

(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
12 décembre 2024 (12.12.2024)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2024/251503 A1

(51) Classification internationale des brevets :

G06V 20/59 (2022.01) G01S 13/88 (2006.01)
G06V 40/10 (2022.01) G01S 13/89 (2006.01)
G01S 13/00 (2006.01) G01S 7/41 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2024/063765

(22) Date de dépôt international :

17 mai 2024 (17.05.2024)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

FR2305778 08 juin 2023 (08.06.2023) FR

(71) Déposant : VALEO COMFORT AND DRIVING ASSISTANCE [FR/FR] ; 6 rue Daniel Costantini, 94000 Créteil (FR).

(72) Inventeurs : TOUATI, Nadjah ; C/o Valeo Comfort and Driving Assistance, 6 rue Daniel Costantini, 94000 Créteil (FR), KASMIEH, Tarek ; C/o Valeo Comfort and Driving Assistance, 6 rue Daniel Costantini, 94000 Créteil (FR).

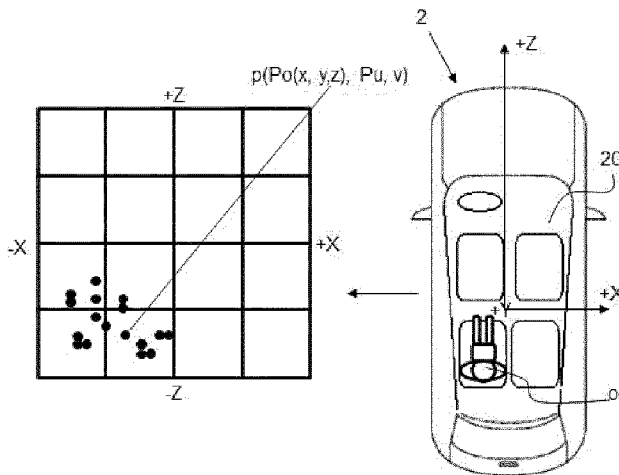
(74) Mandataire : DELPLANQUE, Arnaud ; C/o Valeo Comfort and Driving Assistance - Service PI, 6 rue Daniel Costantini, 94000 Créteil (FR).

(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,

(54) Title: METHOD FOR DETECTING A LIVING BEING

(54) Titre : PROCÉDÉ DE DÉTECTION D'UN ÊTRE VIVANT

[Fig. 2]



(57) Abstract: The invention relates to a method for detecting a living being, characterised in that it comprises: - acquiring a plurality of images within a time window, each image comprising a series of data with which a position, a power and a speed are associated; - constructing a first database of instantaneous data from the plurality of images, the instantaneous data being based on the position, the power and the speed of each data item of each image acquired in the time window; - constructing a second database of time data from the plurality of images, the time data being calculated from a periodic signal of each image recorded over a moving time window; - applying the first database and the second database as input to a machine learning model; - executing the machine learning model; - establishing a classification by the machine learning model as regards the presence/absence of a living being; and - depending on the classification, transmitting corresponding information to a management unit.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de détection d'un être vivant, caractérisé en ce qu'il comprend : - l'acquisition d'une pluralité d'images dans une fenêtre temporelle, chaque image comprenant une série de données auxquelles sont associées une position,

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

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TJ, 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, ME, 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))
- 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.

une puissance et une vitesse, - la construction d'une première base de données instantanées à partir de la pluralité d'images, lesdites données instantanées étant basées sur ladite position, ladite puissance et ladite vitesse de chaque donnée de chaque image acquise dans ladite fenêtre temporelle, - la construction d'une deuxième base de données de données temporelles à partir de ladite pluralité d'images, lesdites données temporelles étant calculées à partir d'un signal périodique de chaque image relevé sur une fenêtre de temps mouvante, - l'application de ladite première base de données et de ladite deuxième base de données en entrée d'un modèle d'apprentissage automatique, - l'exécution dudit modèle d'apprentissage automatique, - l'établissement d'une classification par ledit modèle d'apprentissage automatique quant à la présence/absence d'un être vivant, - en fonction de ladite classification, la transmission d'une information correspondante à une unité de gestion.

Description

Titre de l'invention : Procédé de détection d'un être vivant

- [0001] La présente invention se rapporte à un procédé de détection d'un être vivant. Elle trouve une application particulière mais non limitative dans les véhicules automobiles.
- [0002] Dans le domaine des véhicules automobiles, un procédé de détection d'un être vivant à l'intérieur d'un véhicule connu de l'homme du métier comprend l'analyse de la fréquence respiratoire à partir de la variation d'un signal de puissance ou de phase dans le temps et la comparaison avec un modèle respiratoire d'un être vivant. Cela permet notamment de déclencher un système d'alarme quand un occupant, notamment un enfant, est oublié dans le véhicule.
- [0003] Un inconvénient de cet état de la technique est que la dépendance à un modèle de signal respiratoire clair peut être masqué par tout mouvement du corps de l'être vivant. Par ailleurs, les modèles de mouvement du corps des êtres vivants sont difficiles à modéliser en raison de leur variabilité et les algorithmes de détection utilisés sont généralement basés sur une simple vérification du ratio signal sur bruit pour détecter les mouvements des êtres vivants à forte énergie (à savoir avec un fort ratio signal sur bruit). Or, ce type de détections peut être confondu avec des effets externes (vibrations du véhicule, secousses du véhicule ...) qui génèrent une énergie comparable avec un mouvement d'un être vivant et peuvent facilement conduire à des fausses alarmes, appelées cas vrais négatifs.
- [0004] Dans ce contexte, la présente invention vise à proposer un procédé de détection d'un être vivant qui permet de résoudre l'inconvénient mentionné.
- [0005] A cet effet, l'invention propose un procédé de détection d'un être vivant, caractérisé en ce que ledit procédé de détection comprend :
- l'acquisition d'une pluralité d'images dans une fenêtre temporelle, chaque image comprenant une série de données auxquelles sont associées une position, une puissance et une vitesse,
 - la construction d'une première base de données de données instantanées à partir de la pluralité d'images, lesdites données instantanées étant basées sur ladite position, ladite puissance et ladite vitesse de chaque donnée de chaque image acquise dans ladite fenêtre temporelle,
 - la construction d'une deuxième base de données de données temporelles à partir de ladite pluralité d'images, lesdites données temporelles étant calculées à partir d'un signal périodique de chaque image relevé sur une fenêtre de temps mouvante,
 - l'application de ladite première base de données et de ladite deuxième base de données en entrée d'un modèle d'apprentissage automatique,
 - l'exécution dudit modèle d'apprentissage automatique,

- l'établissement d'une classification par ledit modèle d'apprentissage automatique quant à la présence/absence d'un être vivant,
- en fonction de ladite classification, la transmission d'une information correspondante à une unité de gestion.

- [0006] Ainsi, comme on le verra en détail par la suite, le procédé de détection repose sur l'introduction d'une caractéristique temporelle. Cette caractéristique temporelle prend en comptes les changements des images radars dans le temps. L'objectif est d'avoir une caractéristique qui reflète tout modèle périodique ou d'oscillation d'un signal (respiratoire par exemple) et de l'utiliser pour améliorer la précision de la détection. Un des avantages par rapport aux procédés de détection classiques est que cette caractéristique n'est pas utilisée seule mais combinée à d'autres caractéristiques basées sur une seule image radar et, par conséquent, la décision finale ne dépend pas uniquement d'une caractéristique unique comme dans le cas des procédés de détection classiques.
- [0007] Selon des modes de réalisation non limitatifs, ledit procédé de détection peut comporter en outre une ou plusieurs caractéristiques supplémentaires prises seules ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles, parmi les suivantes.
- [0008] Selon un mode de réalisation non limitatif, les données instantanées sont :
- des valeurs moyennes de ladite position et/ou de ladite puissance et/ou de ladite vitesse desdites données de chaque image, ou
 - des variances desdites données de chaque image.
- [0009] Selon un mode de réalisation non limitatif, ledit modèle d'apprentissage automatique est un modèle supervisé.
- [0010] Selon un mode de réalisation non limitatif, ledit modèle supervisé est une machine à vecteurs de support ou une forêt aléatoire.
- [0011] Selon un mode de réalisation non limitatif, ledit signal périodique est une respiration ou un battement de cœur.
- [0012] Selon un mode de réalisation non limitatif, ledit être vivant est de type adulte, enfant, ou animal.
- [0013] Selon un mode de réalisation non limitatif, ladite fenêtre temporelle est d'environ cinq secondes.
- [0014] Selon un mode de réalisation non limitatif, les données temporelles sont une puissance maximum ou une variation de phase dudit signal périodique.
- [0015] Selon un mode de réalisation non limitatif, la construction de ladite deuxième base de données comprend :
- la mise dans une mémoire tampon des données temporelles pour obtenir une pluralité de valeurs temporelles,
 - la suppression de la composante continue desdites valeurs temporelles,

- l'application d'une Transformée de Fourier sur lesdites valeurs temporelles pour obtenir des valeurs fréquentielles,
 - à partir desdites valeurs fréquentielles, l'extraction d'une valeur maximum dans une plage de fréquences donnée.
- [0016] Selon un mode de réalisation non limitatif, ladite plage de fréquences donnée est une plage de fréquences de respiration ou une plage de fréquences de battements de cœur.
- [0017] Selon un mode de réalisation non limitatif, la construction de ladite deuxième base de données comprend en outre la normalisation desdites valeurs fréquentielles avant ladite extraction de ladite valeur maximum.
- [0018] Selon un mode de réalisation non limitatif, ladite pluralité d'images est obtenue à partir d'ondes reçues par une entité d'émission/réception d'ondes d'un capteur.
- [0019] Selon un mode de réalisation non limitatif, ladite fenêtre de temps mouvante est de trois images par seconde.
- [0020] Selon un mode de réalisation non limitatif, ledit procédé de détection est un procédé de détection d'un être vivant à l'intérieur d'un véhicule.
- [0021] Selon un mode de réalisation non limitatif, la série de données est une série de points.
- [0022] Selon un mode de réalisation non limitatif, les images sont des images acquises à l'intérieur d'un véhicule.
- [0023] Selon un mode de réalisation non limitatif, ledit signal périodique est représentatif d'un type d'être vivant.
- [0024] Selon un mode de réalisation non limitatif, le capteur est un capteur radar.
- [0025] Selon un mode de réalisation non limitatif, les images sont des images radar.
- [0026] Selon un mode de réalisation non limitatif, la fenêtre de temps mouvante à la même durée que la fenêtre temporelle.
- [0027] Il est en outre proposé un système de détection d'un être vivant, caractérisé en ce que ledit système de détection comprend :
- (a) un capteur configuré pour acquérir une pluralité d'images dans une fenêtre temporelle, chaque image comprenant une série de données auxquelles sont associées une position, une puissance et une vitesse,
 - (b) une unité de traitement configurée pour :
 - construire une première base de données de données instantanées à partir de la pluralité d'images, lesdites données instantanées étant basées sur ladite position, ladite puissance et ladite vitesse de chaque donnée de chaque image acquise dans ladite fenêtre temporelle,
 - construire une deuxième base de données de données temporelles à partir de ladite pluralité d'images, lesdites données temporelles étant calculées à partir d'un signal périodique de chaque image relevé sur une fenêtre de temps mouvante,
 - appliquer ladite première base de données et ladite base de données en entrée d'un

modèle d'apprentissage automatique,

- exécuter ledit modèle d'apprentissage automatique,

- (c) ledit modèle d'apprentissage automatique configuré pour être exécuté et établir une classification quant à la présence/absence d'un être vivant,

- ladite unité de traitement étant en outre configurée pour en fonction de ladite classification, transmettre une information correspondante à une unité de gestion.

[0028] L'invention et ses différentes applications seront mieux comprises à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent :

[0029] [Fig.1] illustre un schéma d'un procédé de détection d'un être vivant, selon un mode de réalisation non limitatif de l'invention,

[0030] [Fig.2] illustre un exemple non limitatif d'une image radar acquise par une étape d'acquisition d'images radar du procédé de détection de la [Fig.1], ladite image radar comprenant une pluralité de points,

[0031] [Fig.3] illustre un premier graphe qui illustre une variation en phase d'un signal périodique correspondant à la respiration ou au battement de cœur d'un être vivant et un deuxième graphe qui illustre du bruit en l'absence d'être vivant, selon un mode de réalisation non limitatif,

[0032] [Fig.4] illustre un premier graphe qui illustre un niveau de puissance d'un signal périodique correspondant à la respiration d'un enfant, et un deuxième graphe qui illustre un niveau de puissance d'une bouteille d'eau, selon un mode de réalisation non limitatif,

[0033] [Fig.5] illustre un spectre du premier graphe de la [Fig.4], selon un mode de réalisation non limitatif,

[0034] [Fig.6] illustre un spectre du deuxième graphe de la [Fig.4], selon un mode de réalisation non limitatif,

[0035] [Fig.7] illustre un schéma d'une étape de construction d'une base de données temporelles dudit procédé de détection de la [Fig.1], selon un mode de réalisation non limitatif,

[0036] [Fig.8] illustre un système de détection d'un être vivant configuré pour mettre en œuvre le procédé de détection de la [Fig.1], selon un mode de réalisation non limitatif.

[0037] Les éléments identiques, par structure ou par fonction, apparaissant sur différentes figures conservent, sauf précision contraire, les mêmes références.

[0038] Le procédé de détection 1 d'un être vivant o selon l'invention est décrit en référence aux figures 1 à 7. Dans un mode de réalisation non limitatif, l'être vivant o se trouve dans un habitacle 20 d'un véhicule 2, à savoir à l'intérieur du véhicule 2. Ce mode de réalisation non limitatif est pris dans la suite de la description. Sur la [Fig.2], l'être vivant o se trouve sur un siège arrière dans un exemple non limitatif. Ainsi, le procédé de détection 1 permet notamment de détecter un être vivant o dans un véhicule 2. Dans

un mode de réalisation non limitatif, le véhicule 2 est un véhicule automobile. Par véhicule automobile, on entend tout type de véhicule motorisé. Ce mode de réalisation est pris comme exemple non limitatif dans la suite de la description. Dans la suite de la description, le véhicule 2 est ainsi autrement appelé véhicule automobile 2.

[0039] Tel qu'illustré sur la [Fig.1], le procédé de détection 1 comprend les étapes suivantes.

[0040] Dans une étape E1, une pluralité d'images I est acquise par un capteur 21 dans une fenêtre temporelle w. Dans un mode de réalisation non limitatif, le capteur 21 est un capteur radar. Les images I sont donc dans ce cas des images radar I. Ce mode de réalisation non limitatif est pris comme exemple non limitatif dans la suite de la description. Dans un mode de réalisation non limitatif, la fenêtre temporelle w est d'environ cinq secondes. Elle est inférieure à 10 secondes selon la spécification EuroNCAP pour l'application automobile. Tel qu'illustré sur la [Fig.2], chaque image radar I comprend une série de données p auxquelles sont associées une position Po, une puissance Pu et une vitesse v. La position Po est définie par les paramètres cartésiens x, y et z ou par les paramètres de rayon (ou distance), azimuth et élévation. Dans un mode de réalisation non limitatif, les données p sont des points. Ce mode de réalisation non limitatif est pris comme exemple non limitatif dans la suite de la description. On notera que l'acquisition (en millisecondes) d'une seule image radar se fait dans une fenêtre d'acquisition dite « frame » en anglais.

[0041] La pluralité d'images radar I est obtenue à partir d'ondes radar r' reçues par une entité d'émission/réception d'ondes radar 210 du capteur radar 21 configurée pour émettre des ondes radar r (qui sont des ondes millimétriques) et recevoir en retour des ondes radar r' (qui sont des ondes millimétriques) qui se sont réfléchies sur un objet cible, tel qu'un être vivant o.

[0042] A partir des ondes radar r', une Transformée de Fourier FFT est appliquée par une unité de traitement (non illustrée) du capteur radar 21 pour calculer les distances de réflexion sur l'objet cible, par exemple selon un algorithme de temps de vol connu de l'homme du métier (« Time Of Flight » en anglais). Ce processus connu de l'homme du métier est appelé en anglais « Range Processing ». Il n'est pas illustré dans les figures.

[0043] A partir des données obtenues par la Transformée de Fourier, l'unité de traitement du capteur radar 21 calcule des pics des distances de réflexion en supprimant les pics qui n'ont pas bougé sur la fenêtre temporelle w. Ce processus connu de l'homme du métier est appelé « Clutter Removal » en anglais. Il n'est pas illustré dans les figures.

[0044] On obtient ainsi une image radar I avec des points p et les informations sur ces points p, à savoir leur position Po, leur puissance Pu et/ou leur vitesse v.

[0045] Dans le cadre de l'application véhicule, les images radar I sont des images acquises à l'intérieur du véhicule automobile 2, à savoir dans son habitacle 20.

[0046] Dans une étape E2, une première base de données DS de données instantanées F_i est construite par une unité de traitement 4 à partir de la pluralité d'images radar I. Les données instantanées F_i (autrement appelées caractéristiques instantanées F_i) sont basées sur la position P_o , la puissance P_u et/ou la vitesse v de chaque point p de chaque image radar I acquise dans ladite fenêtre temporelle w .

[0047] Dans des modes de réalisation non limitatifs, les données instantanées F_i sont :

- les valeurs moyennes des données position P_o , puissance P_u et vitesse v des points p de chaque image radar I,
- les variances V_a des données position P_o , puissance P_u et vitesse v des points p de chaque image radar I.

Outre des données instantanées F_i , des données temporelles F_t sont utilisées comme décrit ci-après. L'idée d'utiliser des données temporelles F_t (autrement appelées caractéristiques temporelles F_t) vient du fait qu'une image radar I d'un objet cible, ici un être vivant o , peut montrer des schémas périodiques, en particulier dans le cas de la respiration ou du rythme cardiaque. Les données temporelles F_t sont calculées ainsi à partir d'un signal périodique S . Dans des modes de réalisation non limitatifs, le signal périodique S est ainsi une respiration ou un rythme cardiaque (correspondant à des battements du cœur).

[0048] Ces schémas périodiques peuvent être détectés dans la phase Ph du signal reçu par le capteur radar 21 comme le montre le dessin (a) de la [Fig.3] qui est comparé à un environnement vide (ici l'habitacle 20 du véhicule automobile 2) dans le dessin (b) de la [Fig.3]. Le signal périodique S illustré sur le dessin (a) de la [Fig.3] illustre un schéma périodique de la phase Ph d'un être vivant, ici un adulte, sur une fenêtre de temps mouvante w' . Sur la [Fig.3], en abscisse est représenté le signal émis dans une fenêtre d'émission appelé « Chirp » en anglais, l'émission se faisant de façon périodique et en ordonnée est représenté la phase Ph en degrés ($^\circ$). Les « Chirp » d'émission (en microsecondes) permettent de construire l'image radar I de chaque fenêtre d'acquisition. Dans une fenêtre d'acquisition, il y a plusieurs « Chirp » d'émission.

[0049] Un même schéma périodique peut être extrait de la variation de la puissance dans le temps qui est due au mouvement périodique de la respiration ou du rythme cardiaque d'un être vivant o . En effet, la puissance change périodiquement en raison du mouvement de va et vient de la respiration ou du rythme cardiaque de l'être vivant o qui se rapproche et qui s'éloigne de l'entité d'émission/réception d'ondes radar 210 du capteur radar 21.

[0050] Le dessin (a) de la [Fig.4] illustre un exemple non limitatif d'un enfant dans différentes positions à l'intérieur du véhicule automobile 2, les différentes positions $pos1$, $pos2$, $pos3$, $pos4$, $pos5$, $pos6$ étant illustrées par des couleurs grisées différentes.

Le schéma est comparé à un schéma de vrai négatif (dessin (b)) qui utilise une bouteille d'eau qui est secouée dans le véhicule automobile 2, ces différentes positions pos1', pos2', pos3', pos4', pos5', pos6' étant illustrées également par des couleurs grisées différentes. En abscisse est représenté la puissance maximale P_k de l'image radar I. En ordonnée est représenté le nombre d'images radar I. Le dessin (a) illustre la variation de puissance d'un signal périodique S sur une fenêtre mouvante w' correspondant à la respiration ou un battement de cœur d'un être vivant o qui est ici un enfant, à différentes positions ici dans l'habitacle 20 du véhicule automobile 2. Le dessin (b) illustre ainsi la variation de puissance d'un objet inerte, ici d'une bouteille d'eau, à différentes positions ici dans l'habitacle 20 du véhicule automobile 2. Comme on peut le voir, les niveaux de puissances sont similaires dans les deux cas, mais la variation est différente dans le temps, à savoir le schéma périodique.

[0051] Ainsi, dans une étape E3, une deuxième base de données DS' de données temporelles F_t est construite par l'unité de traitement 4 à partir de la pluralité d'images radar I. Les données temporelles F_t sont calculées à partir d'un signal périodique S de chaque image radar I relevé sur la fenêtre de temps mouvante w' . Dans une fenêtre de temps mouvante w' , on aura ainsi un signal périodique S de plusieurs images radar I. On notera que la fenêtre de temps mouvante w' a la même durée que la fenêtre temporelle w .

[0052] Dans un mode de réalisation non limitatif, la fenêtre de temps mouvante w' est de trois images radar I par seconde. Cela permet d'avoir une variation de la donnée temporelle F_t dans le temps suffisante pour pouvoir différencier des cas de vrais positifs (être vivant o) de cas de vrais négatifs (objet inerte en mouvement).

[0053] On notera que l'étape E3 peut être effectuée parallèlement à l'étape E2 ou avant l'étape E2.

[0054] Dans un mode de réalisation non limitatif, les données temporelles F_t sont une puissance maximum P_{max} ou une variation de phase Δ dudit signal périodique S.

[0055] Tel qu'illustré sur la [Fig.7], dans un mode de réalisation non limitatif, la construction de la deuxième base de données DS' comprend :

- dans une sous-étape E30, la mise dans une mémoire tampon B des données temporelles F_t pour obtenir une pluralité de valeurs temporelles V_t ,
- dans une sous-étape E31, la suppression de la composante continue DC desdites valeurs temporelles V_t ,
- dans une sous-étape E32, l'application d'une Transformée de Fourier FFT sur lesdites valeurs temporelles V_t pour obtenir des valeurs fréquentielles V_f ,
- dans une sous-étape E34, à partir desdites valeurs fréquentielles V_f , l'extraction d'une valeur maximum Max dans une plage de fréquences donnée I_Bth .

[0056] Ainsi, pour chaque image radar I, l'information puissance maximum P_{max} ou

variation de phase Δ est calculée selon un historique grâce à la fenêtre de temps mouvante w' .

- [0057] Dans un mode de réalisation non limitatif, la mémoire tampon B possède une taille pour dix images radar I, ce qui correspond à environ trois secondes si la fenêtre de temps mouvante w' est de trois images radar I par seconde.
- [0058] L'application de la Transformée de Fourier FFT permet de passer du domaine temporel au domaine fréquentiel.
- [0059] Ainsi, on stocke le signal instantané (variation de phase ou puissance maximum) de chaque fenêtre d'acquisition (« frame ») pour un certain nombre de frames dans la fenêtre de temps mouvante w' , et on calcule la périodicité en faisant une analyse fréquentielle de ce signal stocké.
- [0060] On notera que la suppression de la composante continue DC permet d'enlever la valeur moyenne du signal périodique S et de ne garder que le signal sinusoïdal. Le processus de suppression d'une composante continue DC étant connu de l'homme du métier, il n'est pas décrit ici.
- [0061] Dans des modes de réalisation non limitatifs, la plage de fréquences donnée I_Bth est une plage de fréquences de respiration ou une plage de fréquences de battements de cœur.
- [0062] Autrement dit, pour chaque image radar I, on extrait la valeur maximum Max que l'on trouve sur l'ensemble des harmoniques de la plage de fréquences donnée I_Bth. La valeur maximum Max est une puissance. La fréquence de la valeur maximum Max représente la fréquence donc la périodicité de la puissance maximum Pmax ou de la variation de phase Δ vues précédemment.
- [0063] Dans un mode de réalisation non limitatif illustré, la construction de ladite deuxième base de données DS' comprend en outre :
- dans une sous-étape E33, la normalisation Norm desdites valeurs fréquentielles Vf avant ladite extraction de ladite valeur maximum Max. Cela permet de rendre les calculs plus simples. Le processus de normalisation étant connu de l'homme du métier, il n'est pas décrit ici.
- [0064] Pour lancer l'exécution du modèle d'apprentissage automatique ML (décrit plus loin), il faut attendre que la mémoire tampon B soit remplie avec les données temporelles Ft. Aussi, dans un mode de réalisation non limitatif, on a une valeur fréquentielle normalisée égale à 0.5. Cette valeur permet de démarrer sur une valeur neutre qui n'indique pas si on a un objet vivant ou inerte. On notera qu'une valeur fréquentielle normalisée égale à 0 correspond à un objet inerte (quelque chose qui ne respire donc pas).
- [0065] La [Fig.5] illustre un exemple non limitatif de normalisation du premier graphe (dessin (a)) de la [Fig.4]. En abscisse on trouve la bande de fréquence de la respiration

en Bpm et en ordonnée la puissance Pk. La [Fig.5] met en évidence la différence dans le cas d'un enfant et d'une bouteille d'eau dont la normalisation (du deuxième graphe (dessin (b) de la [Fig.4]) est illustrée sur la [Fig.6]. Comme on peut le voir, la valeur la plus élevée Max dans la bande de fréquence de respiration I_Bth dans le cas d'un enfant est d'environ 1, alors que pour une bouteille d'eau, elle est d'environ 0.2.

[0066] Dans une étape E4, la première base de données DS et la deuxième base de données DS' sont appliquées par l'unité de traitement 4 en entrée d'un modèle d'apprentissage automatique ML. Ainsi, on aura une première entrée avec toutes les données instantanées Fi (de l'ensemble des points p de l'image radar I) acquises dans la fenêtre temporelle w, et une deuxième entrée avec toutes les données temporelles Ft qui ont été accumulées dans la mémoire tampon B, à savoir toutes les données temporelles Ft de tous les signaux périodiques S de chaque image radar I acquise sur la fenêtre de temps mouvante w'.

[0067] Dans un mode de réalisation non limitatif, le modèle d'apprentissage automatique ML est un modèle supervisé. Dans des variantes de réalisation non limitatives, le modèle supervisé est une machine à vecteurs de support ou une forêt aléatoire. Le fonctionnement de ces modèles supervisés étant connu de l'homme du métier, ils ne sont pas décrits ici.

[0068] Dans une étape E5, le modèle d'apprentissage automatique ML est exécuté.

[0069] Dans une étape E6, le modèle d'apprentissage automatique ML établit une classification Cl quant à la présence/absence d'un être vivant o. On notera que le signal périodique S est en particulier représentatif d'un type d'être vivant o. Dans des modes de réalisation non limitatifs, le type d'être vivant o comprend celui d'un enfant, celui d'un adulte, ou celui d'un animal. Par conséquent, les données temporelles Ft qui sont calculées à partir du signal périodique S et qui sont utilisées en entrée du modèle d'apprentissage automatique ML sont représentatives également du type d'être vivant o. Ainsi, en sortie du modèle d'apprentissage automatique ML, dans un mode de réalisation non limitatif, on aura une classification Cl associée aux images radar I prises à l'intérieur du véhicule automobile 2 qui indiquera si elles correspondent à un être vivant o ou non et dans l'affirmative à quel type (adulte, enfant, animal).

[0070] On notera que le modèle d'apprentissage automatique ML aura au préalable été entraîné avec au moins une base de données instantanées Fi (différente de la première base de données DS) de cas vrais positifs et de cas vrais négatifs et des labels associés aux cas vrais positifs et aux cas vrais négatifs associés, et une base de données temporelles Ft (différente de la deuxième base de données DS') de cas vrais positifs et de cas vrais négatifs associés et des labels associés aux cas vrais positifs et aux cas vrais négatifs associés.

[0071] Ainsi, les données temporelles Ft permettent de différencier un être vivant o d'un

objet inerte mais également le type d'être vivant o (adulte, enfant, animal) car les schémas périodiques (de respiration ou rythme cardiaque) représentés par les signaux périodiques S sont différents pour ces différents types d'être vivants o.

- [0072] Dans une étape E7, en fonction de la classification Cl, l'unité de traitement 4 transmet une information correspondante D (absence/présence d'un être vivant o) à une unité de gestion ECU. Dans un mode de réalisation non limitatif, l'unité de gestion ECU est une unité de contrôle électronique 2 du véhicule automobile 2.
- [0073] En fonction de la décision D, dans un mode de réalisation non limitatif, l'unité de gestion ECU peut déclencher une alarme pour avertir qu'il y a un être vivant o dans le véhicule automobile 2.
- [0074] Ainsi, le procédé de détection 1 d'un être vivant o est mis en œuvre par un système de détection Sys d'un être vivant o illustré sur la [Fig.8].
- [0075] Le système de détection Sys comprend un capteur radar 21 configuré pour acquérir une pluralité d'images radar I dans une fenêtre temporelle w, chaque image radar I comprenant une série de points p auxquels sont associées une position Po, une puissance Pu et une vitesse v (fonction illustrée f21(21, I, (p(Po, Pu, v), w)).
- [0076] Le capteur radar 21 comprend une entité d'émission/réception d'ondes radar 210. Dans des modes de réalisation non limitatif, l'entité d'émission/réception d'ondes radar 210 comprend tel qu'illustré sur la [Fig.8] :
- deux antennes émettrices 2100 configurées pour émettre des ondes radar r,
 - trois antennes réceptrices 2110 configurées pour recevoir en retour des ondes radar r' qui se sont réfléchies sur un objet cible, tel qu'un être vivant o.
- [0077] Le système de détection Sys comprend en outre une unité de traitement 4 configurée pour :
- construire une première base de données DS de données instantanées Fi à partir de la pluralité d'images radar I, lesdites données instantanées Fi étant basées sur ladite position Po, ladite puissance Pu et ladite vitesse v de chaque point p de chaque image radar I acquise dans ladite fenêtre temporelle w (fonction illustrée f41(4, DS, Fi(I)),
 - construire une deuxième base de données DS' de données temporelles Ft à partir de la pluralité d'images radar I, les données temporelles Ft étant calculées à partir d'un signal périodique S de chaque image radar I relevé sur une fenêtre de temps mouvante w' (fonction illustrée f42(4, DS', Ft(S)),
 - appliquer cette première base de données DS et cette deuxième base de données DS' en entrée d'un modèle d'apprentissage automatique ML (fonction illustrée f43(4, DS, DS', ML)),
 - exécuter ledit modèle d'apprentissage automatique ML (fonction illustrée f44(4, ML)).
- [0078] L'unité de traitement 4 est en outre configurée pour en fonction de ladite

classification Cl, transmettre une information correspondante D à une unité de gestion ECU (fonction illustrée f45(4, ECU, D(Cl))).

[0079] Le système de détection Sys comprend en outre ledit modèle d'apprentissage automatique ML qui est configuré pour :

- recevoir en entrée les données Fi, Ft respectivement de la première base de données DS et de la deuxième base de données (fonction illustrée f51(ML, DS, DS')),
- être exécuté (fonction illustrée f52(ML)),
- établir une classification Cl quant à la présence/absence d'un être vivant o (fonction illustrée f53(ML, Cl, S(o))).

[0080] Bien entendu la description de l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits ci-dessus et au domaine décrit ci-dessus. Ainsi, dans un mode de réalisation non limitatif, le procédé de détection 1 peut s'appliquer pour la surveillance de la respiration ou du rythme cardiaque de personnes âgées dans les hôpitaux. Dans ce cas, l'unité de gestion ECU est une unité de contrôle électronique d'un appareil de surveillance médical. Et, dans ce cas, en fonction de l'information correspondante D transmise par l'unité de traitement 4, dans un mode de réalisation non limitatif, l'unité de gestion ECU peut déclencher une alarme pour avertir que l'être vivant o ne respire plus ou que son cœur ne bat plus. Ainsi, dans un autre mode de réalisation non limitatif, l'image radar I est une cartographie thermique. Ainsi, dans un autre mode de réalisation non limitatif, le capteur 21 est un capteur à ultrasons.

[0081] Ainsi, l'invention décrite présente notamment les avantages suivants :

- elle permet d'avoir une détection d'êtres vivants o plus fiable et plus précise,
- elle permet d'identifier le type d'être vivants o,
- la combinaison des données instantanées Fi avec les données temporelles Ft permet d'améliorer la détection des cas de vrais positifs et de réduire les cas de vrais négatifs et ainsi d'avoir une différenciation entre un être vivant o et un objet inerte plus robuste ; le procédé de détection 1 est ainsi plus robuste. Ainsi, on améliore le taux de détection et la robustesse vis-à-vis des fausses alarmes.

Revendications

[Revendication 1]

Procédé de détection (1) d'un être vivant (o), caractérisé en ce que ledit procédé de détection (1) comprend :

- l'acquisition d'une pluralité d'images (I) dans une fenêtre temporelle (w), chaque image (I) comprenant une série de données (p) auxquelles sont associées une position (Po), une puissance (Pu) et une vitesse (v),
- la construction d'une première base de données (DS) de données instantanées (Fi) à partir de la pluralité d'images (I), lesdites données instantanées (Fi) étant basées sur ladite position (Po), ladite puissance (Pu) et ladite vitesse (v) de chaque donnée (p) de chaque image (I) acquise dans ladite fenêtre temporelle (w),
- la construction d'une deuxième base de données (DS') de données temporelles (Ft) à partir de ladite pluralité d'images (I), lesdites données temporelles (Ft) étant calculées à partir d'un signal périodique (S) de chaque image (I) relevé sur une fenêtre de temps mouvante (w'),
- l'application de ladite première base de données (DS) et de ladite deuxième base de données (DS') en entrée d'un modèle d'apprentissage automatique (ML),
- l'exécution dudit modèle d'apprentissage automatique (ML),
- l'établissement d'une classification (CI) par ledit modèle d'apprentissage automatique (ML) quant à la présence/absence d'un être vivant (o),
- en fonction de ladite classification (CI), la transmission d'une information correspondante (D) à une unité de gestion (ECU).

[Revendication 2]

Procédé de détection (1) selon la revendication 1, selon lequel les données instantanées (Fi) sont :

- des valeurs moyennes de ladite position (Po) et/ou de ladite puissance (Pu) et/ou de ladite vitesse (v0) desdites données (p) de chaque image (I), ou
- des variances desdites données (p) de chaque image (I).

[Revendication 3]

Procédé de détection (1) selon la revendication 1 ou la revendication 2, selon lequel ledit modèle d'apprentissage automatique (ML) est un modèle supervisé.

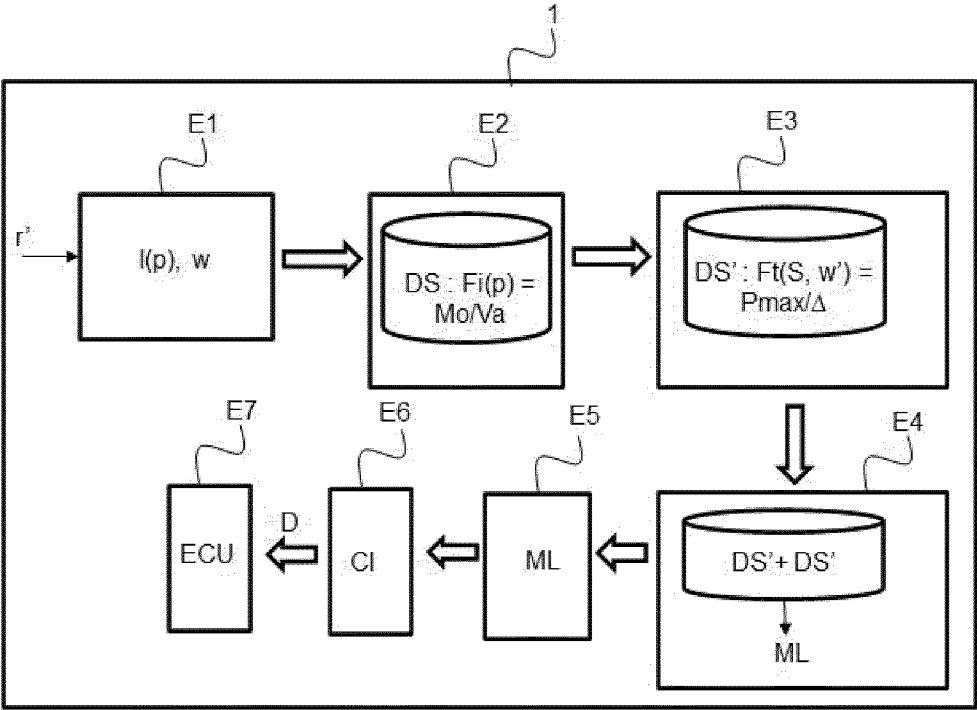
[Revendication 4]

Procédé de détection (1) selon la revendication précédente, selon lequel ledit modèle supervisé est une machine à vecteurs de support

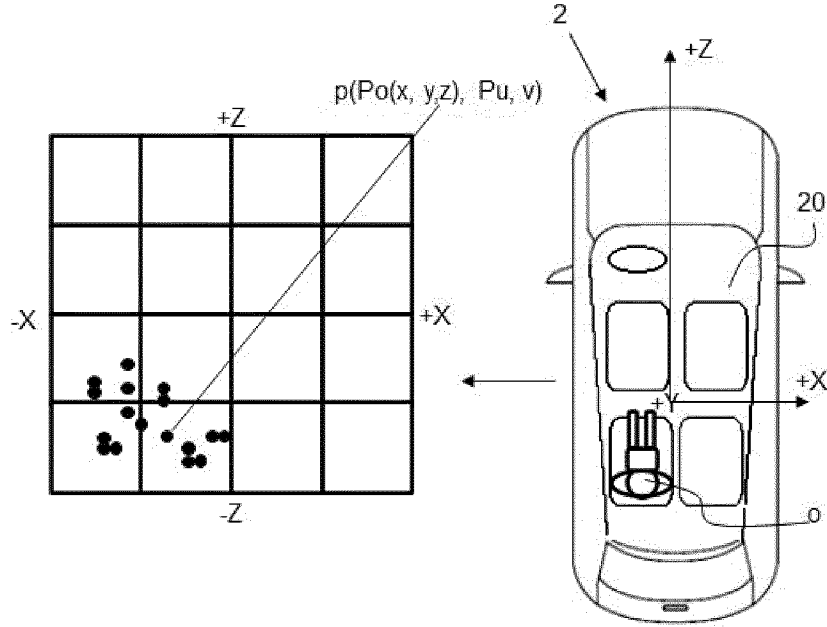
- ou une forêt aléatoire.
- [Revendication 5] Procédé de détection (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel ledit signal périodique (S) est une respiration ou un battement de cœur.
- [Revendication 6] Procédé de détection (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel ledit être vivant (o) est de type adulte, enfant, ou animal.
- [Revendication 7] Procédé de détection (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel ladite fenêtre temporelle (w) est d'environ cinq secondes.
- [Revendication 8] Procédé de détection (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel les données temporelles (Ft) sont une puissance maximum (Pmax) ou une variation de phase (Δ) dudit signal périodique (S).
- [Revendication 9] Procédé de détection (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel la construction de ladite deuxième base de données (DS') comprend :
- la mise dans une mémoire tampon (B) des données temporelles (Ft) pour obtenir une pluralité de valeurs temporelles (Vt),
 - la suppression de la composante continue (DC) desdites valeurs temporelles (Vt),
 - l'application d'une Transformée de Fourier (FFT) sur lesdites valeurs temporelles (Vt) pour obtenir des valeurs fréquentielles (Vf),
 - à partir desdites valeurs fréquentielles (Vf), l'extraction d'une valeur maximum (Max) dans une plage de fréquences donnée (I_Bth).
- [Revendication 10] Procédé de détection (1) selon la revendication précédente, selon lequel ladite plage de fréquences donnée (I_Bth) est une plage de fréquences de respiration ou une plage de fréquences de battements de cœur.
- [Revendication 11] Procédé de détection (1) selon la revendication 9 ou la revendication 10, selon lequel la construction de ladite deuxième base de données (DS') comprend en outre :
- la normalisation desdites valeurs fréquentielles (Vf) avant ladite extraction de ladite valeur maximum (Max).
- [Revendication 12] Procédé de détection (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel ladite pluralité d'images (I) est obtenue à partir d'ondes reçues (r) par une entité d'émission/réception d'ondes

- (210) d'un capteur (21).
- [Revendication 13] Procédé de détection (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel ladite fenêtre de temps mouvante (w') est de trois images (I) par seconde.
- [Revendication 14] Procédé de détection (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel ledit procédé de détection (1) est un procédé de détection d'un être vivant (o) à l'intérieur d'un véhicule (2).
- [Revendication 15] Système de détection (Sys) d'un être vivant (o), caractérisé en ce que ledit système de détection (Sys) comprend :
- (a) un capteur (21) configuré pour acquérir une pluralité d'images (I) dans une fenêtre temporelle (w), chaque image (I) comprenant une série de données (p) auxquelles sont associées une position (P_o), une puissance (P_u) et une vitesse (v),
 - (b) une unité de traitement (4) configurée pour :
 - construire une première base de données (DS) de données instantanées (F_i) à partir de la pluralité d'images (I), lesdites données instantanées (F_i) étant basées sur ladite position (P_o), ladite puissance (P_u) et ladite vitesse (v) de chaque donnée (p) de chaque image (I) acquise dans ladite fenêtre temporelle (w),
 - construire une deuxième base de données (DS') de données temporelles (F_t) à partir de ladite pluralité d'images (I), lesdites données temporelles (F_t) étant calculées à partir d'un signal périodique (S) de chaque image (I) relevé sur une fenêtre de temps mouvante (w'),
 - appliquer ladite première base de données (DS) et ladite base de données (DS') en entrée d'un modèle d'apprentissage automatique (ML),
 - exécuter ledit modèle d'apprentissage automatique (ML),
 - (c) ledit modèle d'apprentissage automatique (ML) configuré pour être exécuté et établir une classification (CI) quant à la présence/absence d'un être vivant (o),
 - ladite unité de traitement (4) étant en outre configurée pour en fonction de ladite classification (CI), transmettre une information correspondante (D) à une unité de gestion (ECU).

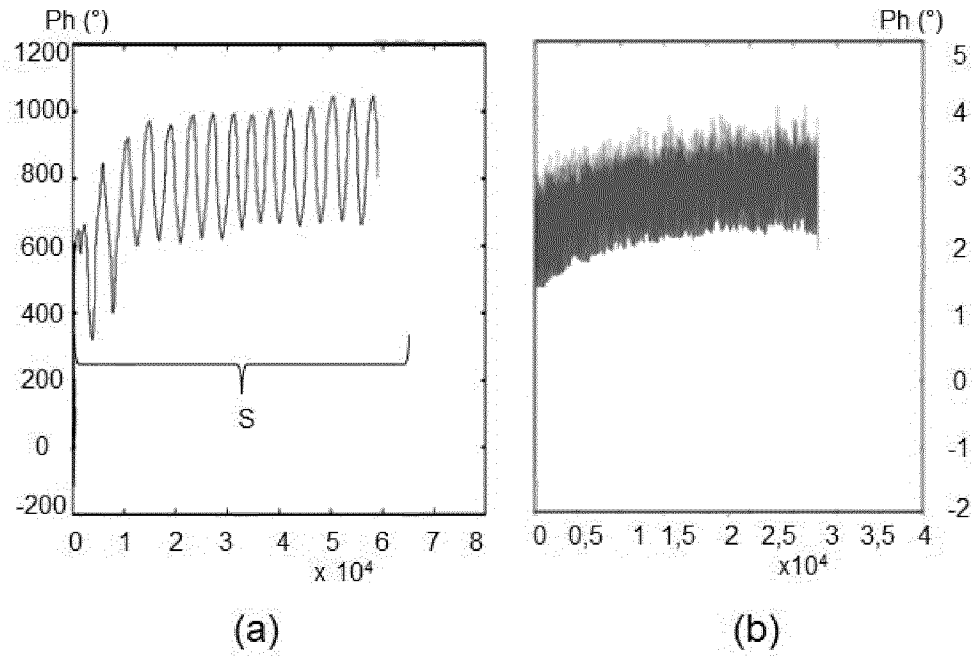
[Fig. 1]



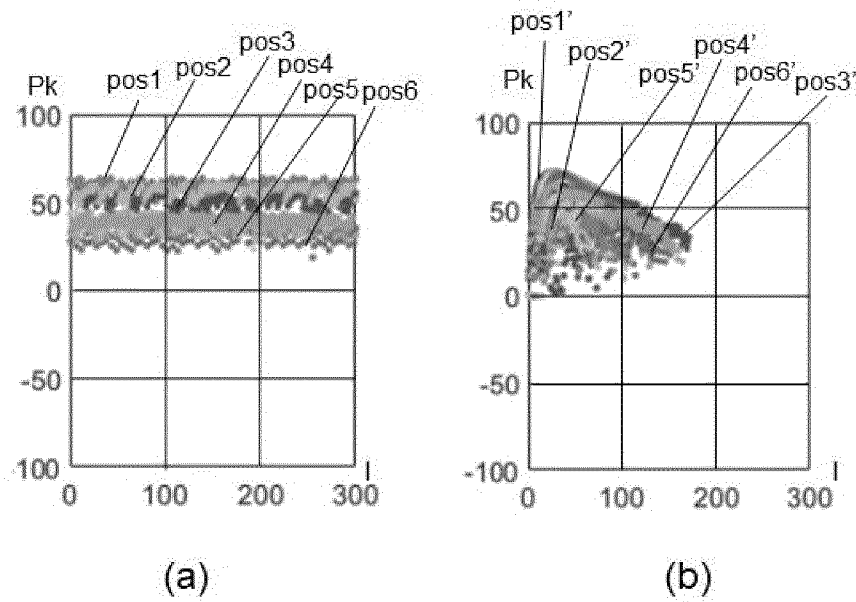
[Fig. 2]



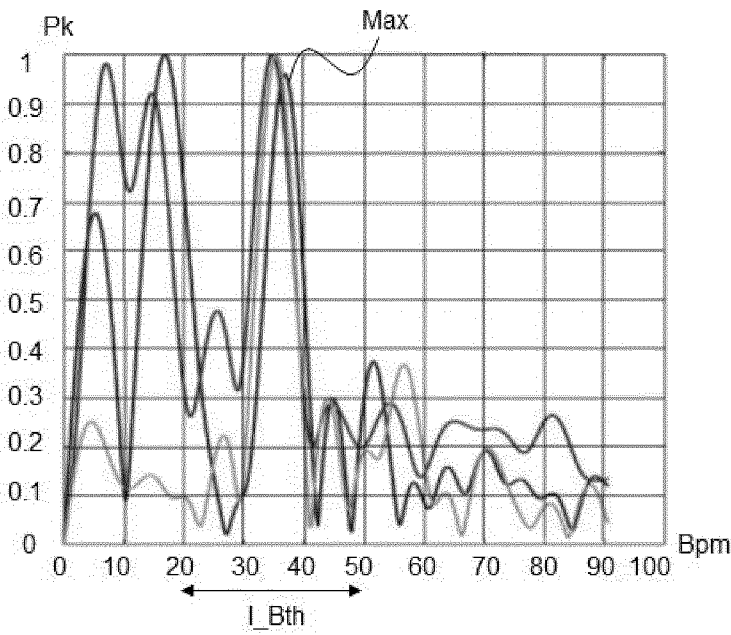
[Fig. 3]



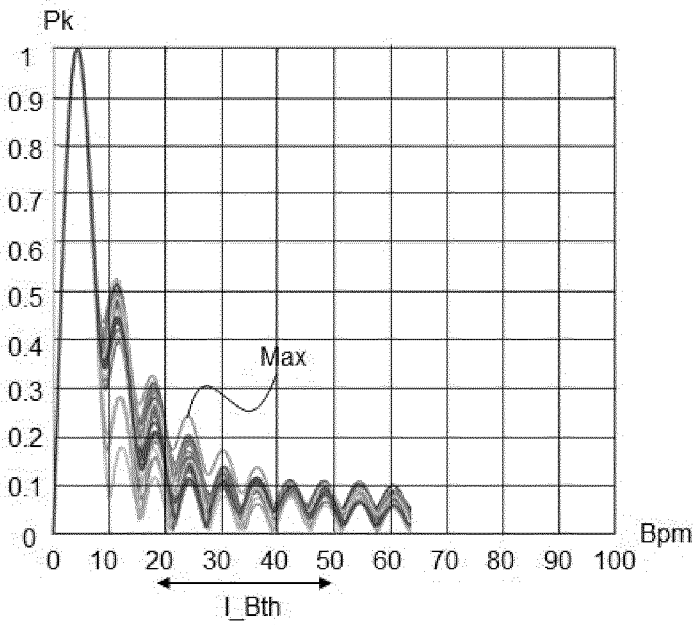
[Fig. 4]



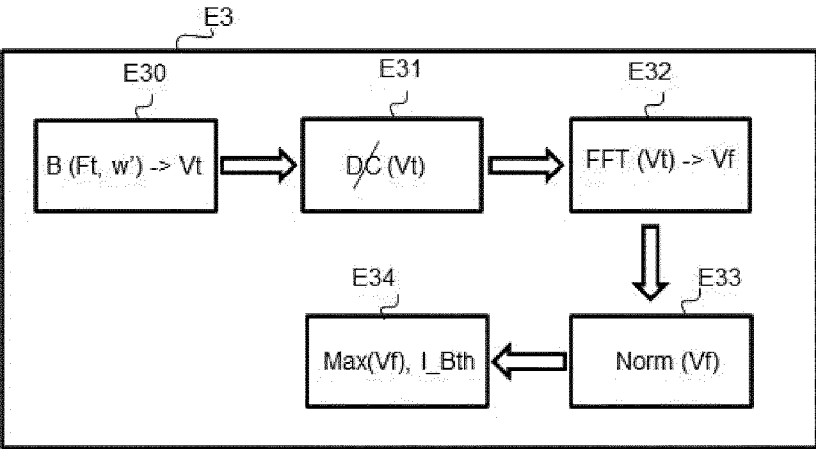
[Fig. 5]



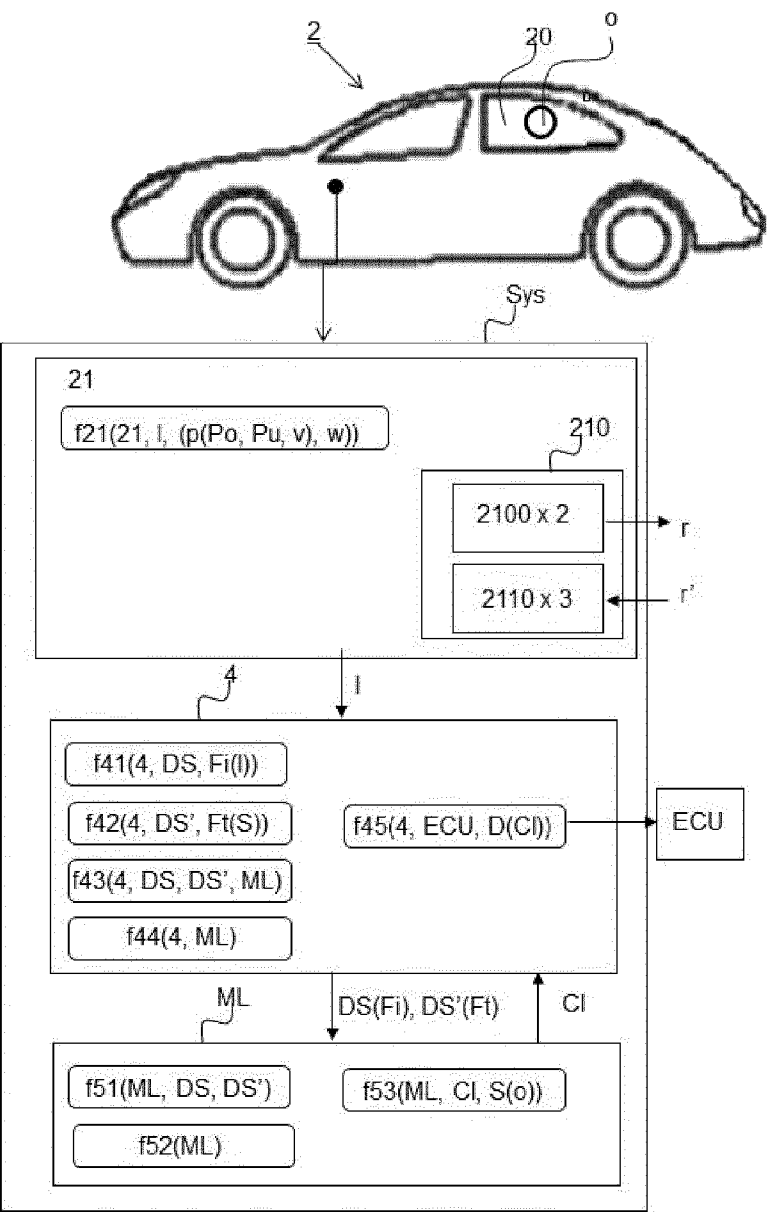
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/063765

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06V 20/59 (2022.01)i; G06V 40/10 (2022.01)i; G01S 13/00 (2006.01)i; G01S 13/88 (2006.01)i; G01S 13/89 (2006.01)i; G01S 7/41 (2006.01)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; G01S Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	HYUN EUGIN ET AL. "Machine Learning-Based Human Recognition Scheme Using a Doppler Radar Sensor for In-Vehicle Applications" <i>SENSORS</i> , CH, Vol. 20, No. 21, 01 November 2020 (2020-11-01), page 6202 DOI: 10.3390/s20216202 ISSN: 1424-8220, XP093089376 abstract section 2; figures 3-8 section 3	1-15
X	YANG XIUZHU ET AL. "Spatial-Temporal-Circulated GLCM and Physiological Features for In-Vehicle People Sensing Based on IR-UWB Radar" <i>IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT</i> , USA, Vol. 71, 01 January 2022 (2022-01-01), pages 1-13 DOI: 10.1109/TIM.2022.3165808 ISSN: 0018-9456, XP093089370 abstract section II section III section IV	1-15
☒ 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 05 June 2024		Date of mailing of the international search report 17 June 2024
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands (Kingdom of the) Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Boltz, Sylvain Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/063765

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KIM JU-YEON ET AL. "Peak Detection Algorithm for Vital Sign Detection Using Doppler Radar Sensors" <i>SENSORS</i>, CH, Vol. 19, No. 7, 01 January 2019 (2019-01-01), page 1575 DOI: 10.3390/s19071575 ISSN: 1424-8220, XP093089612 section 2.2;figures 3-4	8-11

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2024/063765

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G06V20/59 G06V40/10 G01S13/00 G01S13/88 G01S13/89 G01S7/41 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 G01S		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	HYUN EUGIN ET AL: "Machine Learning-Based Human Recognition Scheme Using a Doppler Radar Sensor for In-Vehicle Applications", SENSORS, vol. 20, no. 21, 1 novembre 2020 (2020-11-01), page 6202, XP093089376, CH ISSN: 1424-8220, DOI: 10.3390/s20216202 abrégé Section 2; figures 3-8 Section 3 - - - - - - / - -	1 - 15
☒ 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		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
5 juin 2024		17/06/2024
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 Boltz, Sylvain

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2024/063765

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	YANG XIUZHU ET AL: "Spatial-Temporal-Circulated GLCM and Physiological Features for In-Vehicle People Sensing Based on IR-UWB Radar", IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT, vol. 71, 1 janvier 2022 (2022-01-01), pages 1-13, XP093089370, USA ISSN: 0018-9456, DOI: 10.1109/TIM.2022.3165808 abrégé Section II Section III Section IV	1-15
A	KIM JU-YEON ET AL: "Peak Detection Algorithm for Vital Sign Detection Using Doppler Radar Sensors", SENSORS, vol. 19, no. 7, 1 janvier 2019 (2019-01-01), page 1575, XP093089612, CH ISSN: 1424-8220, DOI: 10.3390/s19071575 Section 2.2; figures 3-4	8-11