

(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
02 août 2018 (02.08.2018)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/138064 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G06K 9/00 (2006.01) G06K 9/36 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2018/051500

(22) Date de dépôt international :
23 janvier 2018 (23.01.2018)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1750616 25 janvier 2017 (25.01.2017) FR

(71) Déposant : VALEO SCHALTER UND SENSOREN
GMBH [DE/DE] ; CDA-IP, Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).

(72) Inventeurs : BEN HAMADOU, Achraf ; c/o Valeo
Schalter und Sensoren GmbH, Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE). LAFON, Philippe ; c/o Valeo CDV
DA Tech Center, 34 rue Saint Andre, 93012 Bobigny (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, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: DETECTION OF OBSTACLES IN THE ENVIRONMENT OF A MOTOR VEHICLE BY IMAGE PROCESSING

(54) Titre : DETECTION D'OBSTACLES DANS L'ENVIRONNEMENT D'UN VEHICULE AUTOMOBILE PAR TRAITEMENT D'IMAGES

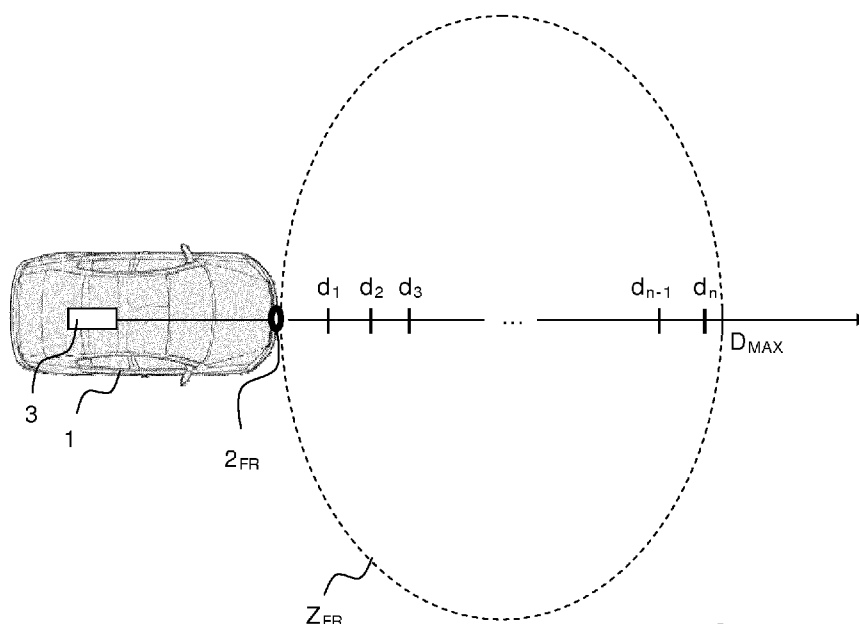


FIG.2

(57) Abstract: The invention relates to a method for detecting obstacles in the environment of a motor vehicle, using images captured by a camera (2_{FR}) onboard the vehicle, the method comprising the application of an algorithm (20) for detecting obstacles in which a plurality of image descriptors is generated (22) by at least partial scanning, by a sliding window (W), of a plurality of images from a pyramid (P) of images, each image from the pyramid (P) of images corresponding to a different scale of at least one area of interest in a captured image (Im_{FR}), then, a classification (23) of the image descriptors is performed to determine possible candidates that are representative of a potential presence of obstacles. The method is characterized in that each image from the pyramid (P) is furthermore generated (21) using said at least one area of interest corrected at least according

(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), eurasién (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))

to one first homographic transformation ($T_{\text{hom}}(d_1)$, $T_{\text{hom}}(d_2)$... $T_{\text{hom}}(d_n)$) as a function of the scale of the image, in order to correct deformations of perspective related to the position of the camera on the vehicle.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de détection d'obstacles dans l'environnement d'un véhicule automobile, à partir d'images capturées par une caméra (2_{FR}) embarquée sur ledit véhicule, le procédé comportant l'application d'un algorithme (20) de détection d'obstacles dans lequel on génère (22) une pluralité de descripteurs d'images par le balayage au moins partiel, par une fenêtre glissante (W), d'une pluralité d'images d'une pyramide (P) d'images, chaque image de la pyramide (P) d'images correspondant à une échelle différente d'au moins une zone d'intérêt d'une image (Im_{FR}) capturée, puis on effectue une classification (23) des descripteurs d'images pour déterminer des candidats possibles représentatifs d'une présence potentielle d'obstacles. Le procédé est caractérisé en ce que chaque image de la pyramide (P) est en outre générée (21) à partir de ladite au moins une zone d'intérêt corrigée au moins selon une première transformation homographique ($T_{\text{hom}}(d_1)$, $T_{\text{hom}}(d_2)$... $T_{\text{hom}}(d_n)$) fonction de l'échelle de l'image, pour corriger des déformations de perspectives liées au positionnement de la caméra sur ledit véhicule.

DETECTION D'OBSTACLES DANS L'ENVIRONNEMENT D'UN VEHICULE AUTOMOBILE PAR TRAITEMENT D'IMAGES

5 La présente invention concerne de manière générale les véhicules automobiles, et plus précisément un procédé et un système de détection d'obstacles dans l'environnement d'un véhicule automobile, à partir d'images capturées par une caméra embarquée sur ledit véhicule automobile.

10 La détection d'obstacles dans l'environnement immédiat d'un véhicule automobile à conduite autonome ou équipé de systèmes d'assistance à la conduite (ou ADAS, initiales anglo-saxonnes mises pour Advanced Driver Assistance System) est cruciale pour prévenir des situations dangereuses. Les obstacles peuvent être notamment d'autres véhicules motorisés, statiques ou mobiles, pouvant présenter un danger particulier, ou bien des piétons. On
15 comprend aisément que la détection de ces obstacles, incluant la détermination de leurs positions, voire de leurs vitesses relatives dans le cas de véhicules tiers, doit être non seulement précise mais menée en outre en temps réel pour que les systèmes d'assistance puissent réagir rapidement de façon adaptée.

20 On connaît déjà de nombreux systèmes réalisant des détections et classifications d'obstacles, tels que des véhicules motorisés ou des piétons, à partir d'images capturées par des caméras, en particulier soit une caméra frontale et une caméra arrière, soit des caméras latérales embarquées sur le véhicule automobile.

25 Parmi les algorithmes de vision connus permettant de détecter des objets dans des images, on connaît notamment ceux reposant sur la reconnaissance d'objets par apprentissage automatique, telles que les méthodes SVM (initiales anglo-saxonnes mises pour Support Vector machine) ou Adaboost. L'approche utilisée dans la reconnaissance consiste à apprendre
30 puis à retrouver dans l'image, l'allure générale d'un objet déterminé, par exemple un piéton. Pour réaliser par exemple un module de détection de piéton, on utilise des algorithmes de reconnaissance de formes dont le but est de discriminer la forme des piétons par rapport au reste. Concrètement, une

première phase consiste à la construction d'une base d'entraînement pour capturer la diversité d'apparence des piétons. La base d'entraînement doit être la plus grande et la plus variée possible pour correspondre au mieux au grand nombre de situations pouvant être rencontrées par le module de détection.

- 5 Puis, un algorithme d'apprentissage va étudier et dégager des propriétés de cette base pour créer un modèle représentant une frontière permettant la classification piéton/reste. Un classifieur s'appuie ensuite sur ce modèle pour différencier les éléments des deux groupes. Une fois le classifieur construit, la phase de détection consiste à balayer l'image sur des zones de scan qui se
- 10 recouvrent, puis à comparer leur contenu avec le modèle. Si en un point donné, l'image est suffisamment proche du modèle, alors le module de détection indique la présence d'un piéton.

Les algorithmes mis en œuvre dans une détection de piétons par reconnaissance de formes sont généralement très complexes compte tenu

15 notamment de la très grande diversité entre les personnes (taille, poids, vêtements, postures...). Ces algorithmes de reconnaissance de formes sont souvent basés sur l'utilisation de descripteurs fournis en entrée du classifieur. Une méthode classique, connue sous le nom de la méthode de Viola et Jones, consiste à tester la présence d'un piéton dans une fenêtre ou imagerie de

20 taille fixe, par exemple de 24 sur 48 pixels, à toutes les positions possibles dans l'image et pour plusieurs échelles de l'image. Le test consiste à générer un vecteur de descripteurs pour chaque position de la fenêtre et à les comparer avec les descripteurs appris sur la base d'entraînement. Plus précisément, pour chaque image capturée par une caméra, on génère une

25 pyramide d'images, chaque étage ou image de la pyramide d'images correspondant à une échelle différente de l'image ou d'au moins une région d'intérêt dans l'image. La méthode consiste typiquement à balayer les images de la pyramide d'images, en déplaçant la fenêtre de taille fixe d'un certain nombre de pixels à la fois. Le classifieur, combiné à la base d'entraînement

30 comportant des échantillons de piétons et des échantillons de fond, va traiter les différents vecteurs de descripteurs obtenus à chaque position de la fenêtre glissante pour identifier les zones correspondant effectivement à un piéton par rapport à un modèle appris. Le résultat est délivré par le classifieur sous forme

d'une boîte englobante, généralement de forme rectangulaire, par piéton détecté. Les dimensions et/ou la position verticale de la boîte englobante relative à un piéton détecté sont alors utilisées pour estimer la distance à laquelle se situe le piéton par rapport au véhicule. Une telle méthode est par exemple implémentée par des détecteurs rapides de type Adaboost. Les résultats de la détection rapide sont ensuite généralement affinés et validés par des classifieur plus performants.

L'algorithme précédent, décrit dans le cadre de la détection de piétons, peut également être utilisé dans le cadre de la détection d'autres types d'obstacles tels que des véhicules tiers.

Pour résumer ce qui précède, un procédé classique de traitement d'images Im_{FR} issues d'une caméra est représenté sur la figure 1. Le traitement comporte au préalable une étape 10 de correction d'image pour tenir compte d'une part, des distorsions optiques introduites par la caméra, et d'autre part, des déformations (défauts d'apparence) de l'obstacle à détecter dues à la position et l'orientation de la caméra sur le véhicule. La correction consiste à appliquer une transformation globale à chaque pixel d'une image Im_{FR} capturée par une caméra en fonction des paramètres de distorsions optiques à la fois intrinsèques à la caméra et liés à sa position et orientation sur le véhicule. Une table de correction est ainsi définie et mémorisée pour une caméra donnée. La transformation globale consiste à déterminer un déplacement à deux dimensions de chaque pixel dans l'image, et résulte de la combinaison de deux transformations, une première transformation vouée à la seule correction des distorsions optiques introduites par la caméra, indépendante du positionnement de la caméra sur le véhicule, et une deuxième transformation dite homographique, pour corriger les défauts d'apparence liés au positionnement de la caméra sur le véhicule. Le procédé se poursuit alors en appliquant à l'image corrigée Im_{FR_cor} un algorithme classique (étape 20) comprenant :

- la génération (étape 21) d'une pyramide P d'images à partir d'au moins une région d'intérêt dans l'image corrigée Im_{FR_cor} , chaque image de la pyramide P d'images correspond à une échelle différente de la zone d'intérêt;

- le balayage (étape 22) par une fenêtre glissante W de l'ensemble des images de la pyramide P d'images pour générer, pour chaque position de la fenêtre glissante, un descripteur relatif à la pyramide P d'images ; et

- la classification (étape 23) de chaque descripteur obtenu à l'étape 22
5 pour déterminer des candidats possibles représentatifs d'une présence potentielle d'obstacles.

Un inconvénient lié au procédé de la figure 1 réside essentiellement dans la manière de corriger l'image. En effet, comme indiqué précédemment, une unique transformation globale est appliquée à l'image, combinant la
10 première transformation et la deuxième transformation homographique. Or, la deuxième transformation homographique est déterminée de façon unique pour une distance moyenne entre un obstacle potentiel et la caméra. Il en résulte que la correction effectuée est insatisfaisante pour des obstacles qui se trouveraient à des distances en-deçà ou au-delà de cette distance moyenne,
15 ce qui peut fausser les résultats de détections d'obstacles.

La présente invention a pour but de pallier l'inconvénient précédent.

Pour ce faire, l'invention a pour objet un procédé de détection d'obstacles dans l'environnement d'un véhicule automobile, à partir d'images capturées par une caméra embarquée sur ledit véhicule automobile, le
20 procédé comportant l'application d'un algorithme de détection d'obstacles par reconnaissance de formes et apprentissage automatique dans lequel on génère une pluralité de descripteurs d'images par le balayage au moins partiel, par une fenêtre glissante, d'une pluralité d'images d'une pyramide d'images, chaque image de la pyramide d'images correspondant à une échelle
25 différente d'au moins une zone d'intérêt d'une image capturée, puis on effectue une classification des descripteurs d'images en vue de déterminer des candidats possibles représentatifs d'une présence potentielle d'obstacles, le procédé étant caractérisé en ce que chaque image de la pyramide d'images est en outre générée à partir de ladite au moins une zone d'intérêt
30 corrigée au moins selon une première transformation homographique fonction de l'échelle de l'image, pour corriger des déformations de perspectives liées au positionnement de la caméra sur ledit véhicule.

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

- chaque image de la pyramide d'images peut être avantageusement
5 générée à partir de ladite au moins une zone d'intérêt corrigée en outre selon une deuxième transformation apte à supprimer des distorsions optiques intrinsèques à la caméra ;

- la première transformation homographique et la deuxième transformation sont appliquées de préférence simultanément à ladite au moins
10 une zone d'intérêt au moment de la génération de ladite pyramide d'images.

- en variante, la deuxième transformation est appliquée directement sur l'image capturée par la caméra, avant la génération de ladite pyramide d'images.

15 L'invention a également pour objet un système de détection d'obstacles dans l'environnement d'un véhicule automobile, à partir d'images capturées par une caméra embarquée sur ledit véhicule automobile, ledit système ledit système comportant un module configuré pour implémenter un algorithme de détection d'obstacles par reconnaissance de formes et
20 apprentissage automatique dans lequel on génère une pluralité de descripteurs d'images par le balayage au moins partiel, par une fenêtre glissante, d'une pluralité d'images d'une pyramide d'images, chaque image de la pyramide d'images correspondant à une échelle différente d'au moins une zone d'intérêt d'une image capturée, puis on effectue une classification des descripteurs
25 d'images en vue de déterminer des candidats possibles représentatifs d'une présence potentielle d'obstacles, caractérisé en ce que ledit module est en outre apte à générer chaque image de la pyramide d'images à partir de ladite au moins une zone d'intérêt corrigée au moins selon une première transformation homographique fonction de l'échelle de l'image, pour corriger
30 des déformations de perspectives liées au positionnement de la caméra sur ledit véhicule

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, faite en référence aux figures annexées, dans lesquelles :

- la figure 1 donne les étapes d'un procédé classique de traitement d'images pour une classification et une détection d'obstacles ;
- la figure 2 illustre un exemple d'architecture d'un système embarqué sur un véhicule implémentant un procédé de détection d'obstacles présents à l'avant d'un véhicule, conforme à l'invention ;
- la figure 3 illustre un procédé de traitement mettant en œuvre la détection d'obstacles à partir d'images selon l'invention.

En référence à la figure 2, un exemple de système de détection conforme à l'invention utilise les images capturées par une caméra 2_{FR} embarquée sur un véhicule automobile 1. Dans cet exemple, la caméra 2_{FR} est située à l'avant du véhicule 1, de manière à capturer des images sur une zone avant Z_{FR} . L'invention est applicable bien entendu pour d'autres positions et zones d'observation de caméra.

Dans un mode préférentiel de réalisation, on utilise une caméra de type « fisheye », avec un angle d'observation supérieur à 180° . Néanmoins, les principes de l'invention qui vont être exposés dans la suite sont valables quel que soit le type de caméra utilisée.

Les images Im_{FR} capturées par la caméra 2_{FR} sont fournies pour traitement à un module 3 de détection d'obstacles embarqué dans le véhicule automobile 1 qui implémente notamment les étapes du procédé selon l'invention.

Comme cela a été explicité ci-avant, il est connu de détecter des obstacles par un traitement des images capturées, et plus précisément par l'application d'un algorithme de détection d'obstacles par reconnaissance de formes et apprentissage automatique dans lequel on génère, à partir d'une pyramide d'images, une pluralité de descripteurs d'images par le balayage au moins partiel de chaque image capturée par une fenêtre glissante, puis on effectue une classification des descripteurs d'images en vue de déterminer des candidats possibles représentatifs d'une présence potentielle d'obstacles.

Dans les systèmes connus, une correction de chaque image est en outre effectuée au préalable pour tenir compte des distorsions optiques

introduites par la caméra ainsi que de la déformation de perspective liée au positionnement, en particulier à l'orientation, de la caméra sur le véhicule, en appliquant une unique transformation globale combinant une première transformation et une deuxième transformation homographique, cette
5 dernière étant déterminée de façon unique pour une distance moyenne entre un obstacle potentiel et la caméra.

Ici, l'invention propose de tirer profit du fait la pyramide P d'images générée aux fins de classification d'objets comprend n étages, chaque étage i (i étant un entier variant de 1 à n) correspondant à une échelle prédéterminée
10 E_i de l'image capturée Im_{FR} (ou d'au moins une région d'intérêt dans cette image), échelle qui peut à son tour être mise en correspondance avec une distance d_i par rapport à la caméra 2_{FR} .

L'invention propose en conséquence de déterminer au préalable, pour chaque échelle possible E_i , et par suite pour chaque distance d_i associée, une
15 transformation homographique spécifique qui permette ainsi de corriger très précisément les déformations de perspective dues au positionnement de la caméra 2 sur le véhicule 1. Comme représenté schématiquement sur la figure 2, pour une caméra avant 2_{FR} ayant une portée maximum D_{MAX} , on va identifier n distances notées d_1 à d_n (d_n pouvant être confondu avec D_{MAX}), et
20 calculer à l'avance la transformation homographique $T_{hom}(d_1)$, $T_{hom}(d_2)$, ... $T_{hom}(d_n)$ qu'il faut appliquer pour corriger les défauts de perspective à chacune de ces distances.

La figure 3 illustre, sous forme de synoptique simplifié, différentes
25 étapes susceptibles d'être mises en œuvre dans un procédé de détection d'obstacle conforme à l'invention.

Sur la figure 3, les parties représentées à gauche de la ligne L correspondent à des étapes de pré-calcul et mémorisation dans le système 3 embarqué de différents paramètres et tables caractérisant le système, ces
30 étapes pouvant être réalisées avant même que le système de détection n'équipe effectivement le véhicule automobile, alors que les parties à droite de

la ligne L illustrent un exemple de traitement in situ d'images Im_{FR} capturées par la caméra avant 2_{FR} .

L'étape 10 de la figure 3 regroupe le calcul d'au moins une table de correction T_{opt} et sa mémorisation pour utilisation ultérieure dans le traitement des images. Cette table de correction T_{opt} correspond à la première transformation, c'est-à-dire celle vouée à la seule correction des distorsions optiques propres aux paramètres optiques intrinsèques (focale, centre de projection, champ de vision...). Chaque valeur de cette table de correction T_{opt} correspond au déplacement à deux dimensions qu'il convient d'appliquer à chaque pixel défini par ses coordonnées $\{x,y\}$ dans une image pour obtenir de nouvelles coordonnées $\{x_{cor_opt}, y_{cor_opt}\}$ représentatives de la correction effectuée.

L'étape 15 de la figure 3 regroupe quant à elle l'établissement et la mémorisation de n tables de correction $T_{hom}(d_1)$, $T_{hom}(d_2)$, ... $T_{hom}(d_n)$, correspondant aux transformations homographiques qu'il convient d'appliquer pour chaque distance d_1 à d_n pour corriger les défauts de perspective liés exclusivement à la position et à l'orientation de la caméra sur le véhicule. Comme on l'a vu précédemment, chaque distance d_i correspond à une échelle E_i de la pyramide d'images P. Ainsi :

20 - chaque valeur de la table de correction $T_{hom}(d_1)$ correspond au déplacement à deux dimensions qu'il convient d'appliquer à chaque pixel défini par ses coordonnées $\{x,y\}$ dans une image prise à l'échelle E_1 pour obtenir de nouvelles coordonnées $\{x_{cor_hom}, y_{cor_hom}\}$ représentatives de la correction effectuée ;

25 - chaque valeur de la table de correction $T_{hom}(d_2)$ correspond au déplacement à deux dimensions qu'il convient d'appliquer à chaque pixel défini par ses coordonnées $\{x,y\}$ dans une image prise à l'échelle E_2 pour obtenir de nouvelles coordonnées $\{x_{cor_hom}, y_{cor_hom}\}$ représentatives de la correction effectuée,

30 et ainsi de suite jusqu'à la table de correction $T_{hom}(d_n)$.

Comme illustré par les étapes situées à droite de la ligne L sur la figure 3, correspondant au traitement in situ des images Im_{FR} capturées par la caméra 2_{FR} , on procède aux différentes étapes 21 à 23 déjà décrites en référence à la figure 1, dans le cadre de l'application d'un algorithme 20 de
5 détection d'obstacles par reconnaissance de formes et apprentissage automatique. Cependant, à la différence des solutions déjà connues, on utilise ici les tables de correction $T_{hom}(d_1)$, $T_{hom}(d_2)$... $T_{hom}(d_n)$ pré établies à l'étape 15 pour générer, lors de l'étape 21, chaque image (étage) de la pyramide P d'image. En d'autres termes, chaque image de la pyramide P est directement
10 générée avec une correction au moins selon la première transformation homographique ($T_{hom}(d_1)$, $T_{hom}(d_2)$... $T_{hom}(d_n)$) fonction de l'échelle de l'image, pour corriger des déformations de perspectives liées au positionnement de la caméra sur ledit véhicule. Dans l'exemple de la figure 3, on combine également, de façon simultanée, la correction liée aux distorsions optiques, en
15 utilisant la table T_{opt} pré établie à l'étape 10.

Il convient de noter que la correction des distorsions optiques pourrait éventuellement être omise, dans le cas notamment où la caméra utilisée introduit de faibles distorsions optiques.

En variante, il n'est pas nécessaire d'effectuer la correction des
20 distorsions optiques de manière simultanée avec la correction de perspectives. On pourrait notamment appliquer dans un premier temps la table T_{opt} directement sur l'image Im_{FR} délivrée par la caméra 2_{FR} .

Le fait de combiner les deux corrections au moment de la génération de la pyramide P d'images est néanmoins avantageux en termes de coûts de
25 calcul. En effet, la pyramide d'images est souvent générée à partir de régions d'intérêt à l'intérieur d'une image de sorte que les calculs nécessaires peuvent se limiter à la taille de ces régions d'intérêt.

En sortie de l'étape 23 de classification, on obtient des candidats possibles représentatifs d'une présence potentielle d'obstacles dans chacune
30 des zones indépendantes, sous forme d'une boîte englobante par candidat possible, chaque boîte englobante subissant un traitement ultime (étape 30)

permettant d'estimer la distance à laquelle se situe l'obstacle détecté par rapport au véhicule.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de détection d'obstacles dans l'environnement d'un véhicule automobile (1), à partir d'images capturées par une caméra (2_{FR}) embarquée sur ledit véhicule automobile (1), le procédé comportant
5 l'application d'un algorithme (20) de détection d'obstacles par reconnaissance de formes et apprentissage automatique dans lequel on génère (22) une pluralité de descripteurs d'images par le balayage au moins partiel, par une fenêtre glissante (W), d'une pluralité d'images d'une pyramide (P) d'images, chaque image de la pyramide (P)
10 d'images correspondant à une échelle différente d'au moins une zone d'intérêt d'une image (Im_{FR}) capturée, puis on effectue une classification (23) des descripteurs d'images en vue de déterminer des candidats possibles représentatifs d'une présence potentielle d'obstacles, le procédé étant caractérisé en ce que chaque image de la
15 pyramide (P) d'images est en outre générée (21) à partir de ladite au moins une zone d'intérêt corrigée au moins selon une première transformation homographique ($T_{\text{hom}}(d_1)$, $T_{\text{hom}}(d_2)$... $T_{\text{hom}}(d_n)$) fonction de l'échelle de l'image, pour corriger des déformations de perspectives liées au positionnement de la caméra sur ledit véhicule.
- 20 2. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque image de la pyramide (P) d'images est générée (21) à partir de ladite au moins une zone d'intérêt corrigée en outre selon une deuxième transformation (T_{opt}) apte à supprimer des distorsions optiques intrinsèques à la caméra (2_{FR}).
- 25 3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la première transformation homographique ($T_{\text{hom}}(d_1)$, $T_{\text{hom}}(d_2)$... $T_{\text{hom}}(d_n)$) et la deuxième transformation (2_{FR}) sont appliquées simultanément à ladite au moins une zone d'intérêt au moment de la génération de ladite pyramide (P) d'images.

4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la deuxième transformation (T_{opt}) est appliquée directement sur l'image (Im_{FR}) capturée par la caméra (2_{FR}), avant la génération de ladite pyramide d'images.
- 5 5. Système de détection d'obstacles dans l'environnement d'un véhicule automobile (1), à partir d'images capturées par une caméra (2_{FR}) embarquée sur ledit véhicule automobile (1), ledit système ledit système comportant un module (3) configuré pour implémenter un
- 10 et apprentissage automatique dans lequel on génère (22) une pluralité de descripteurs d'images par le balayage au moins partiel, par une fenêtre glissante (W), d'une pluralité d'images d'une pyramide (P) d'images, chaque image de la pyramide (P) d'images correspondant à une échelle différente d'au moins une zone d'intérêt d'une image (Im_{FR})
- 15 capturée, puis on effectue une classification (23) des descripteurs d'images en vue de déterminer des candidats possibles représentatifs d'une présence potentielle d'obstacles, caractérisé en ce que ledit module (3) est en outre apte à générer chaque image de la pyramide (P) d'images à partir de ladite au moins une zone d'intérêt corrigée au
- 20 moins selon une première transformation homographique ($T_{hom}(d_1)$, $T_{hom}(d_2) \dots T_{hom}(d_n)$) fonction de l'échelle de l'image, pour corriger des déformations de perspectives liées au positionnement de la caméra sur ledit véhicule.
- 25 6. Système selon la revendication 5, caractérisé en ce les images sont capturées par une caméra de type « fisheye ».

1 / 2

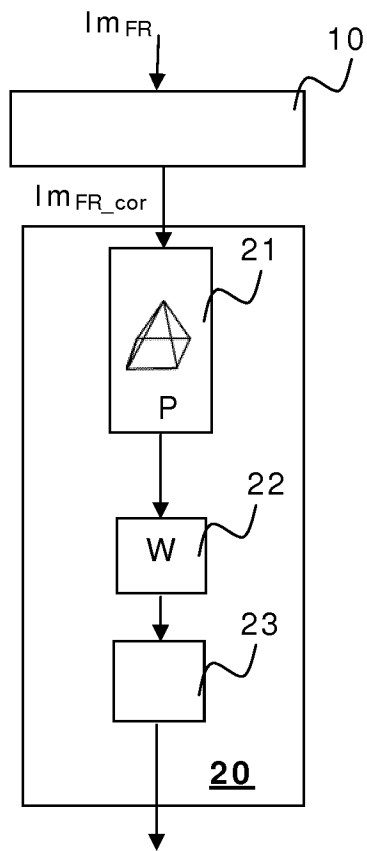


FIG. 1

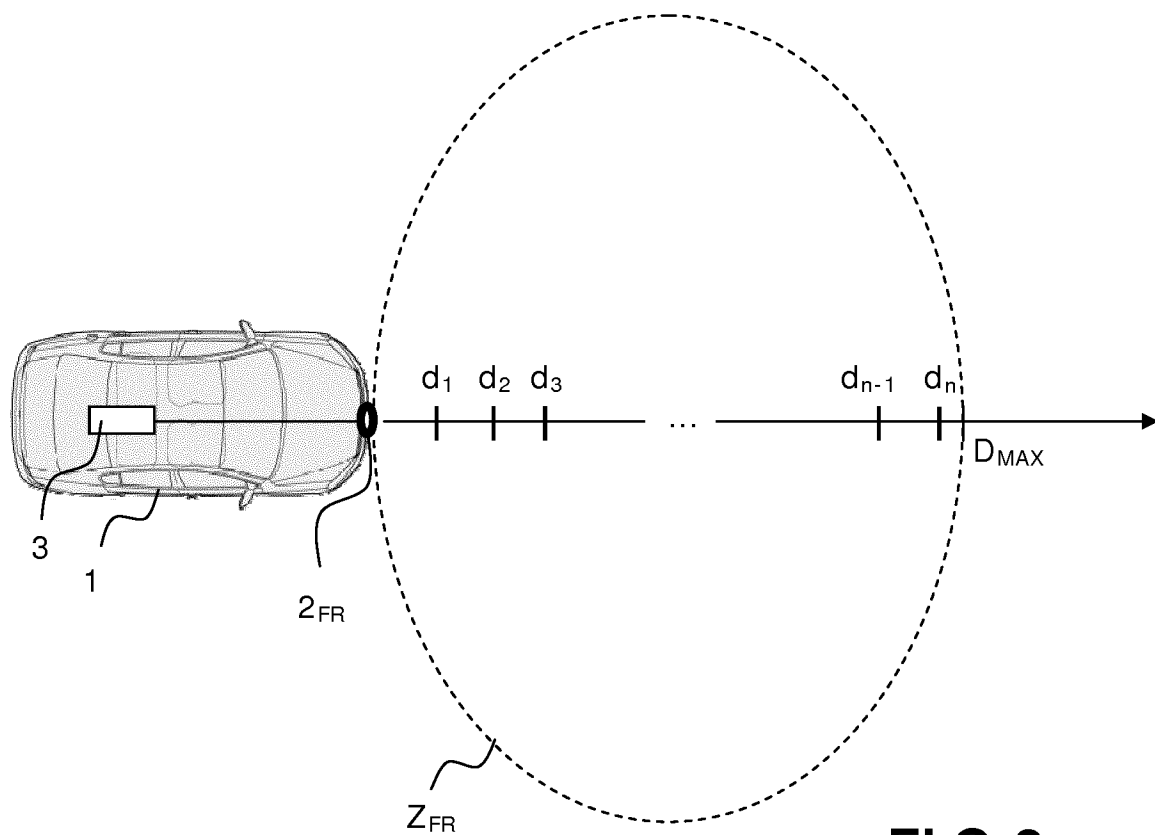
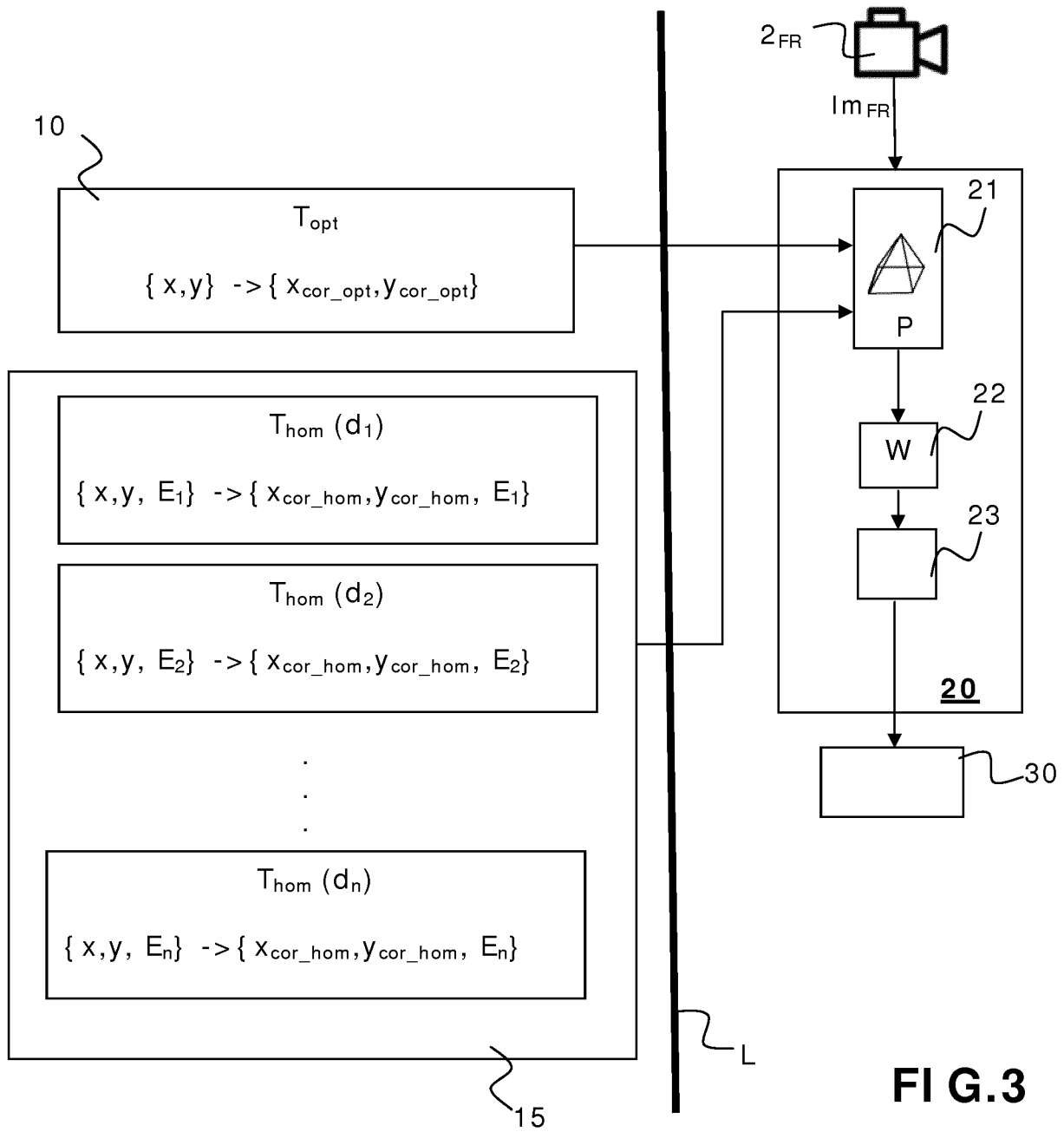


FIG. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/051500

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G06K9/00 G06K9/36
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G06K

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 924 607 A2 (TOSHIBA ALPINE AUTOMOTIVE TECH [JP]) 30 September 2015 (2015-09-30) paragraph [0072] - paragraph [0076] paragraph [0085] - paragraph [0088] -----	1-6
Y	EP 2 275 971 A1 (VALEO VISION [FR]) 19 January 2011 (2011-01-19) paragraph [0028] - paragraph [0032] paragraph [0040] - paragraph [0042] -----	1-6
Y	FR 3 014 229 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 5 June 2015 (2015-06-05) page 1 - page 5 ----- -/-	1-6



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

29 March 2018

Date of mailing of the international search report

11/04/2018

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Alecu, Teodor Iulian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/051500

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Jiyoung Jung ET AL: "Image Warping for View-invariant Object Matching using Stereo Cameras", &#xB300;&#xD55C;&#xC804;&#xC790;&#xACF5;&#xD559;&#xD68C; &#xAE30;&#xD0C0; &#xAC04;&#xD589;&#xBB3C;, February 2010 (2010-02), pages 165-168, XP055405554, Retrieved from the Internet: URL:https://joonyoung-cv.github.io/assets/paper/10_fcv_image_warping.pdf [retrieved on 2017-09-07] Sections 1 et 3 -----	1-6
A	CHRISTIAN WIEDEMANN ET AL: "Recognition and Tracking of 3D Objects", 10 June 2008 (2008-06-10), PATTERN RECOGNITION; [LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE], SPRINGER BERLIN HEIDELBERG, BERLIN, HEIDELBERG, PAGE(S) 132 - 141, XP019090357, ISBN: 978-3-540-69320-8 Section 3.2 -----	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/051500

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 2924607	A2	30-09-2015	CN	104954663 A		30-09-2015
			EP	2924607 A2		30-09-2015
			JP	6253467 B2		27-12-2017
			JP	2015184907 A		22-10-2015
			US	2015269448 A1		24-09-2015

EP 2275971	A1	19-01-2011	EP	2275971 A1		19-01-2011
			FR	2947657 A1		07-01-2011
			JP	5837287 B2		24-12-2015
			JP	2011014148 A		20-01-2011
			US	2011001615 A1		06-01-2011

FR 3014229	A1	05-06-2015	FR	3014229 A1		05-06-2015
			WO	2015082293 A1		11-06-2015

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2018/051500

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G06K9/00 G06K9/36 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) G06K		
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		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 2 924 607 A2 (TOSHIBA ALPINE AUTOMOTIVE TECH [JP]) 30 septembre 2015 (2015-09-30) alinéa [0072] - alinéa [0076] alinéa [0085] - alinéa [0088] -----	1-6
Y	EP 2 275 971 A1 (VALEO VISION [FR]) 19 janvier 2011 (2011-01-19) alinéa [0028] - alinéa [0032] alinéa [0040] - alinéa [0042] -----	1-6
Y	FR 3 014 229 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 5 juin 2015 (2015-06-05) page 1 - page 5 ----- -/-	1-6
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 29 mars 2018		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 11/04/2018
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Alec, Teodor Iulian

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	Jiyoung Jung ET AL: "Image Warping for View-invariant Object Matching using Stereo Cameras", &#xB300;&#xD55C;&#xC804;&#xC790;&#xACF5;&#xD559;&#xD68C; &#xAE30;&#xD0C0;&#xAC04;&#xD589;&#xBB3C;, février 2010 (2010-02), pages 165-168, XP055405554, Extrait de l'Internet: URL:https://joonyoung-cv.github.io/assets/paper/10_fcv_image_warping.pdf [extrait le 2017-09-07] Sections 1 et 3 -----	1-6
A	CHRISTIAN WIEDEMANN ET AL: "Recognition and Tracking of 3D Objects", 10 juin 2008 (2008-06-10), PATTERN RECOGNITION; [LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE], SPRINGER BERLIN HEIDELBERG, BERLIN, HEIDELBERG, PAGE(S) 132 - 141, XP019090357, ISBN: 978-3-540-69320-8 Section 3.2 -----	1-6

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2018/051500

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2924607	A2	30-09-2015	CN 104954663 A	30-09-2015
			EP 2924607 A2	30-09-2015
			JP 6253467 B2	27-12-2017
			JP 2015184907 A	22-10-2015
			US 2015269448 A1	24-09-2015

EP 2275971	A1	19-01-2011	EP 2275971 A1	19-01-2011
			FR 2947657 A1	07-01-2011
			JP 5837287 B2	24-12-2015
			JP 2011014148 A	20-01-2011
			US 2011001615 A1	06-01-2011

FR 3014229	A1	05-06-2015	FR 3014229 A1	05-06-2015
			WO 2015082293 A1	11-06-2015
