

(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
19 janvier 2023 (19.01.2023)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2023/285490 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G06V 40/10 (2022.01) G06V 10/25 (2022.01)
G06V 20/59 (2022.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2022/069516

(22) Date de dépôt international :
12 juillet 2022 (12.07.2022)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR2107574 12 juillet 2021 (12.07.2021) FR

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

(72) Inventeurs : MENDEZ, Paul ; CONTINENTAL AUTO-
MOTIVE FRANCE - Service Intellectual Property, 1, ave-
nue Paul Ourliac, 31100 TOULOUSE (FR). PETROV,
Martin ; CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE -
Service Intellectual Property, 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, 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,

(54) Title: DEVICE FOR DETECTING CONTACT BETWEEN AT LEAST ONE HAND OF A VEHICLE DRIVER AND THE STEERING WHEEL OF THE VEHICLE AND USE THEREOF IN A SEMI-AUTONOMOUS VEHICLE

(54) Titre : DISPOSITIF DE DÉTECTION D'UN CONTACT ENTRE AU MOINS UNE MAIN D'UN CONDUCTEUR DE VÉHICULE ET LE VOLANT DUDIT VÉHICULE ET APPLICATION À UN VÉHICULE SEMI-AUTONOME



Z3 Z3

Fig. 6

(57) Abstract: The invention relates to a device for detecting physical contact between a driver's hand and a steering wheel, comprising a camera oriented so as to acquire images on which the object is at least partially visible, and a computer, the device being configured to: acquire at least one image, process the acquired image to detect the different parts of the driver's body visible on the image, detect the position of a point on the image corresponding to the driver's wrist in the image, determine at least one area of interest in the image in which a driver's hand is located, detect the hand within each area of interest in the image and, if at least one of the driver's hands is located in an area of interest of the image defining the object, determine whether any contact is established between the driver's hand and the object.

(57) Abrégé : Il est décrit un dispositif de détection d'un contact physique entre une main d'un conducteur et un volant, comprenant une caméra orientée de façon à permettre l'acquisition d'images sur lesquelles l'objet est au moins partiellement visible, et un calculateur, le dispositif étant configuré pour : acquérir au moins une image, traiter l'image acquise pour détecter les différentes parties du corps du conducteur visibles sur l'image, détecter la position d'un point de l'image correspondant à du poignet du conducteur dans l'image, déterminer au moins une zone d'intérêt dans l'image dans laquelle se situe une main du conducteur, mettre en oeuvre une détection de main au sein de chaque zone d'intérêt de l'image, et si au moins une main du conducteur se trouve dans une zone d'intérêt de l'image délimitant l'objet, déterminer si un contact est établi entre ladite main du conducteur et l'objet.

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))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2(h))
- en noir et blanc ; la demande internationale telle que déposée était en couleur ou en échelle de gris et est disponible sur PATENTSCOPE pour téléchargement.

Description

Titre : Dispositif de détection d'un contact entre au moins une main d'un conducteur de véhicule et le volant dudit véhicule et application à un véhicule semi-autonome

5 **Domaine technique**

[0001] La présente divulgation concerne un dispositif de détection d'un contact entre un individu et un objet, à partir du traitement d'une image sur laquelle au moins l'individu et l'objet sont visibles. Cette divulgation trouve application dans la vérification du fait qu'au moins une main du conducteur d'un véhicule est en contact avec un organe de contrôle d'un système tel que le volant d'une voiture.

Technique antérieure

[0002] Il existe des véhicules partiellement autonomes pouvant, dans certaines phases de circulation, fonctionner selon un mode de conduite complètement autonome dans lequel le conducteur n'est plus tenu de tenir le volant, et, dans d'autres phases de circulation, être commandés par le conducteur qui doit alors tenir le volant. Lors du passage à un mode de conduite autonome à un mode de conduite non autonome, le véhicule doit d'abord s'assurer que le conducteur est prêt à reprendre le contrôle du véhicule. Dans ce contexte, le véhicule doit notamment s'assurer que le conducteur a les mains en contact avec le volant.

[0003] Plusieurs systèmes proposés jusqu'à présent utilisent à cette fin des capteurs capacitifs, thermiques ou des capteurs de pression. Cependant, ces systèmes ne permettent pas de déterminer si ce sont réellement les mains du conducteur qui sont en contact avec le volant, ou s'il s'agit par exemple des mains du passager, des genoux du conducteur ou encore d'un autre objet. Ces systèmes de détection peuvent donc être induits en erreur, volontairement ou non, et générer une information fausse de détection des mains sur le volant, pouvant causer des accidents.

[0004] D'autres solutions par analyse d'image ont également été proposées, comme par exemple dans les publications suivantes :

- Siddharth; Akshay Rangesh; Eshed Ohn-Bar; Mohan M. Trivedi, « Driver Hand Localization and Grasp Analysis ; A Vision-Based Real-Time Approach », 2016 IEEE 19th International Conference on Intelligent Transportation Systems.
- Eshed Ohn-Bar; Mohan Trivedi, "In-Vehicle Hand Activity Recognition Using Integration of Regions", 2013 IEEE Intelligent Vehicles Symposium.

[0005] Ces solutions ne sont pas entièrement fiables dans la mesure où elles ne permettent pas de déterminer avec certitude que c'est bien la main du conducteur, et non celles d'une autre personne ou un objet, qui est en contact avec le volant.

Résumé

5 [0006] La présente divulgation vient améliorer la situation.

[0007] A cet égard, il est proposé un dispositif de détection d'un contact physique entre les mains d'un conducteur d'un véhicule et un organe de commande ou volant dudit véhicule, comprenant :

- 10 - une caméra embarquée dans l'habitacle du véhicule orientée de façon à permettre l'acquisition d'images sur lesquelles le volant est au moins partiellement visible, et
- un calculateur,

le dispositif étant configuré pour :

- acquérir au moins une image,
- 15 - traiter l'image acquise pour détecter les différentes parties du corps du conducteur visibles sur l'image,
- détecter la position d'un point de l'image correspondant à la position de chaque poignet du conducteur dans l'image,
- déterminer au moins une zone d'intérêt dans l'image dans laquelle se situe au moins une main du conducteur comme une zone de l'image de taille et de forme
- 20 prédéterminées, et dont la position relative par rapport au point correspondant à la position d'un poignet est déterminée,
- mettre en œuvre une détection de main au sein de chaque zone d'intérêt de l'image, et
- si au moins une main du conducteur se trouve dans une zone d'intérêt de l'image
- 25 délimitant le volant du véhicule, déterminer si un contact est établi entre ladite main de du conducteur et le volant du véhicule.

[0008] Dans des modes de réalisation, le calculateur est configuré pour appliquer un réseau de neurones convolutif pour localiser chaque main au sein de chaque zone d'intérêt correspondante.

30 [0009] Dans des modes de réalisation, le calculateur est configuré pour déterminer en outre une position relative de chaque main par rapport au volant parmi les positions suivantes :

- en contact avec le volant,

- proche du volant, si la main est dans la zone d'intérêt de l'image délimitant de le volant, mais sans être en contact avec le volant, ou
- éloignée du volant, si la main est en dehors de la zone d'intérêt de l'image délimitant le volant.

5 **[0010]** Dans des modes de réalisation, le dispositif comprend en outre une mémoire stockant un masque du volant dans les images prises par la caméra, le masque comprenant les positions des pixels appartenant au volant dans les images, dans lequel le masque du volant comprend en outre, pour chaque pixel appartenant au volant dans les images prises par la caméra, une gamme de valeurs d'intensité pouvant être prises par ledit pixel, et le

10 calculateur est en outre configuré pour :

- déterminer, pour l'ensemble des pixels de l'image dont les positions correspondent aux pixels du masque du volant dans l'image, d'une valeur d'intensité associée à chaque pixel,
- sélection des pixels dont la valeur d'intensité est hors de la gamme de valeurs
- 15 d'intensité associée au pixel correspondant du masque du volant dans l'image,
- identifier au moins un groupe de pixels sélectionnés adjacents les uns aux autres, et
- pour chaque groupe de pixels identifié, déterminer, à partir de paramètres de taille et de position dudit groupe de pixels, si ledit groupe de pixels correspond à une main
- 20 du conducteur et, si ledit groupe de pixels correspond à une main du conducteur, décider qu'un contact est établi entre la main du conducteur et le volant.

[0011] Dans des modes de réalisation, les paramètres de taille et de position comprennent au moins l'un des paramètres parmi le groupe suivant : centre, périmètre et aire du groupe de pixels.

25 **[0012]** Dans des modes de réalisation, le véhicule est de type partiellement autonome, et le dispositif est configuré pour détecter un contact entre au moins une main du conducteur et l'organe de commande du véhicule pendant un mode de fonctionnement en mode autonome du véhicule, et pour permettre un passage du véhicule en mode de fonctionnement non autonome en cas de contact détecté entre au moins une main du

30 conducteur et l'organe de commande.

[0013] Dans des modes de réalisation, le dispositif comprend un premier calculateur embarqué dans le véhicule et un calculateur distant, le calculateur distant étant configuré pour recevoir l'image acquise, pour mettre en œuvre au moins les traitements de détermination des zones d'intérêt, localisation de chaque main au sein d'une zone d'intérêt

et détermination d'un contact entre une main et l'organe de commande, et pour transmettre au calculateur embarqué dans le véhicule le résultat de ladite détermination.

[0014] Selon un autre objet, l'invention concerne un produit programme d'ordinateur, comprenant des instructions de code pour la mise en œuvre d'étapes de :

- 5 - détermination, à partir d'une image sur laquelle un conducteur et un volant sont au moins partiellement visibles, d'au moins une zone d'intérêt dans l'image dans laquelle se situe au moins une main du conducteur,
- localisation de chaque main au sein de chaque zone d'intérêt de l'image, et
- si au moins une main du conducteur se trouve dans une zone d'intérêt de l'image
- 10 délimitant le volant, détermination d'un contact entre ladite main du conducteur et le volant,

lorsqu'il est mis en œuvre par un calculateur.

[0015] Selon un autre objet, l'invention concerne un calculateur, configuré pour mettre en œuvre, sur une image sur laquelle un conducteur et un volant sont au moins partiellement

15 visibles, et où les emplacements des différentes parties du corps du conducteur visibles sur l'image sont repérées, des étapes de :

- détermination, à partir d'une image sur laquelle un conducteur et un volant sont au moins partiellement visibles, d'au moins une zone d'intérêt dans l'image dans laquelle se situe au moins une main du conducteur,
- 20 - localisation de chaque main au sein de chaque zone d'intérêt de l'image, et
- si au moins une main du conducteur se trouve dans une zone d'intérêt de l'image délimitant le volant, détermination d'un contact entre ladite main du conducteur et le volant.

[0016] L'invention concerne encore un procédé de détection d'un contact physique entre

25 au moins une main d'un conducteur de véhicule muni d'un dispositif présentant l'une quelconque des caractéristiques susmentionné et le volant dudit véhicule, comprenant les étapes de :

- acquisition d'au moins une image,
- traitement de l'image acquise pour détecter les différentes parties du corps du
- 30 conducteur visibles sur l'image,
- détection de la position d'un point de l'image correspondant à la position de chaque poignet du conducteur dans l'image,

- détermination d'au moins une zone d'intérêt dans l'image dans laquelle se situe au moins une main du conducteur comme une zone de l'image de taille et de forme prédéterminées, et dont la position relative par rapport au point correspondant à la position d'un poignet est déterminée,
- 5 - mise en œuvre d'une détection de main au sein de chaque zone d'intérêt de l'image, et
- si au moins une main du conducteur se trouve dans une zone d'intérêt de l'image délimitant le volant, détermination de l'établissement d'un contact entre ladite main du conducteur et le volant.

10 **[0017]** Le dispositif de détection proposé permet de détecter un contact entre les mains d'un conducteur et un volant de façon fiable. En effet, les différentes parties du corps du conducteur sur l'image sont d'abord détectées afin de déterminer avec certitude une zone d'intérêt dans l'image où se situe chaque main. Une localisation précise des mains au sein de chaque zone d'intérêt est ensuite menée avant de déterminer si les mains ainsi

15 localisées se trouvent dans une zone d'intérêt de l'image correspondant au volant. Dans le cas contraire, l'absence de contact entre les mains et le volant est établi, et on peut même en déduire que les mains se trouvent relativement éloignées du volant.

[0018] En revanche, dans le cas où une main au moins se trouve dans la zone d'intérêt de l'image correspondant au volant, le dispositif de détection peut immédiatement en déduire

20 une proximité de cette main par rapport au volant, et déterminer ensuite si cette main est effectivement en contact avec le volant. Ceci peut être réalisé, par exemple, par identification de pixels situés à des positions correspondant au volant, et dont l'intensité varie par rapport aux pixels de même position appartenant effectivement au volant. Si les groupes de pixels ainsi identifiés présentent une position et une taille analogue à celle des

25 mains du conducteur, le dispositif de détection conclut à l'existence d'un contact entre les mains du conducteur et le volant.

[0019] Le dispositif proposé permet donc de déterminer de façon fiable qu'un élément en contact du volant et venant perturber l'apparence des pixels appartenant normalement au volant sur la figure correspond bien aux mains du conducteur.

30 **Brève description des dessins**

[0020] D'autres caractéristiques, détails et avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, et à l'analyse des dessins annexés, sur lesquels :

Fig. 1

[0021] [Fig. 1] montre un dispositif de détection selon un mode de réalisation.

Fig. 2

[0022] [Fig. 2] montre un dispositif de détection selon un autre mode de réalisation.

Fig. 3

5 [0023] [Fig. 3] représente schématiquement les principales étapes mises en œuvre par un dispositif de détection de contact entre les mains d'un conducteur et un volant selon un exemple de réalisation.

Fig. 4

[0024] [Fig. 4] représente un exemple d'image acquise sur laquelle les parties du corps du conducteur ont été détectées.

10 **Fig. 5**

[0025] [Fig. 5] représente l'image de la figure 4 sur laquelle une zone d'intérêt dans laquelle se situe chaque main du conducteur a été identifiée.

Fig. 6

15 [0026] [Fig. 6] représente l'image de la figure 5 sur laquelle chaque main du conducteur a été précisément localisée au sein de chaque zone d'intérêt.

Fig. 7

[0027] [Fig. 7] représente l'image de la figure 6 sur laquelle un contact a été déterminé entre une main du conducteur et le volant.

Description des modes de réalisation

20 [0028] En référence à la figure 1, on a représenté un dispositif 1 de détection d'un contact physique entre les mains d'un conducteur et un volant. Ce dispositif peut par exemple être adapté pour détecter un contact entre les mains d'un conducteur et un organe de commande d'un système, qui peut être un véhicule. Par exemple, le véhicule peut être un véhicule partiellement autonome et le dispositif 1 de détection peut être adapté pour
25 détecter que le conducteur du véhicule a les mains en contact avec le volant du véhicule.

[0029] Le dispositif 1 comprend une caméra 10 pouvant être orientée, ou présentant éventuellement une orientation fixe, de sorte que la caméra puisse acquérir des images sur lesquelles le volant est au moins partiellement visible, ainsi que l'emplacement où doit se situer un conducteur devant normalement être en contact avec le volant. En effet, la position
30 de la caméra dans l'habitacle étant connue, on connaît la position du conducteur par rapport à ladite caméra ainsi que celle du volant par rapport à ladite caméra. Par exemple, dans le cas où l'on cherche à déterminer si le conducteur d'un véhicule a les mains en contact avec

le volant d'un véhicule, la caméra 10 peut être embarquée dans l'habitacle du véhicule et orientée de manière à acquérir une image sur laquelle la tête et le buste du conducteur, ainsi qu'au moins une partie du volant, sont visibles, comme c'est le cas dans les exemples d'images de la figure 4. Elle peut par exemple être positionnée dans ou autour du

5 rétroviseur intérieur central du véhicule, dans le tableau de bord central, etc. Etant donnée l'orientation fixe de la caméra, la position du volant sur les images acquises par la caméra est fixe et connue, elle est définie par une zone d'intérêt Z1 qui est un paramètre d'entrée connu. Cette région d'entrée peut par exemple être définie par un point de référence (un milieu ou un coin identifié) et des dimensions de la région d'intérêt par rapport à ce point de

10 référence.

[0030] Le dispositif 1 comprend en outre au moins un calculateur 11, configuré pour mettre en œuvre les étapes décrites ci-après pour traiter la ou les images acquises par la caméra afin de déterminer si les mains du conducteur sont en contact avec le volant. Dans un mode de réalisation, le dispositif 1 comprend un seul calculateur 11, qui peut être embarqué dans

15 le véhicule, qui réalise l'ensemble des étapes décrites ci-dessous. Le calculateur 11 peut être intégré avec la caméra ou être un calculateur séparé, par exemple un calculateur de l'ordinateur de bord du véhicule, apte à recevoir transmises par la caméra.

[0031] En variante, et comme représenté schématiquement sur la figure 2, le dispositif peut comprendre au moins un premier calculateur 11' embarqué dans le véhicule, réalisant

20 certaines étapes, et un deuxième calculateur 12' distant pouvant réaliser d'autres étapes.

[0032] Le dispositif 1 comprend en outre au moins une mémoire 13 stockant des instructions de code exécutée par le calculateur ou un calculateur respectif pour pouvoir mettre en œuvre les étapes décrites ci-dessous. Avantageusement, la mémoire 13 peut en outre stocker en outre un masque du volant dans les images acquises par la caméra, c'est-

25 à-dire les positions des pixels appartenant au volant dans ces images.

[0033] Dans des modes de réalisations, ce masque est déterminé au cours d'un pré-traitement dans lequel une image de référence est acquise avec la caméra, selon la même orientation que lors de la détection d'un contact entre le conducteur et le volant, mais sans qu'un conducteur soit présent, donc sans la présence d'une main sur le volant, de manière

30 à pouvoir déterminer tous les pixels appartenant au volant et qui peuvent être visibles sur une image acquise par la caméra.

[0034] Dans un mode de réalisation, le pré-traitement peut comprendre une acquisition de plusieurs images de référence de la même scène avec la même caméra, ou d'une vidéo, avec des conditions d'éclairage différentes, et l'enregistrement des paramètres d'intensité

35 des pixels du masque pour chaque image acquise. Pour un pixel, un paramètre d'intensité

peut être un niveau de gris compris entre 0 et 255. En variante, dans le cas d'une image couleur, un paramètre d'intensité peut être un ensemble de trois valeurs rouge, vert, bleu, où chaque valeur est comprise entre 0 et 255.

5 [0035] Dans certains modes de réalisation, pour chaque pixel appartenant au masque de pixels, une gamme de valeurs d'intensité peut être déterminée à partir de l'ensemble des valeurs obtenues pour le pixel sur l'ensemble des images de référence. Par exemple, la gamme de valeurs d'intensité peut être définie par les intensités minimales et maximales observées sur l'ensemble des images acquises pour ledit pixel. En variante, une valeur moyenne et un écart-type des intensités sont déterminés pour chaque pixel du masque, et
10 la gamme peut être déterminée à partir de cette valeur moyenne et de cet écart-type. Par exemple, la gamme peut être définie par : $[m - N\sigma ; m + N\sigma]$, où m est la valeur moyenne, σ est l'écart type et N un entier positif, par exemple 2 ou 3.

[0036] Le masque du volant dans l'image comprend alors, en plus des positions des pixels appartenant au volant dans l'image, la gamme de valeurs d'intensité calculée pour chaque
15 pixel.

[0037] De plus, comme indiqué ci-avant, la mémoire 13 stocke également la définition de la zone d'intérêt Z1 délimitant le volant dans l'image.

[0038] En référence aux figures 3 et 4, on va maintenant décrire les principales étapes du procédé mis en œuvre par le dispositif 1 pour déterminer si les mains du conducteur sont
20 en contact avec le volant.

[0039] Une première étape 100 comprend l'acquisition d'une image par la caméra. Sur cette image, le conducteur et le volant sont au moins partiellement visibles.

[0040] Lors d'une étape 200, dont un exemple est représenté en figure 4, le dispositif 1 met en œuvre un traitement sur l'image acquise pour détecter les différentes parties du corps
25 du conducteur visibles sur l'image. Dans un mode de réalisation, le traitement mis en œuvre peut être la détermination d'une représentation numérique simplifiée, parfois désignée sous le terme « squelette », des parties du corps du conducteur, comprenant par exemple la représentation des articulations (épaules, coudes, poignets, etc.) par des points, et des membres par des segments reliant deux articulations. Cette représentation numérique peut
30 par exemple être obtenue par un algorithme de détection de pose du conducteur sur l'image ou un algorithme de squelettisation. L'Homme du Métier pourra se référer à la publication de Zhe Cao, Gines Hidalgo, Tomas Simon, Yaser Sheikh, « OpenPose : Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields », arXiv :1812.08008v2 – 30 Mai 2019, pour un exemple de mise en œuvre.

[0041] Dans un mode de réalisation, les étapes 1 d'acquisition d'image et de détection des parties du corps de le conducteur sur l'image peuvent être mutualisées pour d'autres fonctionnalités du système ou du véhicule. Par conséquent, dans des modes de réalisation, le calculateur mettant en œuvre l'étape 200 peut être distinct de celui mettant en œuvre les

5 étapes suivantes. En reprenant le cas décrit ci-avant dans lequel une partie du traitement est effectuée par un calculateur distant, les étapes 100 et 200 peuvent être mises en œuvre respectivement par la caméra et un calculateur embarqué dans un véhicule, et les étapes suivantes peuvent être mises en œuvre par le calculateur distant. Alternativement, l'image acquise par la caméra à l'étape 100 est transmise à un calculateur distant qui met en œuvre

10 l'ensemble du procédé sur l'image. Le résultat concernant la détection ou non d'un contact entre l'une ou les deux mains du conducteur et le volant, et éventuellement la détermination de la distance relative (proche ou éloignée) entre les mains du conducteur et le volant peut ensuite être renvoyée par le calculateur distant au calculateur embarqué.

[0042] Lors d'une étape 300, le dispositif 1 détermine ensuite, à partir des localisations des

15 différentes parties du corps du conducteur, au moins une zone d'intérêt Z2 dans l'image, correspondant à un ensemble de positions possibles d'une main du conducteur. De telles zones d'intérêt sont représentées dans l'exemple de la figure 5. Chaque zone d'intérêt Z2 peut présenter une taille et une forme prédéterminées, et être positionnée à une position relative déterminée par rapport à l'une des parties du corps du conducteur détectées à

20 l'étape précédente. Dans des modes de réalisation, les poignets du conducteur sont localisés lors de l'étape 200 consistant à déterminer la représentation numérique simplifiée du corps du conducteur. Chaque zone d'intérêt Z2 est définie par rapport à la position de l'un des poignets, de manière à contenir l'ensemble des positions possibles des mains du conducteur compte-tenu de la localisation de ses poignets.

[0043] La taille, la forme et la position relative de chaque zone d'intérêt par rapport à un poignet correspondant du conducteur peuvent être déterminées par exemple par calibrage à partir de positions possibles des mains du conducteur sur différentes images acquises par la même caméra 10, où le conducteur présente des positions variées.

[0044] Dans certains cas, si un ou les deux poignets ne sont pas visibles sur l'image, ils ne

30 sont pas détectés lors de la mise en œuvre de l'étape 200 et par conséquent l'étape 300 n'est pas mise en œuvre car aucune zone d'intérêt ne peut être déterminée à partir d'un poignet.

[0045] Dans les autres cas, une fois la ou les zones d'intérêt Z2 déterminées, le dispositif 1 met en œuvre une étape 400 de détection de main au sein de chaque zone d'intérêt Z2,

35 pour localiser effectivement les mains du conducteur. En sortie de cette étape, et comme

représenté par exemple sur la figure 6, une zone Z3 de l'image, plus petite que la zone Z2, peut être définie de façon à entourer chaque main du conducteur. Dans un mode de réalisation, cette étape 400 peut être mise en œuvre par application, sur l'image réduite à chaque zone d'intérêt, d'un réseau de neurones convolutif.

- 5 **[0046]** Le dispositif 1 détermine ensuite au cours d'une étape 500 si au moins une main se situe dans la zone d'intérêt Z1 délimitant le volant dans l'image. Ceci est représenté dans l'exemple de la figure 7. Pour cela, le dispositif 1 peut déterminer si chaque zone Z3 délimitant une main du conducteur dans l'image est incluse dans la zone Z1. Le dispositif 1 peut déterminer qu'une zone Z3 est incluse dans la zone Z1 par exemple si tous les pixels
- 10 de la zone Z3 sont inclus dans la zone Z1, ou, selon un autre exemple, si au moins une proportion prédéterminée des pixels de la zone Z3, par exemple la moitié, est incluse dans la zone Z1.

- [0047]** Si une zone Z3 délimitant une main dans l'image n'est pas incluse dans la zone délimitant le volant, le dispositif 1 en déduit que la main correspondante est éloignée du
- 15 volant. On a représenté sur la figure 3 une étape correspondante de prise de décision par le dispositif 1 concernant la position des mains par rapport au volant. Au contraire, si la zone Z3 est incluse dans la zone délimitant le volant sur l'image, le dispositif 1 en déduit que la main correspondante est proche du volant, et met en œuvre une étape 600 supplémentaire pour déterminer si chaque main est effectivement en contact avec le volant.

- 20 **[0048]** Pour cela, dans des modes de réalisation dans lequel la mémoire 13 stocke un masque du volant, le dispositif 1 est configuré pour déterminer, pour chaque pixel de l'image appartenant au masque du volant, une valeur d'intensité, et pour comparer cette valeur d'intensité à la gamme de valeurs d'intensité associée au pixel correspondant du masque, afin de sélectionner des groupes de pixels adjacents du masque dont la valeur d'intensité
- 25 se trouve hors de ladite gamme, ce qui correspond à une variation importante de la valeur d'intensité du pixel par rapport à un ensemble d'images de référence dans lesquelles aucune main n'est en contact avec le volant.

- [0049]** Le cas échéant, pour chaque groupe de pixels sélectionné, le dispositif 1 est configuré pour déterminer à partir de paramètres de taille et de position dudit groupe de
- 30 pixels, si ce groupe correspond à une main du conducteur. En particulier, le dispositif 1 peut calculer un centre (ou un barycentre) du groupe de pixels, une aire du groupe de pixels, et un périmètre du groupe de pixels. L'aire du groupe de pixels peut être calculée comme la somme des surfaces de chaque pixel du groupe, ou comme l'aire d'un cercle approximant le contour du groupe de pixels. De même, le périmètre du groupe de pixels peut être calculé
- 35 comme le périmètre d'un cercle approximant le contour du groupe de pixels.

[0050] Les paramètres de taille tels que l'aire et le périmètre sont comparés à des plages de valeurs prédéterminées correspondant à des tailles de mains, et les paramètres de position tels que la position du centre du groupe de pixels, sont comparés à l'emplacement de chaque zone Z3 correspondant aux mains.

- 5 [0051] Si les paramètres de taille sont inclus dans les plages de valeurs correspondantes, et si la distance entre un groupe de pixels et la zone Z3 correspondant à une main est inférieure à un seuil prédéterminé, le dispositif de détection détecte un contact entre une main contenue dans une zone Z3 et le volant.

- 10 [0052] Ainsi, le dispositif de détection peut déterminer de façon fiable qu'un objet perturbant l'apparence habituelle du volant est bien la main d'un conducteur déterminé, et en particulier la main du conducteur dans le cas d'un véhicule, et non un autre objet ou une autre partie du corps.

- 15 [0053] En variante, l'étape 600 de détermination d'un contact entre chaque main et le volant peut être mise en œuvre par d'autres méthodes, par exemple par application d'autres algorithmes de traitement d'images ou par application d'un modèle d'apprentissage automatique profond entraîné pour cette tâche.

- 20 [0054] Dans le cas d'un dispositif de détection intégré à un véhicule de type semi-autonome, le dispositif peut autoriser, s'il détecte un contact entre les deux mains du conducteur et le volant, de permettre un passage d'un mode de fonctionnement autonome du véhicule à un mode de fonctionnement non autonome. Dans d'autres modes de réalisation, cette autorisation peut être délivrée si des conditions supplémentaires sont satisfaites, telles que par exemple le fait que le conducteur regarde la route.

- 25 De plus, le dispositif décrit ci-avant exploite une représentation numérique du corps du conducteur obtenue par un algorithme qui peut être commun à plusieurs traitements mis en œuvre dans un même véhicule pour différentes applications, ce qui limite les ressources de calcul propres à ce dispositif de détection.

Revendications

[Revendication 1] Dispositif (1) de détection d'un contact physique entre au moins une main d'un conducteur d'un véhicule et un organe de commande ou volant dudit véhicule, comprenant :

- 5 - une caméra (10) embarquée dans l'habitacle du véhicule orientée de façon à permettre l'acquisition d'images sur lesquelles le volant est au moins partiellement visible, et
- un calculateur (11,12),

le dispositif étant configuré pour :

- 10 - acquérir au moins une image,
- traiter l'image acquise pour détecter les différentes parties du corps du conducteur visibles sur l'image,
- détecter la position d'un point de l'image correspondant à la position de chaque poignet du conducteur dans l'image,
- 15 - déterminer au moins une zone d'intérêt dans l'image dans laquelle se situe au moins une main du conducteur comme une zone de l'image de taille et de forme prédéterminées, et dont la position relative par rapport au point correspondant à la position d'un poignet est déterminée,
- mettre en œuvre une détection de main au sein de chaque zone d'intérêt de l'image,
- 20 et
- si au moins une main du conducteur se trouve dans une zone d'intérêt de l'image délimitant le volant du véhicule, déterminer si un contact est établi entre ladite main de du conducteur et le volant du véhicule.

[Revendication 2] Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel le calculateur (11,12) est configuré pour appliquer un réseau de neurones convolutif pour localiser chaque main au sein de chaque zone d'intérêt correspondante.

[Revendication 3] Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le calculateur (11,12) est configuré pour déterminer en outre une position relative de chaque main par rapport au volant parmi les positions suivantes :

- 30 - en contact avec le volant,
- proche du volant, si la main est dans la zone d'intérêt de l'image délimitant le volant, mais sans être en contact avec le volant, ou

- éloignée du volant, si la main est en dehors de la zone d'intérêt de l'image délimitant le volant.

[Revendication 4] Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre une mémoire (13) stockant un masque du volant dans les images prises par la caméra, le masque comprenant les positions des pixels appartenant au volant dans les images, dans lequel le masque du volant comprend en outre, pour chaque pixel appartenant au volant dans les images prises par la caméra, une gamme de valeurs d'intensité pouvant être prises par ledit pixel, et le calculateur (11, 12) est en outre configuré pour :

- 10 - déterminer, pour l'ensemble des pixels de l'image dont les positions correspondent aux pixels du masque du volant dans l'image, d'une valeur d'intensité associée à chaque pixel,
- sélection des pixels dont la valeur d'intensité est hors de la gamme de valeurs d'intensité associée au pixel correspondant du masque du volant dans l'image,
- 15 - identifier au moins un groupe de pixels sélectionnés adjacents les uns aux autres, et
- pour chaque groupe de pixels identifié, déterminer, à partir de paramètres de taille et de position dudit groupe de pixels, si ledit groupe de pixels correspond à une main du conducteur et, si ledit groupe de pixels correspond à une main du conducteur,
- 20 décider qu'un contact est établi entre la main du conducteur et le volant.

[Revendication 5] Dispositif (1) selon la revendication précédente, dans lequel les paramètres de taille et de position comprennent au moins l'un des paramètres parmi le groupe suivant : centre, périmètre et aire du groupe de pixels.

[Revendication 6] Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le véhicule est de type partiellement autonome, et le dispositif est configuré pour détecter un contact entre au moins une main du conducteur et l'organe de commande du véhicule pendant un mode de fonctionnement en mode autonome du véhicule, et pour permettre un passage du véhicule en mode de fonctionnement non autonome en cas de contact détecté entre au moins une main du conducteur et l'organe de commande.

30 **[Revendication 7]** Dispositif selon l'une quelconque des revendications 6 ou 7, comprenant un premier calculateur (11') embarqué dans le véhicule et un calculateur distant (12), le calculateur distant (12) étant configuré pour recevoir l'image acquise, pour mettre en œuvre au moins les traitements de détermination des zones d'intérêt, localisation de chaque main au sein d'une zone d'intérêt et détermination d'un contact entre une main

et l'organe de commande, et pour transmettre au calculateur embarqué dans le véhicule le résultat de ladite détermination.

[Revendication 8] Produit programme d'ordinateur, comprenant des instructions de code pour la mise en œuvre d'étapes de :

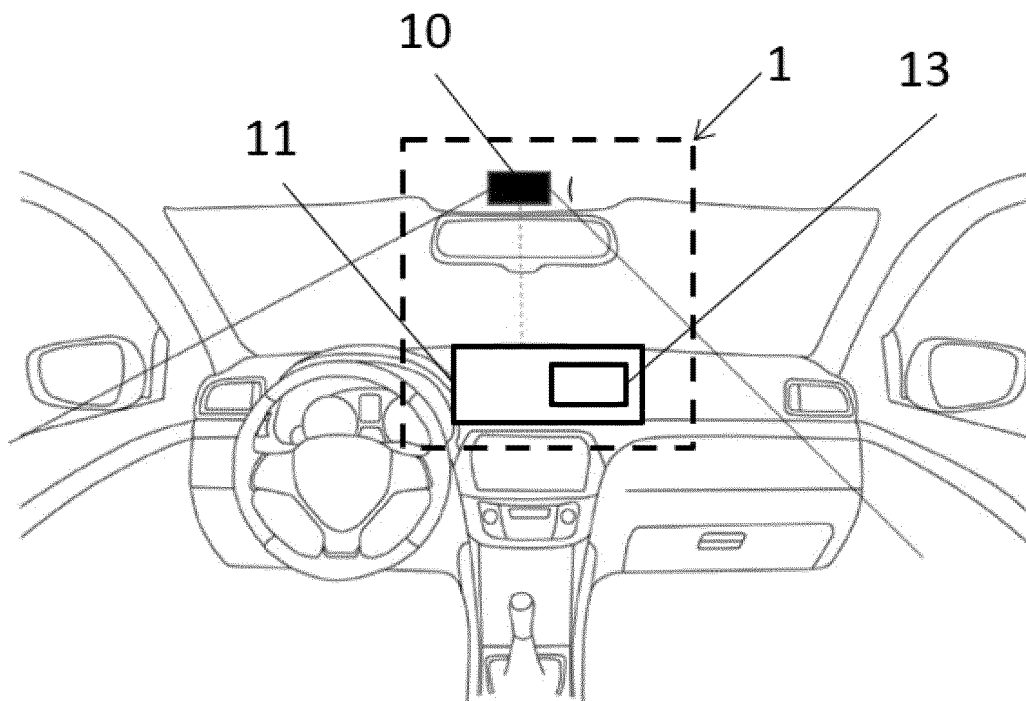
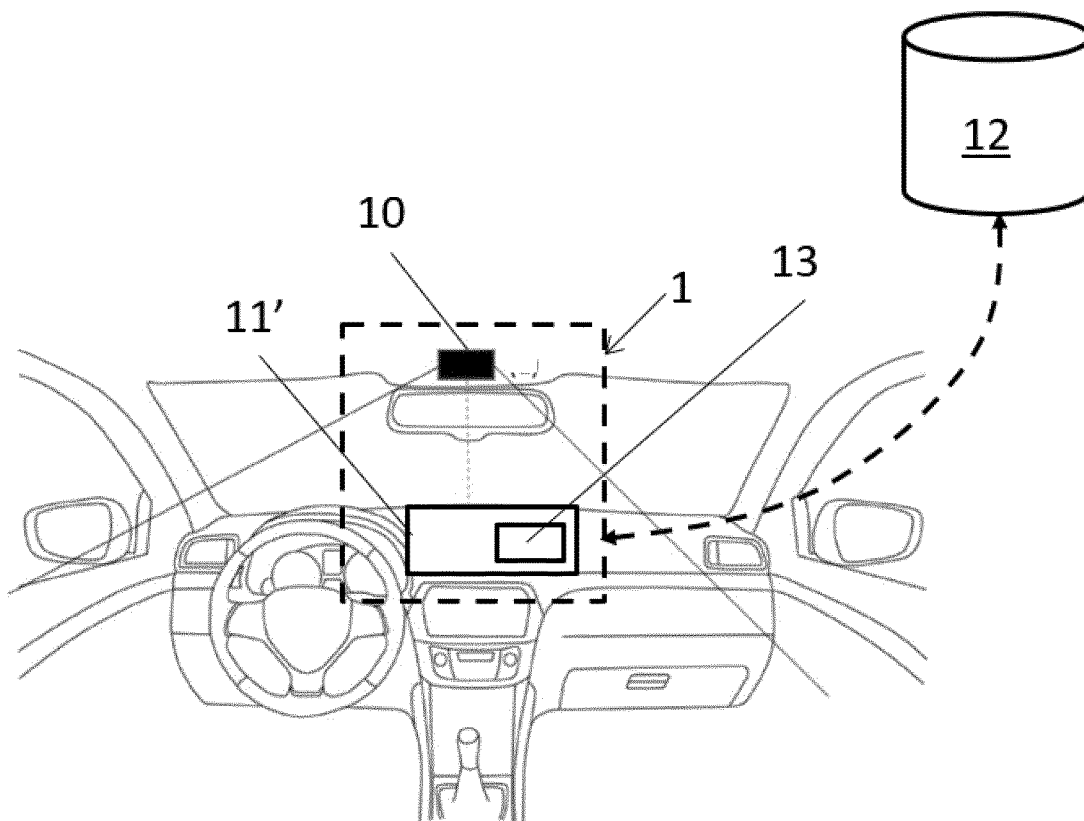
- 5 - détermination, à partir d'une image sur laquelle le conducteur et le volant sont au moins partiellement visibles, d'au moins une zone d'intérêt dans l'image dans laquelle se situe au moins une main du conducteur,
- localisation de chaque main au sein de chaque zone d'intérêt de l'image, et
- si au moins une main du conducteur se trouve dans une zone d'intérêt de l'image
- 10 délimitant le volant, détermination d'un contact entre ladite du conducteur et le volant,

lorsqu'il est mis en œuvre par un calculateur (11, 12).

[Revendication 9] Procédé de détection d'un contact physique entre au moins une main d'un conducteur de véhicule muni d'un dispositif (1) selon l'une quelconque des

15 revendications 1 à 7 et le volant dudit véhicule, comprenant les étapes de :

- acquisition d'au moins une image,
- traitement de l'image acquise pour détecter les différentes parties du corps du conducteur visibles sur l'image,
- détection de la position d'un point de l'image correspondant à la position de chaque
- 20 poignet du conducteur dans l'image,
- détermination d'au moins une zone d'intérêt dans l'image dans laquelle se situe au moins une main du conducteur comme une zone de l'image de taille et de forme prédéterminées, et dont la position relative par rapport au point correspondant à la position d'un poignet est déterminée,
- 25 - mise en œuvre d'une détection de main au sein de chaque zone d'intérêt de l'image, et
- si au moins une main du conducteur se trouve dans une zone d'intérêt de l'image délimitant le volant, détermination de l'établissement d'un contact entre ladite main du conducteur et le volant.

**Fig. 1****Fig. 2**

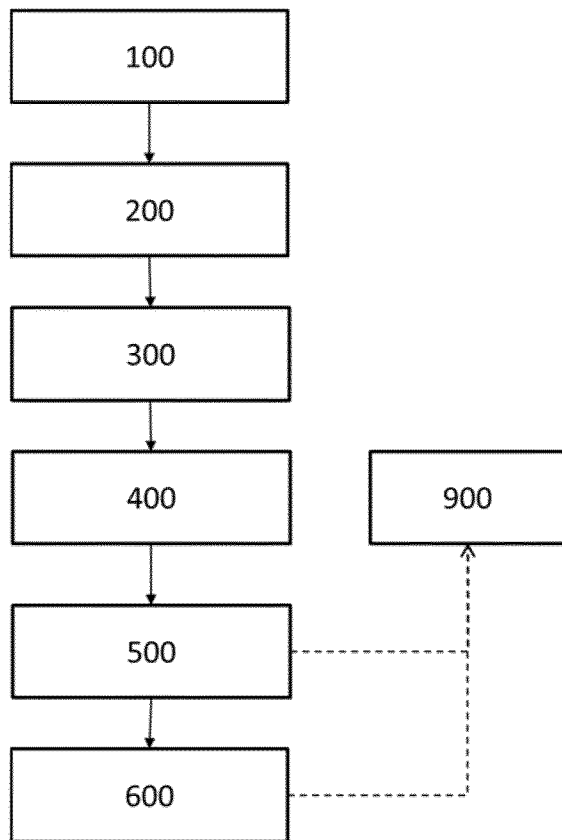


Fig. 3

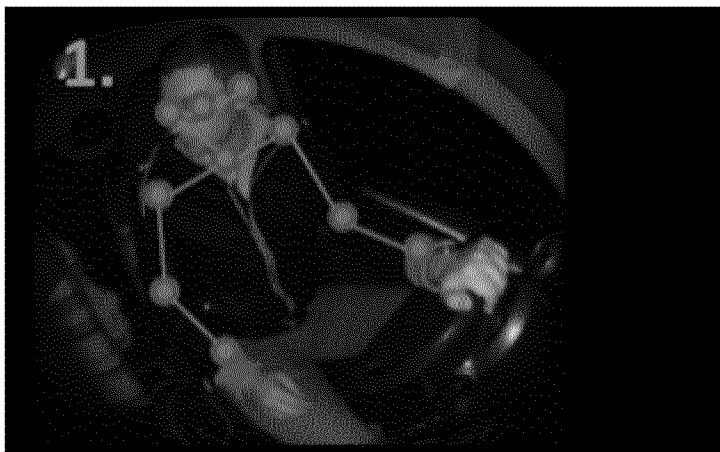


Fig. 4



Z2

Z2

Fig. 5



Z3

Z3

Fig. 6



Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/069516

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06V 40/10(2022.01)i; G06V 20/59(2022.01)i; G06V 10/25(2022.01)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) G06V 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, COMPENDEX, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
T	Rezaei Mahdi. Computer Vision for Driver Assistance, Springer , pages 21-24, 01 January 2017 (2017-01-01), XP055876914 page 23, paragraphs 1,5	1-9
X	"Driver Hand Localization and Grasp Analysis A Vision-Based Real-Time Approach" In: SIDDHARTH, AKSHAY RANGESH, ESHED OHN-BAR, MOHAN TRIVEDI. IEEE 19th International Conference on Intelligent Transportation Systems, 2016, XP033028694 cited in the application the whole document	1-9
X	ESHED OHN-BAR, MOHAN TRIVEDI. "In-Vehicle Hand Activity Recognition using Integration of Regions" IEEE INTELLIGENT VEHICLES SYMPOSIUM, 2013, XP032501941 cited in the application the whole document	1-9
☐ 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 03 November 2022		Date of mailing of the international search report 15 November 2022
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Granger, Bruno Telephone No.

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2022/069516

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G06V40/10 G06V20/59 G06V10/25 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) G06V		
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, COMPENDEX, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
T	Rezaei Mahdi: "Computer Vision for Driver Assistance", 1 janvier 2017 (2017-01-01), Springer, XP055876914, pages 21-24, page 23, alinéas 1,5 -----	1-9
X	"Driver Hand Localization and Grasp Analysis A Vision-Based Real-Time Approach" In: SIDDHARTH, AKSHAY RANGESH, ESHED OHN-BAR, MOHAN TRIVEDI: "IEEE 19th International Conférence on Intelligent Trans-postation Systems", 2016, XP033028694, cité dans la demande le document en entier ----- -/--	1-9
☒ 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 3 novembre 2022		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 15/11/2022
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 Granger, Bruno

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	ESHED OHN-BAR, MOHAN TRIVEDI: "In-Vehicle Hand Activity Recognition using Integration of Regions", IEEE INTELLIGENT VEHICLES SYMPOSIUM, 2013, XP032501941, cité dans la demande le document en entier -----	1-9