et détermination de distance à base de lumière). Un tel capteur est capable de collecter un  
10 nuage de points très dense qui peut atteindre 700 000 points par rotation complète du capteur. Le nuage de points ainsi obtenu représente une grande quantité de données, rafraîchie périodiquement. Le traitement de ces données en temps réel est un vrai défi technologique.

15 En l'occurrence, un objectif est de segmenter la route afin de réduire la quantité de données à traiter et d'en accélérer le traitement.

En effet, la route ne représente qu'un sous ensemble de la totalité des données LIDAR.

De l'état de la technique, on connaît le l'utilisation de capteurs  
20 pour obtenir la surface de la route à proximité d'un véhicule. Une fois des mesures de la route récupérées à l'aide d'un capteur, les données représentant la route sont supprimées en appliquant des filtres pour ne garder que les marquages de la route. Deux filtres sont mentionnés, un filtre de différence pour la détection des délimitations de voie et un  
25 filtre gaussien. Les données filtrées sont ensuite comparées aux marquages de voie attendus. Les informations sur les marquages de voie attendues sont présentes dans un fichier comportant des données sur des tronçons de route comme le largueur de voie à des endroits précises, la position des voies et la relation entre les voies.

30 Toutefois, ce document ne décrit pas comment est identifiée la route pour pouvoir isoler les marquages et emploie des données représentant la route. Il repose aussi sur l'identification au préalable de la voie pour simplifier le traitement, ce qui demande un travail préalable pour que le système soit utilisable.

Le problème technique à résoudre est donc de délimiter une route de manière efficace et performante.

L'invention a pour objet un procédé de détection de route pour un véhicule automobile muni d'un capteur LIDAR multicouche rotatif et d'au moins un moyen de traitement de données, comprenant les étapes suivantes :

on acquiert des données LIDAR de l'environnement du véhicule automobile en coordonnées polaires avec le capteur LIDAR,

on supprime des données LIDAR acquises les données pour lesquelles la coordonnée polaire relative à l'angle du faisceau par rapport au plan du véhicule est supérieure ou égale à zéro,

pour chaque angle du faisceau par rapport au plan du véhicule, et pour chaque donnée LIDAR, on réalise les étapes suivantes :

on détermine des coordonnées théoriques d'un point, correspondant à la donnée LIDAR, fonction notamment de l'angle du faisceau par rapport au plan du véhicule et de l'angle du faisceau dans le plan du véhicule,

on détermine l'écart-type entre les coordonnées théoriques et les coordonnées de la donnée LIDAR, et

on détermine que la donnée LIDAR fait partie de la route si l'écart-type est inférieur à un seuil prédéfini.

Une donnée LIDAR peut être un point du nuage de points acquis par le capteur LIDAR sur une révolution, ou un tronçon comprenant au moins deux points consécutifs du nuage de points acquis par le capteur LIDAR présentant un même angle de faisceau par rapport au plan du véhicule.

Lorsque la donnée LIDAR est un point du nuage de points, on peut déterminer les coordonnées théoriques du point correspondant à la donnée LIDAR comme celles d'un point compris dans un cercle idéal inscrit dans le plan de la route centré sur le véhicule.

Lorsque la donnée LIDAR est un tronçon comprenant au moins deux points du nuage de points, les coordonnées théoriques et les coordonnées des tronçons étant définies en coordonnées cartésiennes et comprenant une coordonnée selon la direction d'évolution du

véhicule dans le plan du véhicule, une coordonnée selon une direction perpendiculaire à la direction d'évolution du véhicule dans le plan du véhicule et une coordonnée théorique selon la normale au plan du véhicule,

5           la coordonnée théorique selon la normale au plan du véhicule peut être définie comme la moyenne des coordonnées selon la normale au plan du véhicule des points du nuage de points acquis par le capteur LIDAR compris dans le tronçon,

10           les autres coordonnées théoriques pouvant être définies comme les coordonnées d'un point sur un cercle idéal inscrit dans le plan de la route centré sur le véhicule.

On peut déterminer au moins deux secteurs dans le plan du véhicule associé chacun à un sens de parcours du secteur,

pour chaque secteur, on peut réaliser les étapes suivantes :

15           on parcourt les données LIDAR dans le sens de parcours, on détermine l'appartenance de chaque donnée LIDAR à la route, on interrompt le parcours des données LIDAR dès lors que l'on détermine qu'une donnée LIDAR n'appartient pas à la route et on détermine que les données LIDAR du secteur n'ayant pas été parcourues  
20           n'appartiennent pas à la route.

Pour chaque secteur, on peut appliquer un filtre gaussien aux résultats de la détermination de l'écart-type afin de réduire l'impact des irrégularités, notamment un filtre gaussien à noyau de taille 3 et de déviation standard 5.

25           On peut définir que la direction de déplacement du véhicule en marche avant correspond à un angle 0 de l'angle du faisceau dans le plan du véhicule,

on peut définir quatre secteurs dans le plan du véhicule,

30           un premier secteur comprenant les données LIDAR pour lesquelles l'angle dans le plan du véhicule s'étend de l'angle 0 à l'angle  $\pi/2$ , et dans lequel on parcourt les données LIDAR de l'angle initial 0 à l'angle final  $\pi/2$  dans le plan du véhicule,

un deuxième secteur comprenant les données LIDAR pour lesquelles l'angle dans le plan du véhicule s'étendant de l'angle  $\pi/2$  à

l'angle  $\pi$ , et dans lequel on parcourt les données LIDAR de l'angle initial  $\pi$  à l'angle final  $\pi/2$  dans le plan du véhicule,

un troisième secteur comprenant les données LIDAR pour lesquelles l'angle dans le plan du véhicule s'étend de l'angle  $\pi$  à l'angle  $3\pi/2$  et dans lequel on parcourt les données LIDAR de l'angle initial  $\pi$  à l'angle final  $3\pi/2$  dans le plan du véhicule, et

un quatrième secteur comprenant les données LIDAR pour lesquelles l'angle dans le plan du véhicule s'étend de l'angle  $3\pi/2$  à l'angle 0, et dans lequel on parcourt les données LIDAR de l'angle initial 0 à l'angle final  $3\pi/2$  dans le plan du véhicule.

On peut réaliser les étapes relatives à chaque secteur par l'intermédiaire d'un moyen de traitement distinct.

Pour chaque angle du faisceau par rapport au plan du véhicule, on peut déterminer qu'une donnée LIDAR appartenant à la route correspond à un marquage au sol, si l'intensité lumineuse réfléchie perçue par le capteur LIDAR est inférieure à un seuil prédéterminée

On peut utiliser un procédé de suivi pour assurer le suivi de la route lorsqu'elle est sujette à occlusion au moins partielle.

Le véhicule automobile peut être un véhicule autonome.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 illustre une vue polaire des données LIDAR obtenue pour un angle du faisceau laser par rapport au plan du véhicule, et

- la figure 2 illustre un exemple de secteurs balayés par le procédé.

Le procédé de détection de route permet de déterminer la position de la route par rapport au véhicule grâce à l'utilisation d'un capteur LIDAR multicouche rotatif.

On rappelle qu'un LIDAR est un capteur qui permet de déterminer la distance entre le capteur et des obstacles en émettant des faisceaux lasers à un intervalle régulier, faisceaux qui sont renvoyés par les objets de l'environnement. Les faisceaux ainsi réfléchis sont  
 5 détectés par le LIDAR pour estimer la position de l'objet ayant réfléchi le faisceau.

Un capteur LIDAR peut en plus être animé d'un mouvement de rotation, notamment à  $360^\circ$  pour détecter la position des points de son environnement.

10 Un tel capteur LIDAR, référencé 1 sur la figure 1, comprend plusieurs lasers orientés chacun avec un angle différent par rapport au plan du véhicule. En tournant, et en réalisant plusieurs acquisitions lors d'une rotation, le capteur LIDAR détermine la position des points de réflexion de chaque faisceau laser sur une surface et génère un  
 15 nuage de points dont les coordonnées correspondent aux positions relatives des points de réflexion par rapport au capteur LIDAR.

Les coordonnées d'un point de réflexion  $P$  sont généralement exprimées en coordonnées polaires sous la forme  $(r, \theta, \varphi)$  avec  $r$  la distance entre le capteur et le point de réflexion,  $\theta$  l'angle du faisceau par rapport au plan du véhicule et  $\varphi$  l'angle du faisceau dans le plan  
 20 du véhicule. La figure 1 illustre un tel repère. Par plan du véhicule, on entend le plan du châssis du véhicule ou un plan parallèle au châssis du véhicule. Il est également à noter que le repère lié au véhicule est lié au repère du LIDAR de sorte qu'aucune transformation par rotation  
 25 n'est nécessaire pour passer d'un repère à l'autre.

Le capteur LIDAR générant un nuage de points de très grande taille à chaque rotation complète, il est nécessaire d'en réaliser une segmentation afin de limiter les temps de calcul. Pour la suite de la description, on considère qu'un point du nuage de points est une  
 30 donnée LIDAR.

Au cours d'une première étape de la segmentation, on ne considère que les données LIDAR dont l'angle  $\theta$  est négatif, c'est-à-dire, les données LIDAR issues de faisceaux laser émis avec un angle

en dessous du plan passant par le capteur parallèle avec le plan du véhicule. En effet, seuls ces faisceaux peuvent interagir avec la route.

Au cours d'une deuxième étape de la segmentation, on sépare les données LIDAR en fonction de leur angle  $\theta$  par rapport au plan du véhicule. En effet, les inventeurs ont reconnu que les faisceaux laser émis pour un angle  $\theta$  par rapport au plan du véhicule donné forment un cercle idéal sur une route considérée lisse, continue et quasiment plate.

Par contre, quand un faisceau laser passe sur autre chose que la route, comme le bas-côté, on obtient une dispersion de position autour du cercle idéal.

Pour identifier les points de la route, on réalise les sous étapes suivantes pour chaque ensemble de données LIDAR associé à un angle  $\theta$  par rapport au plan du véhicule.

On détermine les coordonnées théoriques  $(x_{th}, y_{th}, z_{th})$  des points du cercle idéal en fonction notamment de l'angle  $\theta$  par rapport au plan du véhicule.

Pour un angle  $\theta$  par rapport au plan du véhicule donné et pour chaque angle  $\phi$  dans le plan du véhicule, on détermine l'écart-type  $\sigma$  entre les coordonnées théoriques  $(x_{th}, y_{th}, z_{th})$  et les coordonnées  $(x_i, y_i, z_i)$  de la donnée LIDAR pour un même angle  $\phi$  par application de l'équation Eq. 1 suivante.

$$\sum_{n=0}^i \sqrt{(x_{th} - x_i)^2 + (y_{th} - y_i)^2 + (z_{th} - z_i)^2} = \sigma \quad (\text{Eq. 1})$$

Malgré la segmentation mise en place ci-dessus, la quantité de données à traiter demeure importante. On note que pour un angle  $\theta$  par rapport au plan du véhicule donné, le capteur LIDAR balaye  $360^\circ$  ou  $2\pi$  relativement à l'angle  $\phi$  dans le plan du véhicule.

Pour améliorer la segmentation du nuage de points obtenu du capteur LIDAR, il est proposé de réduire le nombre de points relativement à l'angle  $\phi$  dans le plan du véhicule.

Pour réaliser cela, on considère que la résolution du capteur LIDAR peut être dégradée sans impact notable sur la capacité de détection de la route.

On regroupe alors au sein d'un tronçon  $S_i$  plusieurs points présentant un même angle  $\theta$  par rapport au plan du véhicule et dont les angles  $\varphi$  dans le plan du véhicule sont successifs et s'étendent sur un intervalle angulaire prédéfini  $\Delta\varphi$ . L'intervalle angulaire prédéfini peut  
 5 prendre une valeur comprise entre  $1^\circ$  et  $5^\circ$ . La figure 1 illustre un tel tronçon  $S_i$ . Le regroupement des points peut être réalisé par détermination d'une valeur moyenne des coordonnées des points du tronçon. Les tronçons  $S_i$  forment ainsi une donnée LIDAR alternative aux points du nuage de points obtenu du capteur LIDAR.

10 On réalise un tel regroupement de points au sein de tronçons  $S_i$  ( $i$  variant de 1 à  $n$ ,  $n$  étant le nombre total de tronçons) pour tous les points présentant un même angle  $\theta$  par rapport au plan du véhicule et ce, avant la détermination de l'écart-type  $\sigma$ .

Dans un mode de réalisation alternatif, lorsque l'on considère  
 15 comme données LIDAR des tronçons  $S_i$ , on remplace, pour chaque tronçon  $S_i$ , la hauteur théorique  $z_{th}$  d'un point du cercle idéal par la moyenne  $z_\mu$  de la hauteur  $z_i$  des points du nuage de points compris dans le tronçon  $S_i$ . On utilise alors une version modifiée de l'équation Eq. 1 pour déterminer l'écart-type  $\sigma$ .

$$20 \quad \sum_{n=0}^i \sqrt{(x_{th} - x_i)^2 + (y_{th} - y_i)^2 + (z_\mu - z_i)^2} = \sigma \quad (\text{Eq. 2})$$

Les équations Eq. 1 et Eq. 2 sont exprimées en coordonnées cartésiennes. Toutefois, la transformation de ces équations en équations exprimées dans un repère polaire fait partie des  
 25 connaissances générales de l'homme du métier. Il est ainsi possible de conserver un repère polaire pour toutes les étapes du procédé.

Indépendamment des données LIDAR considérées, points du nuage de points ou tronçons  $S_i$ , on détermine que les données LIDAR dont l'écart-type  $\sigma$  est inférieur à un seuil prédéfini font partie de la  
 30 route, les autres tronçons ne faisant pas partie de la route.

Pour réduire davantage la quantité de données à traiter, on propose de ne pas balayer l'ensemble des données LIDAR présentant un même angle  $\theta$  lors de la détermination de l'écart-type  $\sigma$ .

Pour réaliser cela, on découpe l'espace dans le plan du véhicule et correspondant à l'angle  $\varphi$  en secteurs. Dans un mode de réalisation, illustré par la figure 2, on peut définir un premier secteur Q1 à l'avant gauche du véhicule, un deuxième secteur Q2 à l'arrière gauche du véhicule et un troisième secteur Q3 à l'arrière droit du véhicule et un quatrième secteur Q4 à l'avant droit du véhicule. On peut également définir les secteurs par rapport à leurs angles  $\varphi$  limites. Ainsi, le premier secteur Q1 s'étend de l'angle  $\varphi = 0$  à l'angle  $\varphi = \pi/2$ , le deuxième secteur Q2 de l'angle  $\varphi = \pi/2$  à  $\varphi = \pi$ , le troisième secteur Q3 de l'angle  $\varphi = \pi$  à  $\varphi = 3\pi/2$  et le quatrième secteur Q4 de  $\varphi = 3\pi/2$  à  $\varphi = 0$ , avec  $\varphi=0$  aligné avec la direction de déplacement du véhicule en marche avant.

Lors de la recherche de l'appartenance à la route des données LIDAR présentant un même angle  $\theta$ , on parcourt les données LIDAR pour un angle  $\varphi$  variant de 0 à  $\pi/2$  pour le premier secteur Q1, de  $\pi$  à  $\pi/2$  pour le deuxième secteur Q2, de  $\pi$  à  $3\pi/2$  pour le troisième secteur Q3, et de 0 à  $3\pi/2$  pour le quatrième secteur. Un tel ordre de parcours permet de donner la priorité à une détection de la route devant et derrière le véhicule, qui sont les directions d'évolution privilégiées du véhicule.

Lors du parcours d'un secteur, on recherche les données LIDAR qui ne correspondent pas à la route, c'est-à-dire, les données LIDAR pour lesquelles l'écart-type  $\sigma$  est supérieur au seuil prédéterminé. La recherche est réalisée pour chaque secteur entre les angles et dans le sens identifiés ci-dessus et jusqu'à l'angle pour lequel l'écart-type devient supérieur ou égal au seuil prédéterminé. Dès lors, on arrête le parcours des données LIDAR du secteur. Les données LIDAR restantes non parcourues sont considérées comme ne faisant pas partie de la route.

Après avoir effectué la recherche sur les quatre secteurs, on supprime les données LIDAR ne correspondant pas à la route de sorte à ne conserver que les données LIDAR de la route.

5 Le traitement des secteurs peut être réalisé séquentiellement ou simultanément selon le nombre et la puissance des unités de calcul.

Dans un mode de réalisation particulier, on applique, sur chaque secteur Q1,Q2,Q3,Q4 un filtre gaussien à l'écart-type  $\sigma$  afin de réduire l'impact des irrégularités avant la recherche des points ou tronçons appartenant à la route. Un filtre à noyau de taille 3 et de  
10 déviation standard 5 est particulièrement adapté pour cette utilisation.

Dans un mode de réalisation particulier, on recherche les marquages de voie en fonction de l'intensité du faisceau laser réfléchi pour chaque point. En effet, un capteur LIDAR permet de détecter des matières différentes en fonction de l'intensité de la lumière renvoyée.  
15 Il est donc possible d'identifier les délimitations des voies sur la route à l'aide de la réflectivité des marquages au sol.

Pour réaliser cela, on compare l'intensité associée à chaque point correspondant à la route à un seuil prédéterminé. Les marquages au sol sont les points dont l'intensité est inférieure au seuil  
20 prédéterminé qui appartiennent à la route.

Dans un mode de réalisation particulier, on utilise un procédé de suivi (« tracking » en langue anglaise) pour assurer le suivi les limites de route lorsqu'elles sont sujettes à occlusion (par des véhicules, par exemple).  
25

30

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de détection de route pour un véhicule automobile muni d'un capteur LIDAR (1) multicouche rotatif et d'au moins un moyen de traitement de données, comprenant les étapes suivantes
  - 5 on acquiert des données LIDAR de l'environnement du véhicule automobile en coordonnées polaires avec le capteur LIDAR (1),
  - on supprime des données LIDAR acquises les données pour lesquelles la coordonnée polaire relative à l'angle du faisceau par rapport au plan du véhicule est supérieure ou égale à zéro,
  - 10 pour chaque angle du faisceau par rapport au plan du véhicule, et pour chaque donnée LIDAR, on réalise les étapes suivantes :
    - on détermine des coordonnées théoriques d'un point, correspondant à la donnée LIDAR, fonction notamment de l'angle du faisceau par rapport au plan du véhicule et de l'angle du faisceau dans le plan du véhicule,
    - 15 on détermine l'écart-type entre les coordonnées théoriques et les coordonnées de la donnée LIDAR, et
    - on détermine que la donnée LIDAR fait partie de la route si l'écart-type est inférieur à un seuil prédéfini.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel une donnée LIDAR est un point du nuage de points acquis par le capteur LIDAR sur une révolution, ou un tronçon comprenant au moins deux points consécutifs du nuage de points acquis par le capteur LIDAR présentant un même angle de faisceau par rapport au plan du véhicule.
- 25 3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel, lorsque la donnée LIDAR est un point du nuage de points, on détermine les coordonnées théoriques du point correspondant à la donnée LIDAR comme celles d'un point compris dans un cercle idéal inscrit dans le plan de la route centré sur le véhicule.
- 30 4. Procédé selon la revendication 2, dans lequel, lorsque la donnée LIDAR est un tronçon comprenant au moins deux points du nuage de points,

les coordonnées théoriques et les coordonnées des tronçons étant définies en coordonnées cartésiennes et comprenant une coordonnée selon la direction d'évolution du véhicule dans le plan du véhicule, une coordonnée selon une direction perpendiculaire à la direction d'évolution du véhicule dans le plan du véhicule et une

5 coordonnée théorique selon la normale au plan du véhicule,

la coordonnée théorique selon la normale au plan du véhicule est définie comme la moyenne des coordonnées selon la normale au plan du véhicule des points du nuage de points acquis par le capteur

10 LIDAR compris dans le tronçon,

les autres coordonnées théoriques sont définies comme les coordonnées d'un point sur un cercle idéal inscrit dans le plan de la route centré sur le véhicule.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, on détermine au moins deux secteurs dans le plan du véhicule associé chacun à un sens de parcours du secteur,

15

pour chaque secteur, on parcourt les données LIDAR dans le sens de parcours, on détermine l'appartenance de chaque donnée LIDAR à la route, on interrompt le parcours des données LIDAR dès

20 lors que l'on détermine qu'une donnée LIDAR n'appartient pas à la route et on détermine que les données LIDAR du secteur n'ayant pas été parcourues n'appartiennent pas à la route.

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel, pour chaque secteur, on applique un filtre gaussien aux résultats de la détermination de l'écart-type afin de réduire l'impact des irrégularités, notamment un filtre gaussien à noyau de taille 3 et de déviation

25 standard 5.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 ou 6, dans lequel on définit que la direction de déplacement du véhicule en marche avant correspond à un angle 0 de l'angle du faisceau dans le plan du véhicule,

30

on définit quatre secteurs dans le plan du véhicule,

un premier secteur comprenant les données LIDAR pour lesquelles l'angle dans le plan du véhicule s'étend de l'angle 0 à

l'angle  $\pi/2$ , et dans lequel on parcourt les données LIDAR de l'angle initial 0 à l'angle final  $\pi/2$  dans le plan du véhicule,

un deuxième secteur comprenant les données LIDAR pour lesquelles l'angle dans le plan du véhicule s'étendant de l'angle  $\pi/2$  à l'angle  $\pi$ , et dans lequel on parcourt les données LIDAR de l'angle initial  $\pi$  à l'angle final  $\pi/2$  dans le plan du véhicule,

un troisième secteur comprenant les données LIDAR pour lesquelles l'angle dans le plan du véhicule s'étend de l'angle  $\pi$  à l'angle  $3\pi/2$  et dans lequel on parcourt les données LIDAR de l'angle initial  $\pi$  à l'angle final  $3\pi/2$  dans le plan du véhicule, et

un quatrième secteur comprenant les données LIDAR pour lesquelles l'angle dans le plan du véhicule s'étend de l'angle  $3\pi/2$  à l'angle 0, et dans lequel on parcourt les données LIDAR dans le plan du véhicule de l'angle initial 0 à l'angle final  $3\pi/2$  dans le plan du véhicule.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, dans lequel on réalise les étapes relatives à chaque secteur par l'intermédiaire d'un moyen de traitement distinct.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, pour chaque angle du faisceau par rapport au plan du véhicule, on détermine qu'une donnée LIDAR appartenant à la route correspond à un marquage au sol, si l'intensité lumineuse réfléchie perçue par le capteur LIDAR est inférieure à un seuil prédéterminée

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le véhicule automobile est un véhicule autonome.

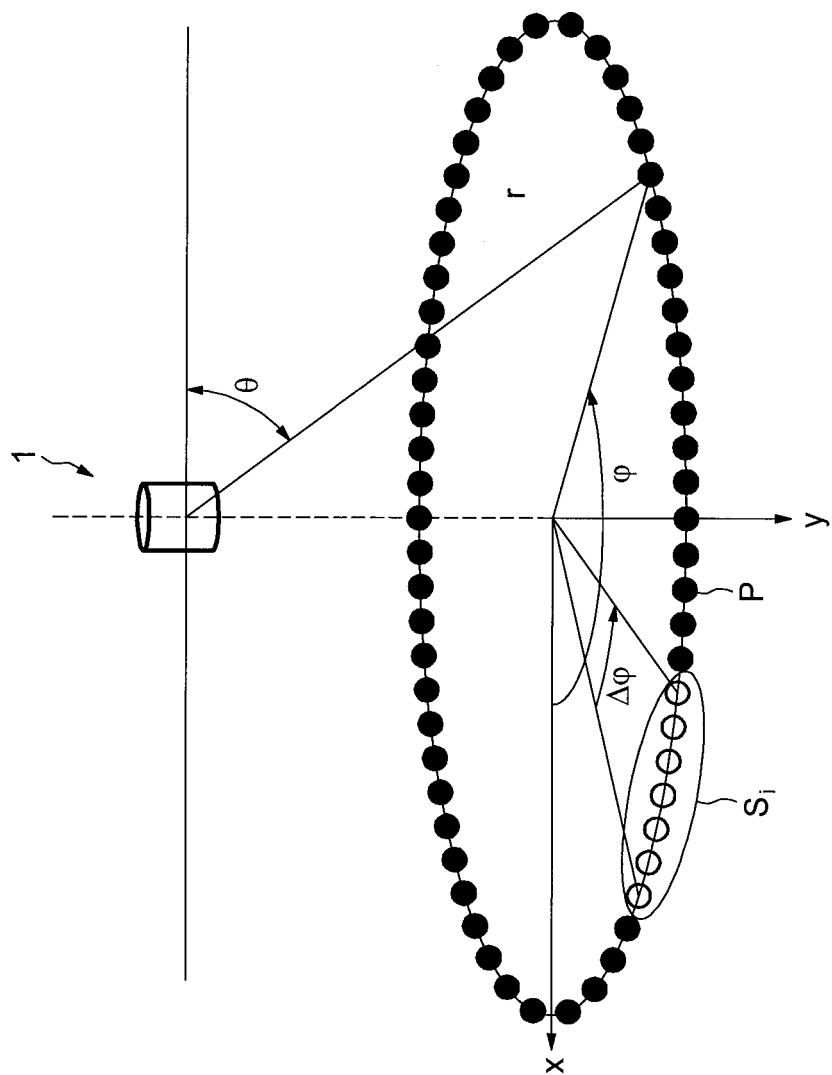
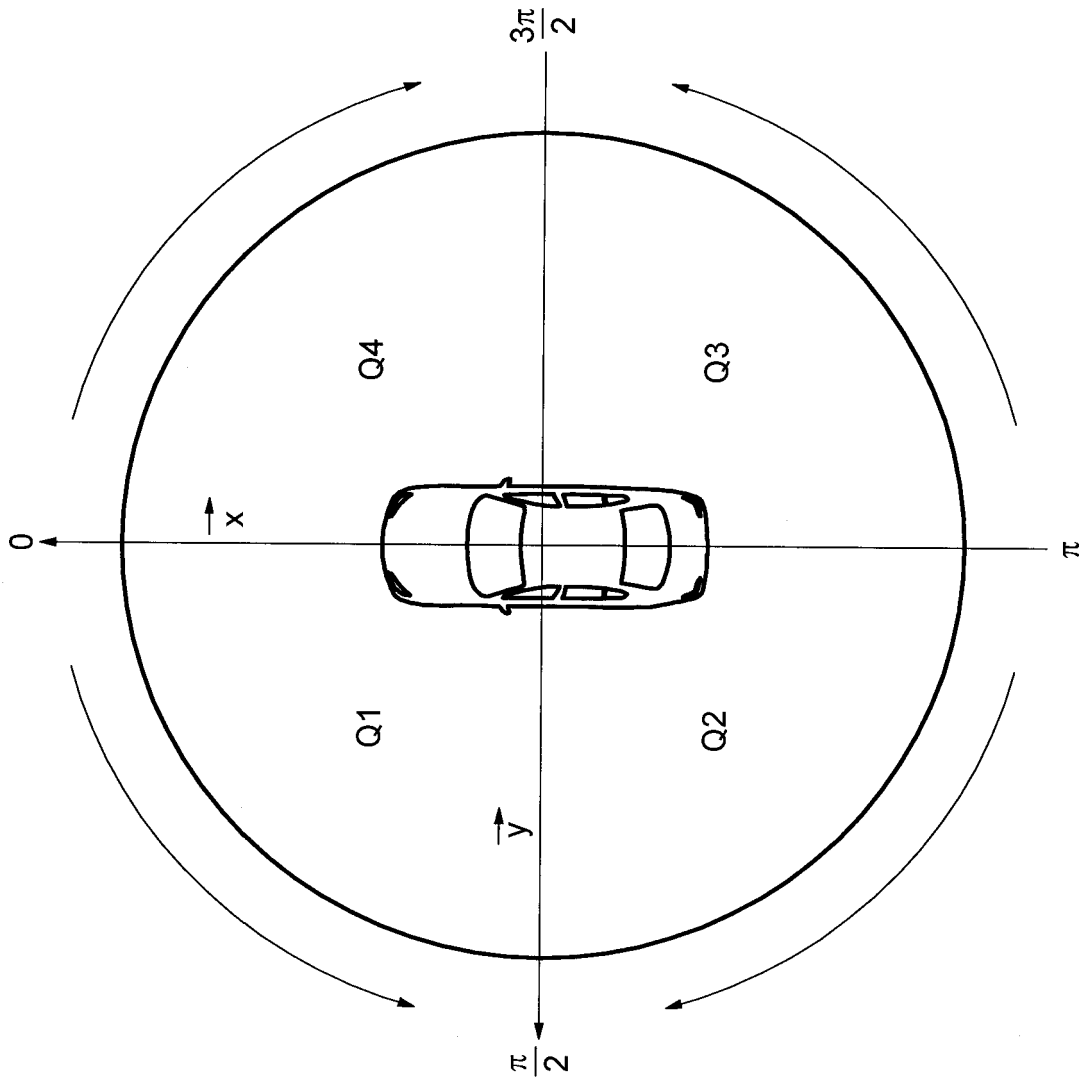
FIG.1

FIG.2

# **RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement  
national

FA 858287  
FR 1858137

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS                                                     |                                                                                                                                                                                                                            | Revendication(s)<br>concernée(s)                                                                                                                         | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                 | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes                                                                                                                                         |                                                                                                                                                          |                                                 |
| X                                                                                         | US 2014/081573 A1 (URMSON CHRISTOPHER PAUL [US] ET AL) 20 mars 2014 (2014-03-20)                                                                                                                                           | 1,2,9,10                                                                                                                                                 | B60W40/02                                       |
| A                                                                                         | * abrégé; figures 3a,6,14,21 *                                                                                                                                                                                             | 3,4                                                                                                                                                      | B60W40/06                                       |
|                                                                                           | * alinéas [0066], [0083] - [0089] *                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                          | G01S17/88                                       |
|                                                                                           | -----                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                          | G01B11/30                                       |
| X                                                                                         | US 2010/217529 A1 (STROILA MATEI NICOLAI [US] ET AL) 26 août 2010 (2010-08-26)                                                                                                                                             | 1,2,9,10                                                                                                                                                 | G01C5/00                                        |
|                                                                                           | * abrégé; revendications 1,2,21; figures 10,12 *                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                          |                                                 |
|                                                                                           | * alinéas [0059] - [0063] *                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                          |                                                 |
|                                                                                           | -----                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                          |                                                 |
| A                                                                                         | US 2018/211119 A1 (LIU DONGRAN [US] ET AL) 26 juillet 2018 (2018-07-26)                                                                                                                                                    | 1-10                                                                                                                                                     |                                                 |
|                                                                                           | * figures 3,4a,4b *                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                          |                                                 |
|                                                                                           | * alinéas [0028], [0029], [0030] *                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                          |                                                 |
|                                                                                           | -----                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                          |                                                 |
| A                                                                                         | SOREN KAMMEL ET AL: "Lidar-based lane marker detection and mapping", INTELLIGENT VEHICLES SYMPOSIUM, 2008 IEEE, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 4 juin 2008 (2008-06-04), pages 1137-1142, XP031318963, ISBN: 978-1-4244-2568-6 | 1-10                                                                                                                                                     |                                                 |
|                                                                                           | * abrégé; figure 4 *                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                          |                                                 |
|                                                                                           | -----                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                          |                                                 |
|                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                          | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)            |
|                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                          | G01S                                            |
| Date d'achèvement de la recherche                                                         |                                                                                                                                                                                                                            | Examineur                                                                                                                                                |                                                 |
| 2 mai 2019                                                                                |                                                                                                                                                                                                                            | Mercier, Francois                                                                                                                                        |                                                 |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS                                                             |                                                                                                                                                                                                                            | T : théorie ou principe à la base de l'invention                                                                                                         |                                                 |
| X : particulièrement pertinent à lui seul                                                 |                                                                                                                                                                                                                            | E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. |                                                 |
| Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie |                                                                                                                                                                                                                            | D : cité dans la demande                                                                                                                                 |                                                 |
| A : arrière-plan technologique                                                            |                                                                                                                                                                                                                            | L : cité pour d'autres raisons                                                                                                                           |                                                 |
| O : divulgation non-écrite                                                                |                                                                                                                                                                                                                            | .....                                                                                                                                                    |                                                 |
| P : document intercalaire                                                                 |                                                                                                                                                                                                                            | & : membre de la même famille, document correspondant                                                                                                    |                                                 |

# **ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE** **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1858137 FA 858287**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **02-05-2019**  
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |    | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|----|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| US 2014081573                                   | A1 | 20-03-2014             | AUCUN                                   |                        |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| US 2010217529                                   | A1 | 26-08-2010             | EP 2228782 A1                           | 15-09-2010             |
|                                                 |    |                        | US 2010217529 A1                        | 26-08-2010             |
|                                                 |    |                        | US 2014180590 A1                        | 26-06-2014             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| US 2018211119                                   | A1 | 26-07-2018             | CN 108345836 A                          | 31-07-2018             |
|                                                 |    |                        | DE 102018101220 A1                      | 26-07-2018             |
|                                                 |    |                        | GB 2560799 A                            | 26-09-2018             |
|                                                 |    |                        | US 2018211119 A1                        | 26-07-2018             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |